

УДК 504 (1-21),064.3:574(282.243.7.05)

№ держреєстрації 0119U102751

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ»
(УКРНДІЕП)

61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6, тел./ факс. (057) 702 15 92

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор УКРНДІЕП

д-р геогр. наук, проф.

А. В. Гриценко

грудня 2019 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

за темою № 9/1.1-19

ТРАНСКОРДОННИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ УКРАЇНСЬКОЇ
ЧАСТИНИ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ ТА РОЗРОБЛЕННЯ У ЙОГО СКЛАДІ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ
(проміжний)

Науковий керівник НДР

перший заступник директора з наукової роботи,
завідувач лабораторії досліджень екологічної
стійкості об'єктів довкілля та природних
територій особливої охорони,
канд. біол. наук

О. Г. Васенко

2019

Результати роботи розглянуто Вченою радою УКРНДІЕП,
протокол від 10 грудня 2019 р. № 7

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР перший заступник директора з наукової роботи, завідувач лабораторії досліджень екологічної стійкості об'єктів довкілля та природних територій особливої охорони, канд. біол. наук	О.Г. Васенко (вступ, розд.1, розд. 2, розд. 3, висновки)
Відповідальний виконавець науковий співробітник	О.Ю. Ієвлева (реферат, вступ, розд.1, розд.2, висновки)
Виконавці:	
Старший науковий співробітник канд. біол. наук	Д.Ю. Верниченко-Цветков (розд.2 п.,2.2)
Науковий співробітник	Г.Ю. Міланіч (розд.1)
Провідний науковий співробітник канд. техн. наук	Брук В.В. (розд. 3,4)
Старший науковий співробітник канд. техн. наук	Проскурнін О.А (розд.4 п.4.1)
Старший науковий співробітник канд. техн. наук	Заболоцька В.В. (розд.4 п.4.2)
Провідний інженер	Воронцова Г.І. (розд.3)
Провідний науковий співробітник канд. ф.-м. наук Науковий співробітник	Остроумов С.М. (розд.4) О.В. Козловська (розд.2 п.2.5)
Інженер I категорії	М.Л. Лунгу (розд.2 п.2.1)
Інженер II категорії	А.А. Карлюк (розд.2 п.2.1)
Інженер III категорії	Ю.В. Свиридов (перелік посилань)

Технік I категорії

В.С. Волобуєва
(розд.2 п.2.2)

Науковий співробітник

А.Ю. Мельников
(розд. 1, п.1.2)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 168 с., 62 рис., 37 табл., 60 джерел.

ДЕЛЬТА ДУНАЮ, ТРАНСКОРДОННИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ
МОНІТОРИНГ, МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО, ГЕОІНФОРМАЦІЙНА
СИСТЕМА, БАЗА ДАНИХ.

Об'єкт дослідження – екологічний стан дельти Дунаю.

Мета роботи – проведення транскордонного екологічного моніторингу української частини дельти Дунаю та розроблення у його складі геоінформаційної системи з можливістю поповнення та накопичення бази даних щодо показників екологічного стану української частини дельти Дунаю.

Науково-технічна продукція включає:

- аналіз екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням космічних знімків;
- визначення транскордонного впливу на екологічний стан української частини дельти Дунаю;
- розділ звіту щодо збору та внесення в базу даних інформації щодо показників якості поверхневих вод української частини дельти Дунаю;
- розроблення блоків аналітичної підсистеми ГІС, що забезпечують комплексну оцінку та прогнозування якості річкової води.

Проведено аналіз екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням космічних знімків. Проведено аналіз змін гідрологічного режиму внаслідок гідротехнічних робіт (дамба, днопоглиблювальні роботи та інш.) на території Румунії та гідрохімічного режиму на транскордонних ділянках. Представлено стан наземних екосистем української частини дельти Дунаю.

Поповнено базу даних інформацією щодо показників якості поверхневих вод української частини дельти Дунаю. Розробленні блоки аналітичної підсистеми ГІС, що забезпечують комплексну оцінку та прогнозування якості річкової води.

Підставою для виконання даної роботи є доручення Міністерства енергетики та захисту довкілля України до Науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем».

Використання науково-технічної продукції здійснюється Замовником.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	7
Вступ.....	8
1. Аналіз екологічних процесів в дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням космічних знімків.....	11
1.1 Характеристика космічних знімків КА Landsat 8.....	11
1.2 Результати досліджень динаміки морського краю дельти та прибережних новоутворювань.....	12
1.3 Аналіз динаміки стану острова Єрмаків.....	24
1.4 Динаміка розподілу завислих речовин на морській частині у районі гирла Бистре під час зупинки робіт із реалізації проекту ГСХ р. Дунай – Чорне море.....	36
Висновки до розділу 1.....	45
2. Визначення транскордонного впливу на екологічний стан української частини дельти Дунаю.....	47
2.1 Зміна гідрологічного режиму внаслідок гідротехнічних робіт (дамба, днопоглиблювальні роботи та інш.) на території Румунії..	47
2.2 Зміна гідрохімічного режиму на транскордонних ділянках.....	58
2.3 Стан наземних екосистем української частини дельти Дунаю.....	71
2.3.1 Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ).....	71
2.4 Оцінка динаміки макрзообентосу та фітофільної фауни під впливом природних та антропогенних чинників.....	103
2.5 Екологічні ризики порту Джурджулешти.....	118
Висновки до розділу 2.....	126
3. Збір та внесення в бази даних інформації щодо показників якості поверхневих вод української частини дельти Дунаю.....	131
Висновки до розділу 3.....	144
4. Розроблення блоків аналітичної підсистеми ГІС, що забезпечують комплексну оцінку та прогнозування якості річкової води.....	145
4.1 Розроблення інструментів, що реалізують функцію прогнозування якості річкової води.....	145
4.2 Розроблення інструменту, що реалізує функцію комплексної оцінки якості річкової води.....	151
Висновки до розділу 4.....	154
Висновки.....	156
Перелік джерел посилання.....	161

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЄС	- Європейський Союз
ICPDR	- Міжнародна Комісія по захисту ріки Дунай (International Commission for the Protection of the Danube River)
TNMM (TNMN)	-Транснаціональна Мережа Моніторингу (Transnational Monitoring Network)
ВКУ	-Водний Кодекс України
ВРД	-Водна Рамкова Директива
ДГМС	-Державна Гідрометеорологічна Служба
ДГМО	-Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія
ДБЗ	-Дунайський біосферний заповідник
ГІС	-геоінформаційна система
МВПД	-Міжнародний вільний порт Джурджулешти
НПК	-Нафтоперевалочний комплекс
ГДК	-гранично допустима концентрація
ДВ	-донні відклади
БСК	-біологічне споживання кисню
ХСК	-хімічне споживання кисню
ВВР	-вища водна рослинність
ВМ	-важкі метали
НФ	-нафтопродукти
СПАР	-синтетичні поверхнево-активні речовини
ПЗФ	-природно-заповідний фонд
ПС	-пункт спостереження
ГСХ	-глибоководний судновий ход
МКД	-Морський край дельти
ЧКУ	-Червона книга України
БК	-Бернська конвенція
РЧС	-Регіональний червоний список

ВСТУП

Дунай - друга за величиною річка Європи (довжина 2857 км, площа басейну 817 тис. км²) - протікає через 10 країн (Німеччину, Австрію, Словаччину, Угорщину, Хорватію, Сербію і Чорногорію, Румунію, Болгарію, Молдову і Україну) і є найважливішою водною артерією цієї частини світу. Басейн ріки Дунай – самий «міжнародний» річний басейн світу та знаходиться під спільною юрисдикцією 18 держав. Дунай має у своєму гирлі дельту третю за величиною в Європі (площа 4200 км², довжина найбільшого дельтового рукава 116 км, протяжність морського краю 190 км). Дельта Дунаю за розміром поступається дельтам Волги і Тереку, але перевершує дельти Кубані, Печори, Рони і Рейну. Румунії і Україні належить відповідно близько 80 і 20% площі дельти. Межа між Україною і Румунією на при дельтовій ділянці Дунаю проходить по фарватеру, а в межах дельти - по рукаву Кілійському і його розгалуженням аж до Чорного моря. Дельта Дунаю має найбагатші природні ресурси – водні, земельні, біологічні (рослинність, риби, птахи). Дельта Дунаю - це комплекс різноманітних і мальовничих природних ландшафтів. Нині дельта Дунаю широко використовується для сільського і рибного господарства, водного транспорту, заповідної справи і туризму. Через Сулінський рукав дельти проходить міжнародний водний шлях з Дунаю в Чорне море. На придельтовій ділянці Дунаю і в його дельті знаходяться міста Рені, Ізмаїл, Кілія, Вілкове (Україна), Ісакча, Тульча, Суліна (Румунія).

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 на міжнародному рівні. Це пов'язано, у першу чергу, з виконанням плану дій Міжнародної Комісії по захисту ріки Дунай (International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR). Дослідження стану водних об'єктів цього басейну, до прийняття у 1994 році Конвенції по захисту Дунаю, виконувались переважно у межах окремих країн. Маючи на увазі, що басейн Дунаю є цілісною системою було прийняте рішення

про необхідність проведення комплексного моніторингу цих вод. 29 червня 1994 року - в столиці Болгарії одинадцятьма придунайськими державами - Україною, Австрією, Болгарією, Хорватією, Чехією, Німеччиною, Румунією, Молдовою, Словенією, Словаччиною, Угорщиною та Європейським Союзом підписується Конвенція про співпрацю в галузі охорони і сталого використання річки Дунай. Документ утворює загальний правовий механізм для співпраці держав по раціональному використанню дунайських водних ресурсів. Спостереження здійснюються у рамках міжнародної програми (Transnational Monitoring Network – TNMN) під керівництвом ICPDR, проведені комплексні міжнародні експедиції по Дунаю, його притокам та водним об'єктам дельти.

Екологічний стан української частини дельти Дунаю в значному ступеню обумовлюють транскордонні впливи як з боку Румунії та Молдови, так і країн ЄС, території яких знаходяться у басейні р. Дунай. 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 вимагає загального підходу, який виходить за межі індивідуальних кордонів країни. Це є необхідним як для моніторингу зокрема, так і для пом'якшувальних заходів, які повинні бути розроблені та реалізовані з урахуванням всієї системи дельти.

Починаючи з 2002 року Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем (УКРНДІЕП) виконувалися дослідження з оцінки впливу на навколишнє природне середовище глибоководного суднового ходу на українській ділянці дельти Дунаю (проект ГСХ „Дунай – Чорне море”). Роботами з ОВНС був охоплений період від початку проектування до прийняття Україною остаточного рішення щодо будівництва ГСХ „Дунай – Чорне море” на повний розвиток після міжнародної експертизи проекту за процедурою Конвенції Еспоо.

За результатами робіт була розроблена та впроваджена програма комплексного екологічного моніторингу, яка спрямована на усунення невизначеностей у оцінках впливів на довкілля.

Екологічний моніторинг був започаткований у 2004 році з метою оцінки впливу робіт з відновлення та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море. Основна увага при проведенні моніторингових робіт була спрямована на відстеження впливів (прямих та опосереднених) експлуатаційного днопоглиблення траси морського підхідного каналу та судноплавства на екологічний стан водних об'єктів, а також інших факторів природного і антропогенного характеру, що формують ситуацію в досліджуваному регіоні. Контролю також потребували питання стану прилеглих до району ГСХ водних і прибережних екосистем Дунайського біосферного заповідника, а також отримання необхідної інформації щодо можливих транскордонних впливів у відповідності до вимог Конвенції Еспоо, зокрема визначених Комісією по запиту як «імовірно значні негативні транскордонні впливи».

Висновки в даній роботі ґрунтуються як на результатах останніх експедиційних досліджень так і на аналізі ретроспективних даних.

1. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ДЕЛЬТІ ДУНАЮ ТА У ПРИБЕРЕЖНІЙ ЧАСТИНІ МОРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

1.1 Характеристика космічних знімків КА Landsat 8

Для аналізу динаміки завислих речовин, змін берегової лінії, стану острова Єрмаків 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) й червоного каналів, а для оцінки кількості завислих речовин використовуються червоний і блакитний канали). Також знімки мають оптимальне просторове розрішення, що забезпечує необхідну детальність досліджень.

Зйомки Landsat 8 використовувалися з 2013 р. Знімки мають роздільну здатність 30 м у синьому, зеленому, червоному, ближньому інфрачервоному, середньому інфрачервоному та далекому інфрачервоному каналах і 60 м у термальному каналі й панхроматичний канал з роздільною здатністю 15 м (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Характеристики знімків КА Landsat 8

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Назва каналу	Довжина хвилі, мкм	Розрішення, 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

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 відносно поверхні суходолу.

На першому етапі досліджень були проведені підготовчі роботи з підбору та попередньої обробці знімків. Усі знімки трансформовані у UTM зону 35N координатної системи WGS-84. Також проведено об'єднання спектральних каналів у єдиний знімок. Попередня обробка знімків з КА Landsat 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 розподілу завислих речовин у рукавах Дунаю та акваторії Чорного моря, стану суходолу. Для аналізу розподілу завислих речовин у рукавах Дунаю та акваторії Чорного моря були залучені додатково знімки КА Sentinel 2.

1.2 Результати досліджень динаміки морського краю дельти та прибережних новоутворювань

Морський край дельти (МКД) Дунаю та її гирлове узмор'я є ділянкою, що інтенсивно змінюється протягом досить тривалого часу. До природних факторів, які формують МКД, відносяться винесення річкою наносів, течії та пов'язане з ними перенесення морських наносів, а також деформації, викликані морським хвилюванням. Залежно від співвідношення величин річкових і морських чинників фронтальні ділянки дельти наростають, руйнуються або перебувають у відносно стабільному стані. МКД – ефективний індикатор спрямованості та інтенсивності процесів дельтоутворення, взаємодії річкових і морських чинників формування дельти. Необхідно виділяти короточасні, часто зворотні, деформації морського краю, викликані головним чином

окремим штормом, сильним вітром, паводком чи низькою меженню, і довгострокові зміни, обумовлені багаторічною мінливістю водного стоку, зміною стоку наносів річки, процесами перерозподілу стоку, штормовою активністю. До окремої групи слід віднести зміни, викликані прямою антропогенною дією на морський край: будівництво дамб, шпор, поглиблення барів.

Матеріали натурних спостережень за динамікою морського краю Кілійської дельти за період **1972-2007 рр.** свідчать про збереження тенденції висунення МКД на ділянці від гирла рук. Потапівського до гирла рук. Циганського. Встановлено, що у Кілійській дельті Дунаю та на прилеглий акваторії гирлового узмор'я процеси акумуляції наносів переважають над ерозією. Середня швидкість наростання Кілійської дельти становить 0,22 км²/рік. На різних ділянках середня швидкість висунення МКД змінюється від 0,3 до 34 м/рік. При цьому найбільш динамічні ділянки розташовані поблизу гирла рукава Бистрого – одного з найбільших водотоків Кілійської дельти Дунаю. Однією з причин утворення нових акумулятивних форм поблизу гирл рукавів Бистрий та Старостамбульській за цей період стало посилення штормової активності. Впливу гідротехнічних робіт у гирлі рукава Бистрий на динаміку морського краю виявлено не було. [3]

За період **2002 - 2007 рр.** відбулися помітні зміни у переформуванні берегів, островів, кіс, мережі рукавів Кілійської дельти р. Дунай:

- активізувалися процеси у прибережній зоні в районі гирла Прірва та Очаківського, що призвело до значних розмивів кіс, які відділяли затоки Таранів та Потапівську від моря;
- спостерігалися зміни у конфігурації берегів острова Пташиний, який продовжував зміщуватися на захід за рахунок процесів розмиву та акумуляції, при цьому береги північного й південного кінців острова як розмивались, так і намівались;
- продовжувалося замулення заток Ананькін і Рибачий;

- було визначено відокремлення внутрішньої водойми в районі затоки Циганська;
- спостерігалось замулення прибережних вод та значний намив берегів на південь від Старостамбульського та Курильського гирла, переформування берегів і зменшення площ островів у цьому районі [3].

Аналіз матеріалів натурних спостережень за динамікою морського краю Кілійської дельти у **2008 р.** свідчить про збереження тенденції висування морського краю на ділянці від гирла рук. Потапівського до гирла рук. Циганського. У Кілійській дельті Дунаю та на прилеглий акваторії гирлового узмор'я зберігалось переважання процесів акумуляції наносів над ерозією. Найбільш динамічні ділянки розташовані поблизу гирла рукава Бистрий - одного з найбільших водотоків Кілійської дельти Дунаю [2].

За період **2007 - 2010 рр.**, як і очікувалось, також продовжувалися зміни у дельтоутворенні р. Дунаю (рис.1.1) [4].

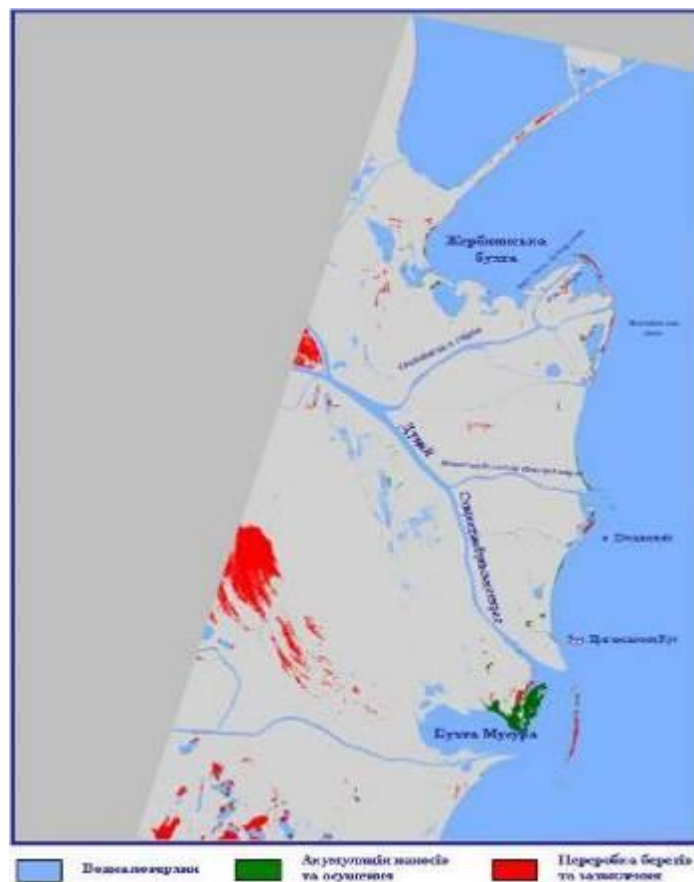


Рисунок 1.1 - Схема змін берегової лінії та площ водних об'єктів у районі дельти Дунаю (2007 - 2010 рр.) [4]

Спостерігалася активізація дельторуйнівних процесів у прибережній зоні гирл Прірва та Очаківського, тому продовжувалися розмиви кіс, які відділяли затоки Таранів та Потапівську від Чорного моря, та акумуляція наносів у бік берегів. Одночасно необхідно зазначити, що замив затоки Потапівської дещо уповільнився порівняно з процесами, які відбувалися протягом 2002-2007 рр.

Відмічалися значні зміни також і у конфігурації берегів острову Пташиний: розмивання середньої частини острова, наближення до берега центральної частини коси між рукавами Бистрий та Восточний. При цьому загальна площа надводної частини коси становила 56,9 га (збільшилась у порівнянні з 2009 р. на 1,5 га), мінімальна відстань від берега складала 120 м [4].

На знімку, отриманому з супутника Terra (ASTER) від 14.07.2010, практично не визначено меженне русло рук. Білгородського, у зв'язку з чим більш інтенсивно продовжується замулення західної частини Жебріянської бухти (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 - Зображення дельти Дунаю з супутника Terra (ASTER) від 14.07.2010 р. [4]

Мало місце продовження замулення заток Ананькін Кут і Рибачий, відокремлення внутрішньої водойми у районі затоки Циганський Кут.

Спостерігалось також продовження інтенсивного замулення прибережних вод та налив берегів на південь від Старостамбульського й Курильського гирл, переформування берегів і значне зменшення площ островів у цьому районі Чорного моря [4].

У період **2010 - 2012 рр.** продовжували активізуватися процеси у прибережній зоні в районі гирла Прірва та Очаківського, що призвело до значних розмивів кіс при виході гирла Прірва. У той же час, збільшилася площа кіс, які відділяють затоку Таранів від моря. У середній та південній частині Кілійської дельти зберігалися тенденції висування МКД [5].

Аналіз космічних знімків за період **2010 - 2013 рр.** показав наявність змін у дельтоутворенні р. Дунай. За рахунок переважання процесів акумуляції або розмиву на окремих ділянках відбулися зміни берегової лінії.

Найбільш значні зміни відмічені:

- у районі затоки Перебійна, де утворилася нова коса;
- між гирлами Очаківське та Прірва, між затоками Шабаш і Таранів - у положенні кіс, що відділяють затоку Таранів від Чорного моря;
- між гирлами Бистре й Восточне - у розмірах і розташуванні острова Пташиний;
- між гирлами Старостамбульське та Сулінське - у структурі поверхні, розмірах і положенні острова Нова Земля.

Нижче наведені найбільш суттєві зміни берегової лінії, відмічені у ході порівняльного візуального аналізу космічних знімків (рис. 1.3 – 1.7).

Район *Жебріяньської затоки*: спостерігалися зміни в розмірах кіс у районі затоки Таранів, зміна берегової лінії в районі затоки Перебійна. У районі затоки Перебійна сформувалася коса уздовж існуючої коси, що відділяє затоку від моря у північній частині. Процеси акумуляції на цій ділянці переважали над процесами розмиву.

Відбулися значні зміни у розмірах та положенні кіс, що відділяють *затоку Таранів* від Чорного моря, між гирлами Очаківське й Прірва та між затоками Шабаш і Таранів. На цій ділянці дельти Дунаю у травні 2013 р.

процеси розмиву в цілому переважали над процесами акумуляції. У вересні 2013 р. відмічалася більш цілісна структура коси завдяки наносам.

Спостерігалися значні зміни у конфігурації берегів *острова Пташиний*. У північно-східній частині острова відмічались процеси незначної акумуляції, у середній частині за рахунок процесів розмиву зі східного боку та акумуляції із західного відбулося зміщення острова у західному напрямку та практичне зростання із суходолом. У південній частині острова Пташиний трансформації берегової лінії були мінімальні.

Наприкінці 80-х – початку 90-х рр. та на протязі останніх двох десятиріч спостерігалася поява й постійне збільшення транскордонної *коси Нова Земля*, яка сформувалася далеко у морі між українським рукавом Старостамбульським та румунським Суліною. Це корінним чином змінило обриси даної частини дельтового узмор'я на кордоні двох держав та переднього краю дунайської дельти в цілому. Практично на протязі всього першого десятиріччя свого існування коса повністю знаходилась на українській території, а лише на протязі останнього десятиріччя перетнула Державний кордон і поширилася на румунську територію. При цьому її основна північна частина розташована на українській території, а значно менша південна – на румунській. Це єдине місце дельти Дунаю, де існує сухопутний кордон з Румунією. Коса Нова Земля своїм північним краєм вже майже перекрила фарватер найбільш великого українського рукава – Старостамбульського.

Спостерігалися значні зміни у конфігурації берегів *островів Нова земля* (між Сулінським та Старомбульським гирлом). За період з 2010 по 2013 рр. сформувалися два острови, північна частина розширилась у південному напрямку, центральна була розмита, а південний острів змістився на південь і дещо збільшився за площею. Далі продовжувався процес з'єднання та збільшення острова. Знімок від 16 вересня 2013 р. демонстрував нову структуру – практично з'єднаний острів. Також була намита кінцева частина суші на північ від Старостамбульського гирла й накопичені наноси на виході у море з південної частини [6].

У порівнянні з періодом 2010 - 2013 рр., коли острови Нова земля були розрізнені, у 2014 р. вони практично з'єдналися в єдину структуру, що продовжує збільшуватися, акумулюючи наноси. Процеси, які активно нарощували у 2014 р. вздовж берегові структури – острова, коси - уповільнилися у 2015 - 2016 рр., контури суттєво не змінилися. У 2017 р. динамічною була структура островів Нова земля, зі збереженням багаторічної тенденції розмиву в першій половині року та збільшення конфігурації у другій.

У ході проведеного порівняльного візуального аналізу знімків найбільш суттєві зміни берегової лінії відмічалися на ділянках затоки Таранів, острова Пташиний та островів Нова Земля.

За період спостережень району затоки Таранів у 2016 р. навесні, влітку та восени значних коливань берегової лінії не відмічалось, на грудневому зображенні на північ від гирла Прірва спостерігалось подовження західного крила коси та її потовщення (рис. 1.3). У квітні-серпні 2017 р. конфігурація оточуючих затоку кіс змінювалася незначно, у листопаді відмічалось нарощування площі кіс, на північ від гирла Прірва - подовження західного крила коси та її потовщення [7].

Зміни конфігурації берегу Пташиної коси у 2010-2016 рр. представлено на рис.1.4 - 1.5. За період спостережень району острова Пташиний у 2016 р. берегова лінія перебувала у стабільному стані, суттєвих коливань не відмічалось. Процеси, які активно нарощували острів у 2014 році, уповільнилися у 2015-2016 роках, контури суттєво не змінювалися. У квітні - червні 2017 р. (рис. 1.6) спостерігалось коливання площі внутрішньоберегового простору між островом та берегом, у серпні південна частина острова змикалася з берегом. У листопаді південна частина острова відокремлювалася, а північна нарощувалася у бік узбережжя.

За період спостережень 2017 року конфігурація берегів островів Нова Земля була нестабільною й змінювалася у розмірах переважно у широтному напрямку (рис. 1.7). У квітні - червні 2017 р. структура була розмитою, площа островів мінімальною. У подальшому спостерігалось нарощування площі

островів, їхнє з'єднання, а в акваторії між гирлами Старостамбульське й Муссура фіксувався активний розвиток гідрофітного ценозу. У листопаді конфігурація островів розширювалася та подовжувалася на південь. [8]

В цілому аналіз матеріалів спостережень за динамікою морського краю Кілійської дельти у період 1972-2017 рр. свідчить про збереження загальної тенденції його висунання на ділянці від гирла рукава Потапівського до гирла рукава Циганського.

На південному краї коси Пташиної спостерігається її зміщення у бік берега. Стрибкоподібних змін морфології та порушення природної еволюції коси не зафіксовано.

Згідно з результатами модельних досліджень, вплив днопоглиблювальних робіт на морфодинамічні процеси обмежується лише ділянкою узбережжя, яке прилягає до гирла рукава Бистрий, і навіть на цій ділянці не є значним.

Таким чином, просторово-часові зміни берегової лінії Дунайського гирла зазнають сезонного коливання зі збереженням загальної форми структурних елементів.

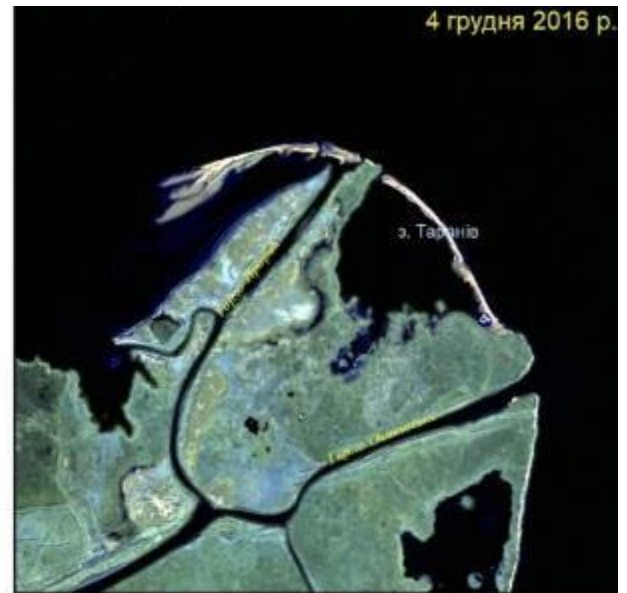
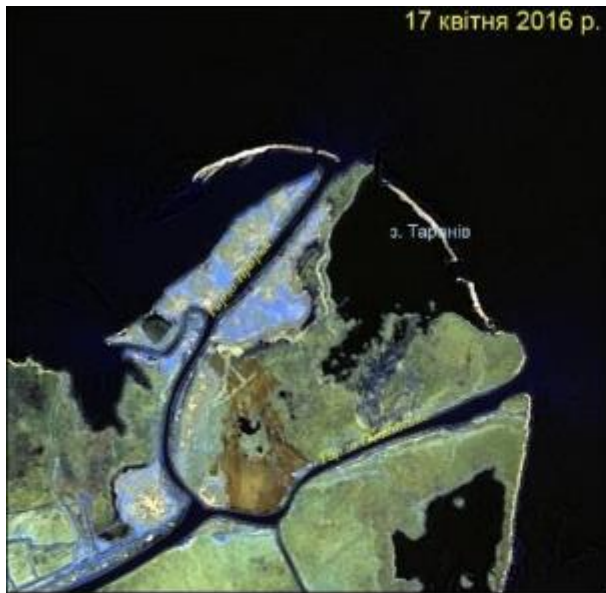


Рисунок 1.3 - Зміна берегової лінії та кіс у районі затоки Таранів [7]

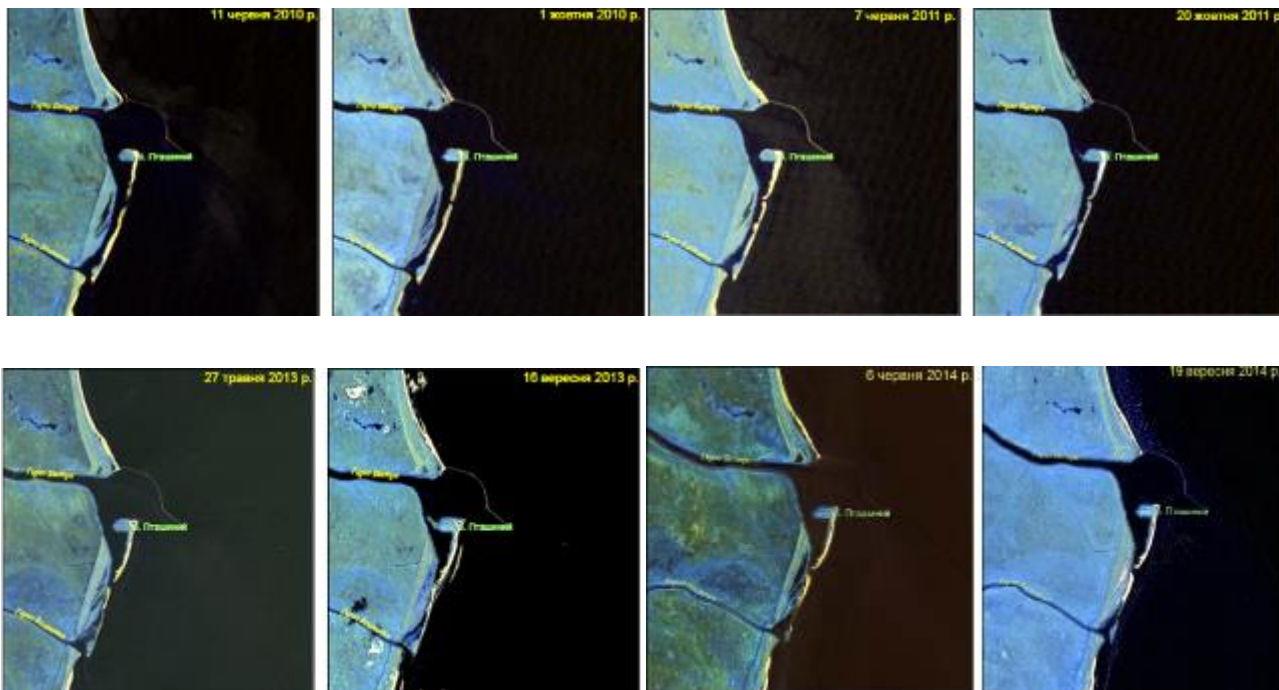


Рисунок 1.4 - Зміни конфігурації берега Пташиної коси у 2010-2014 рр. [9]

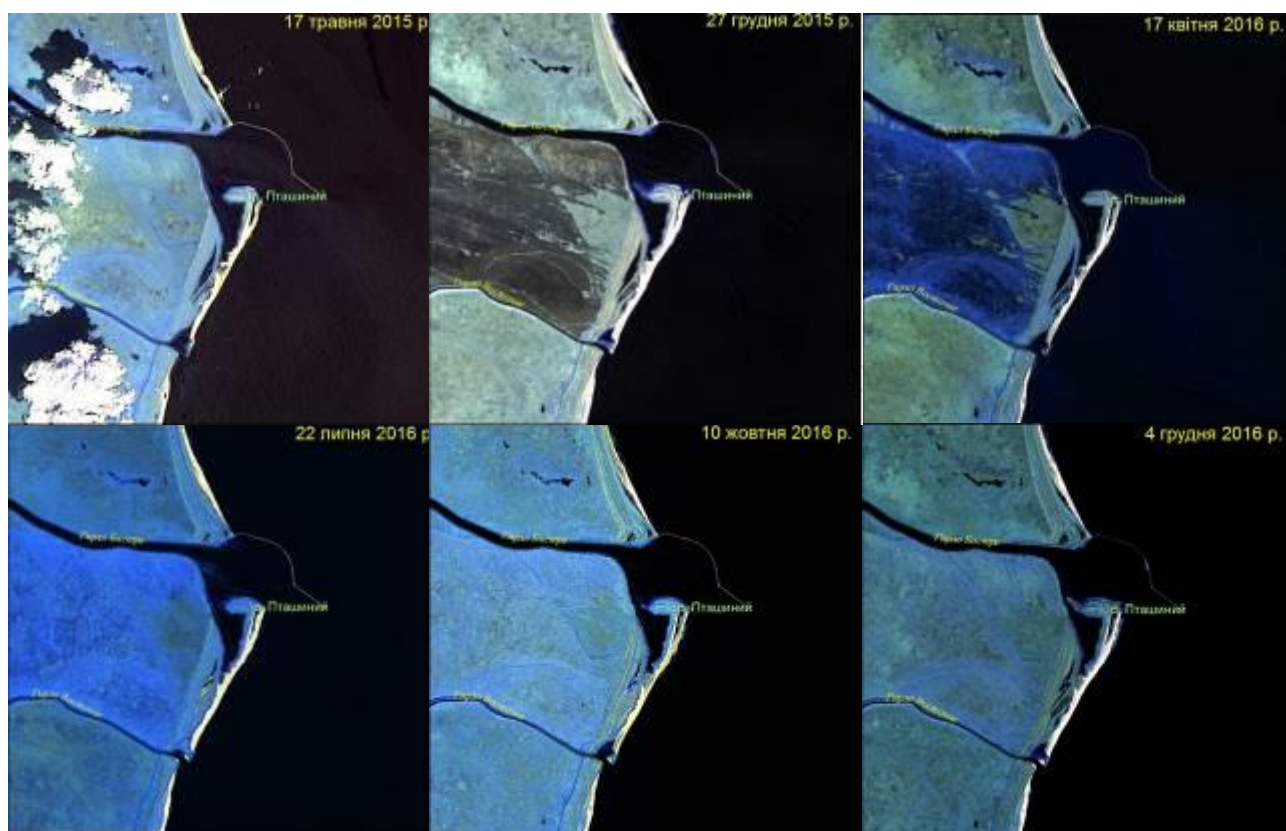


Рисунок 1.5 - Зміни конфігурації берегу Пташиної коси у 2015-2016 рр. [10]

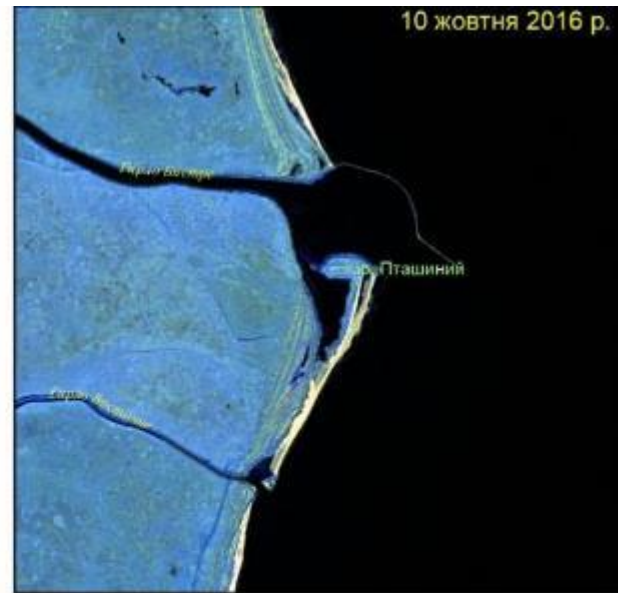
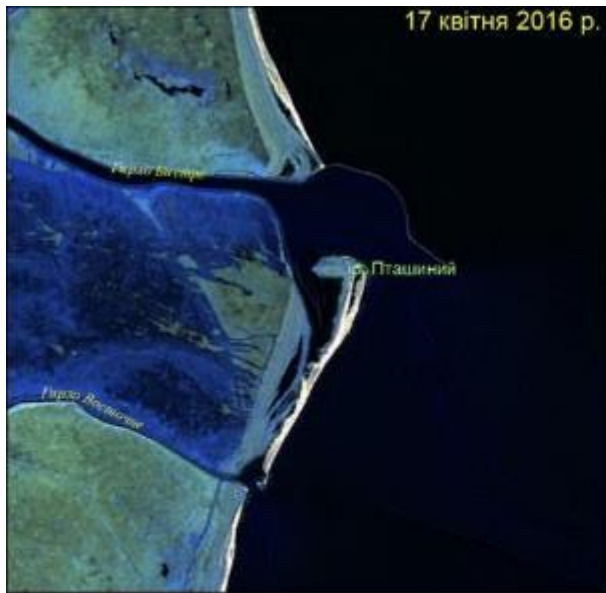


Рисунок 1.6 - Зміна конфігурації берегів острова Пташиний [7]

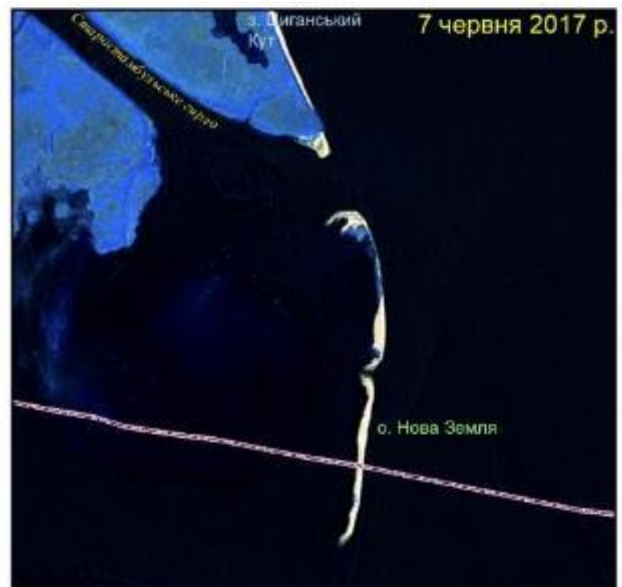
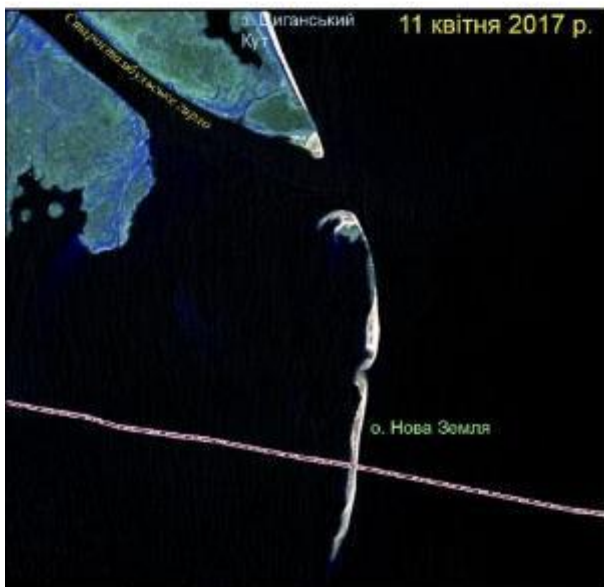
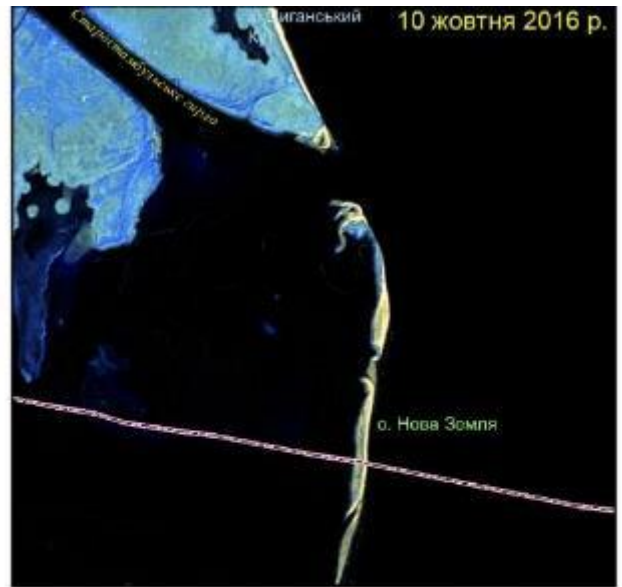
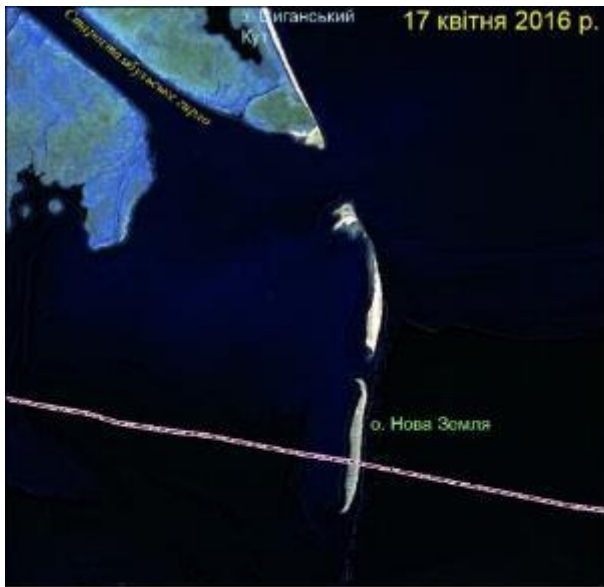


Рисунок 1.7 - Зміна конфігурації берегів острова Нова Земля [8]

1.3 Аналіз динаміки стану острова Єрмаків

Острів Єрмаків - один з найбільших островів української частини дельти Дунаю - розташований поблизу м. Вилкове, на другій древній внутрішній дельті Кілійського рукава між рукавами Кілійський і Соломонів на ділянці 32-22 км від гирла. Площа острова становить 2333 га (по брівці обриву руслового вала), довжина - 10 км, найбільша ширина - 3,5 км.

У природному стані острів Єрмаків під час повеней частково затоплювався - щовесни приймав паводкові води Дунаю, які збагачували землю біогенними речовинами та живили рослинність. У сезон високої води на острові формувалися нерестовища й місця для нагулу мальків риби. Луки на деякий час перетворювалися на озера, де годувалися рідкісні види птахів. Влітку вода частково відходила, залишаючи буйну рослинність та родючі ґрунти, а наступної весни все повторювалося, створюючи умови для розвитку одного з найбільш багатих біорізноманіттям куточків дельти Дунаю [11].

У 60-ті роки ХХ ст. острови дельти Дунаю почали обносити дамбами, на осушених територіях активно розводити й випасати худобу. Десятиліття перевипасу й відсутність затоплення перетворили квітучі оазиси практично на пустелю з величезними площами сухої, виснаженої, засоленої та малородючої землі й збіднілою низькорослою рослинністю.

У серпні 2009 р. розпочалися роботи зі знесення частини дамб, які оточували острів, що сприяло відновленню природних процесів - сезонному затопленню й значному збагаченню біорізноманіття. В результаті здійснення масштабної реконструкції та ренатуралізації вже у наступному році відбувся швидкий позитивний відгук усіх компонентів екосистеми острова: масове розростання рослинності, розмноження різних видів риб, плазунів, земноводних, птахів і ссавців, багато з яких є рідкісними та занесеними до Червоної та Зеленої книг України й різноманітних природоохоронних списків, у тому числі міжнародних. Різко збільшилася площа цінних місцеперебувань амфібій і рептилій, нерестових водоймищ для розмноження земноводних,

рідкісної та промислової іхтіофауни. Загалом відбувається швидке відновлення природних водно-болотних екосистем та збагачення біорізноманіття острова та Дунайського біосферного заповідника в цілому. О. Єрмаків має велике значення як екологічний коридор між українською та румунською частиною біосферного транскордонного резервату "Дельта Дунаю" [11-13].

Фахівці передбачають, що подальші зміни на острові призведуть до встановлення екологічної рівноваги, успішні приклади якої спостерігаються неподалік від Єрмакова на території сусідньої Румунії, де кілька років тому було здійснено перебудування дамб на островах, для чого навіть прийнято окремий закон щодо зон екологічної реконструкції [11, 12]. У теперішній час, коли багато природних середовищ України потребують відновлення, приклад нещодавнього успішного відновлення порушених екосистем острова Єрмаків має особливу актуальність.

Під час створення ГСХ Дунай-Чорне море складування ґрунтів днопоглиблення на острові Єрмаків проводилося тільки у 2004 році й лише на ділянці відвалу № 15, розташованій за захисними дамбами вздовж південного берега (довжина ділянки 1100 м, ширина до 300 м, площа 9,66 га). Ділянка характеризувалася сезонним затопленням і підтопленням.

Перед складуванням ґрунту верхній рослинний шар (40 см) було знято на площі 9 га (крім ділянок, зайнятих деревами та кущами) і покладено у дамби обвалування й розділові дамби з урахуванням можливості подальшого використання для рекультивації [14]. У серпні 2004 р. почалося скидання ґрунту, який вилучався при днопоглиблювальних роботах, для чого південно-західна частина острова була перетворена на карти наміву [15]. У третьому кварталі на острові Єрмаків було складовано 73000,0 тис. м³ ґрунту, в четвертому - 484575,0 тис. м³, загалом - 557575,0 тис. м³ ґрунту.

Складовані ґрунти на о. Єрмаків були представлені легкими пілуватими суглинками й дрібним замуленим піском. Середній за площею шар покриття становив близько 60 см [16].

У той час були відмічені наступні важливі особливості виконання робіт зі

складування ґрунту на ділянці о. Єрмаків:

- руйнувань існуючих дамб обвалування зафіксовано не було;
- шар родючого ґрунту на місці складування було знято та покладено у дамби й бурти із забезпеченням подальшого використання;
- спосіб закладки та стан ґрунту в 2004 р. не є небезпечним для життя людей, хоча захисту ділянки складування від проникнення всередину здійснено не було [14].

Русловий острів Єрмаків є буферної зоною Дунайського біосферного заповідника, тому співробітники заповідника продовжують досліджувати ділянки наземного складування ґрунту. Вже у 2009 р. було встановлено, що ділянки карт наміву, створені при днопоглиблювальних роботах, почали інтенсивно заростати чагарниковою рослинністю. За даними 2015 р. заростання карт наміву продовжувалося, особливо це стосувалося піщаних ділянок. Проте сильна спека влітку та високі температури знов стали причиною появи значних площ відкритого піщаного ґрунту [17].

Аналіз зібраної інформації показує, що намівання ґрунту в 2004 р. спричинило на екосистему о. Єрмаків локальний і короткочасний вплив. Багаторічні дослідження Дунайського біосферного заповідника свідчать, що стан екосистеми острова головним чином залежить від природних факторів.

Так, вважається, що для збереження унікальних гніздових орнітокомплексів о. Єрмаків, у першу чергу видів, які мають високий природоохоронний статус в Україні та Європі (баклан малий, орлан-білохвіст), необхідно зберегти проточність острова шляхом підтримки існуючих проранів у дамбі, розташованій по периметру острова.

Здійснені у 2009 р. роботи з відновлення промивного режиму призвели до суттєвого затоплення острова під час повені 2010 р. Також навесні 2016 р. внаслідок високого рівня води значні площі острову Єрмаків були заповнені водою, на відміну від початку 2017 р., коли це відбувалося у значно менших масштабах. У 2016 р. відмічалися сприятливі умови для нересту й нагулу різноманітних видів риб на водоймах острова - як тих, які й раніше мешкали на

острові, так і тих, що потрапили на нього під час заповнення дунайською водою. У листопаді 2016 р. спостерігалось незвичайне для цієї пори року значне підвищення рівня води в результаті сильних опадів у басейні Дунаю. В цей період вода інтенсивно надходила у внутрішні водойми о. Єрмаків, що сприяло покращенню екологічних умов для представників іхтіофауни, у тому числі рідкісної [18]. У той же час, високий рівень води в Дунаї на початку 2018 р. сприяв затопленню 90 % острова і, як наслідок, на незатоплених ділянках спостерігався перевипас, що негативно вплинуло на рослинність [19].

Поява нових видів флори й фауни на о. Єрмаків свідчить про незбалансованість природних угруповань, але можна прогнозувати поступове відновлення та стабілізацію стану біогеоценозів острова. Обмеження пасовищного навантаження на території о. Єрмаків разом із відновленням промивного режиму призвело до утворення більш щільного рослинного покриву. Продовжується заростання карт наміву, особливо на піщаних ділянках. Проте сильна спека влітку та високі температури залишаються причиною появи значних площ відкритого піщаного ґрунту.

Тому вважається, що для підтримання максимально наближеного до природного екологічного стану о. Єрмаків необхідно продовження проведення меліоративних робіт з розчищення каналів і проранів, завдяки яким здійснюється водопостачання внутрішніх водойм острова [19].

Для аналізу стану о. Єрмаків були залучені знімки з космічних апаратів Landsat 5, 7, 8. Аналіз космічних знімків острова за літні місяці періоду **2000 – 2019 рр.** (рис. 1.8 – 1.23) дозволив відобразити динаміку стану острова.

На рисунках наведені синтезовані космічні зображення послідовно за декілька років у комбінації спектральних каналів 7, 5, 2. Пурпуровим кольором відображено ділянки відкритого ґрунту, зеленим – ділянки з рослинністю. Знімки до початку складування ґрунту наведені для порівняльного аналізу.



Рисунок 1.8 - Стан о. Єрмаків на 3 серпня 2000 р.



Рисунок 1.9 - Стан о. Єрмаків на 6 серпня 2001 р.



Рисунок 1.10 - Стан о. Єрмаків на 31 липня 2002 р.

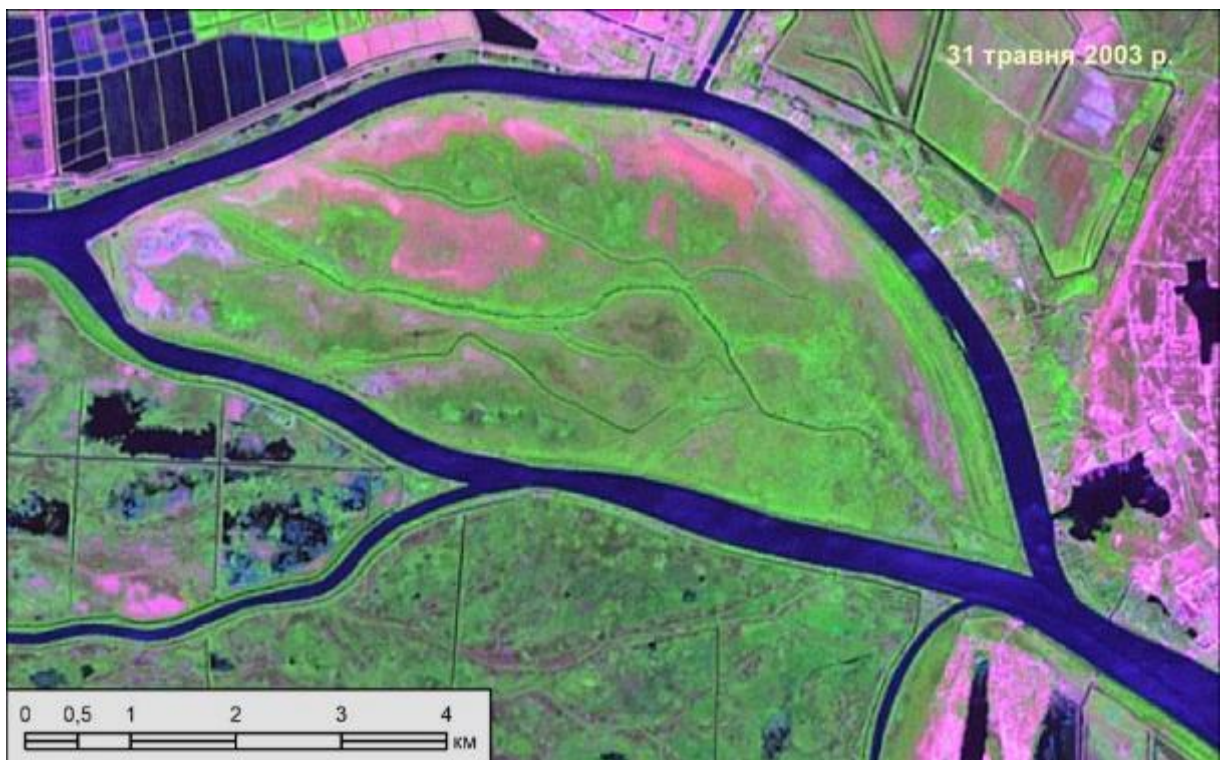


Рисунок 1.11 - Стан о. Єрмаків на 31 травня 2003 р.

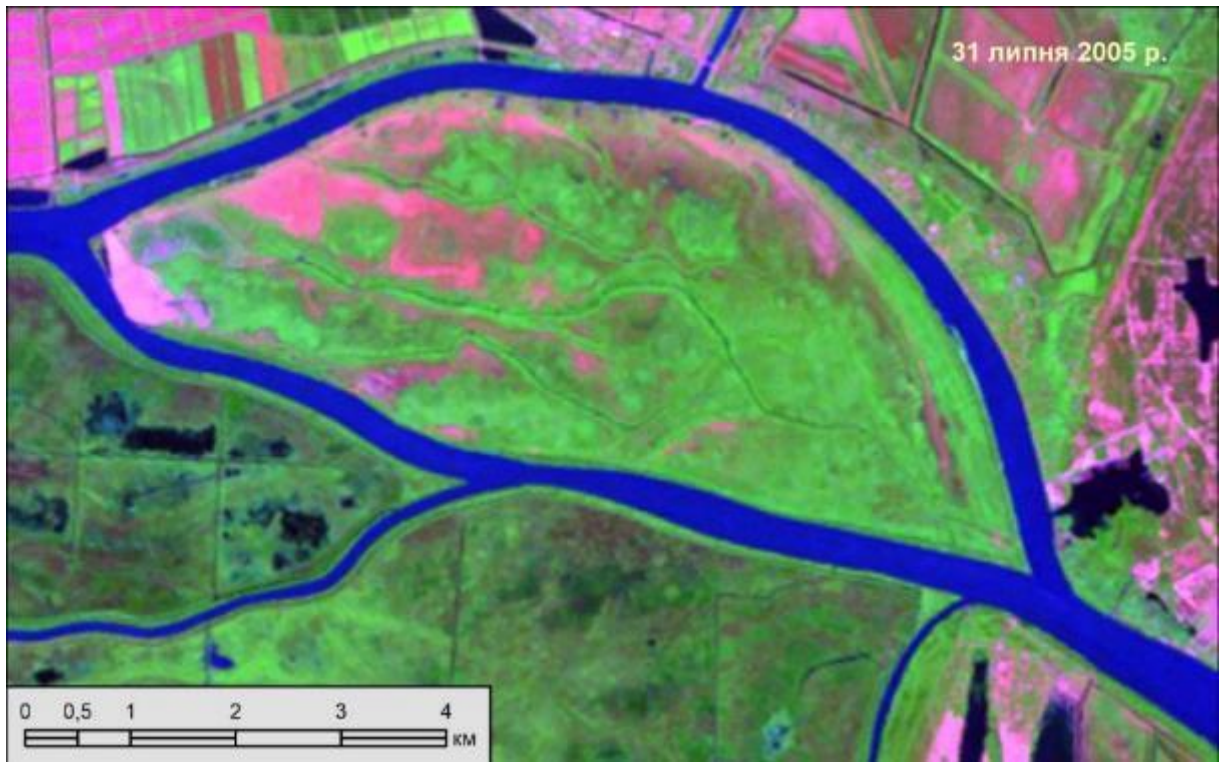


Рисунок 1.12 - Стан о. Єрмаків на 31 липня 2005 р.

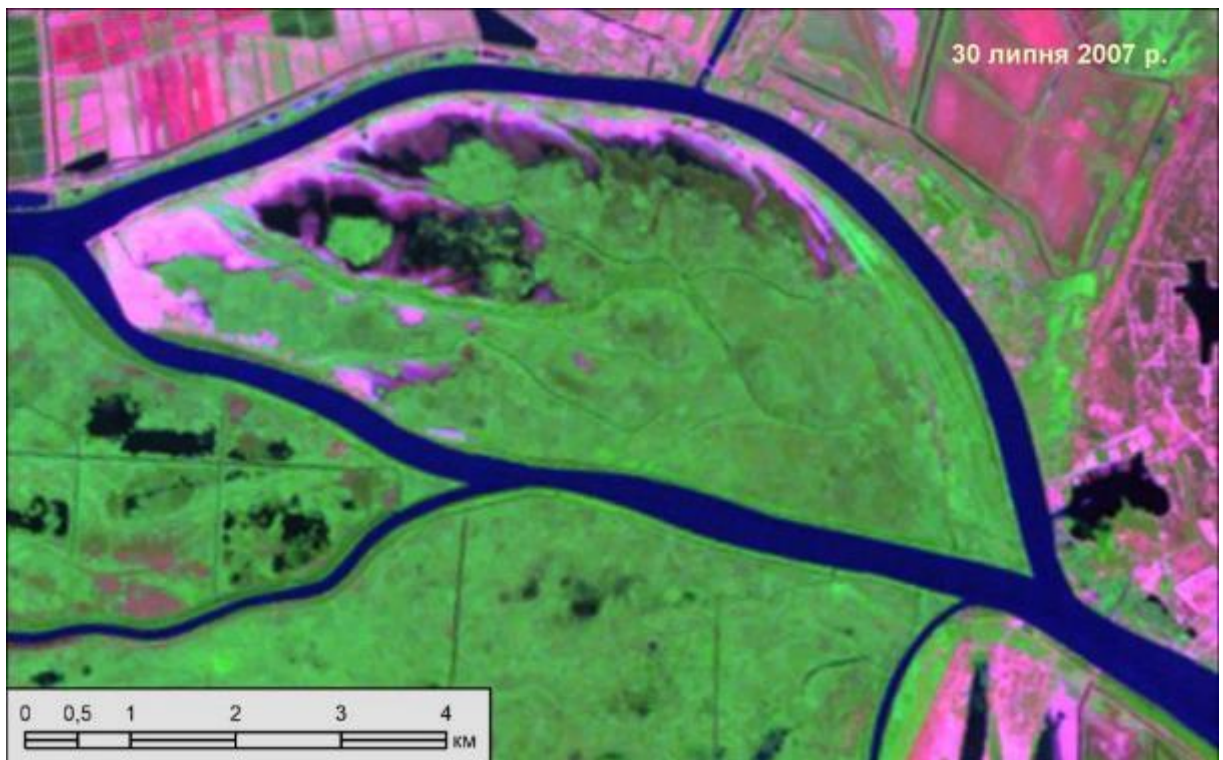


Рисунок 1.13 - Стан о. Єрмаків на 30 липня 2007 р.

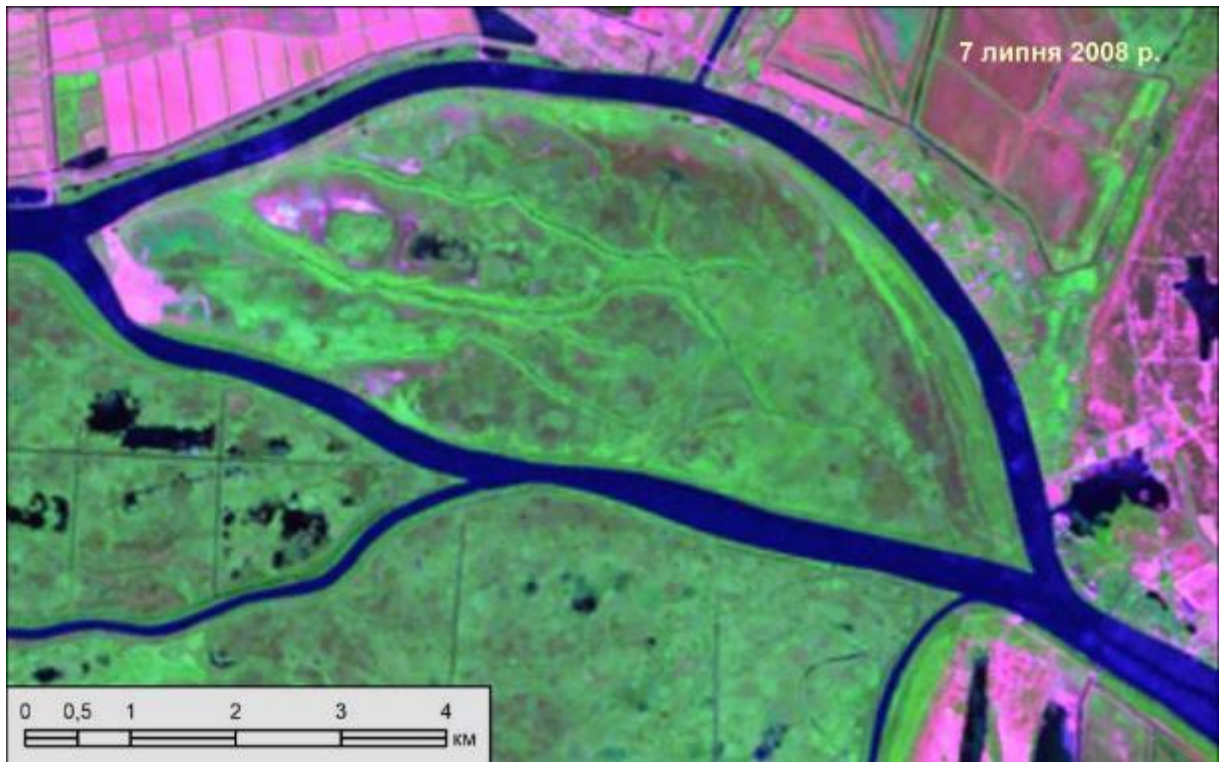


Рисунок 1.14 - Стан о. Єрмаків на 7 липня 2008 р.

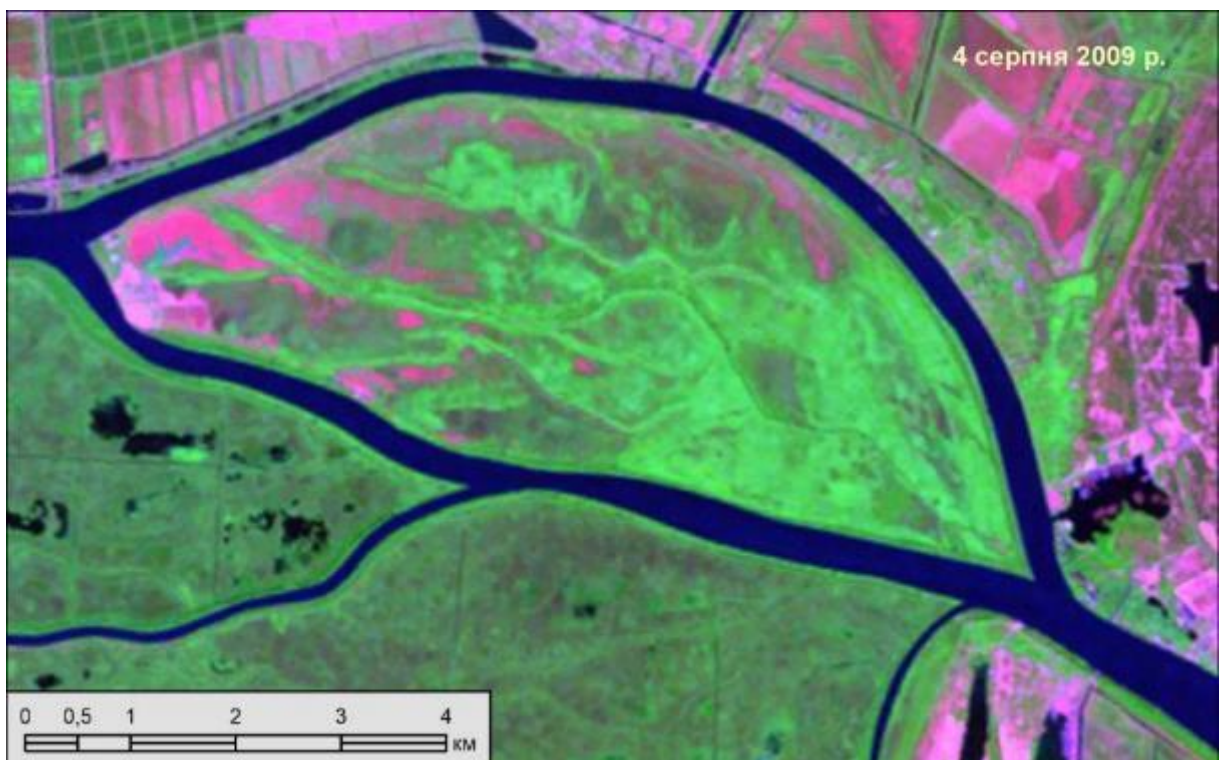


Рисунок 1.15 - Стан о. Єрмаків на 4 серпня 2009 р.

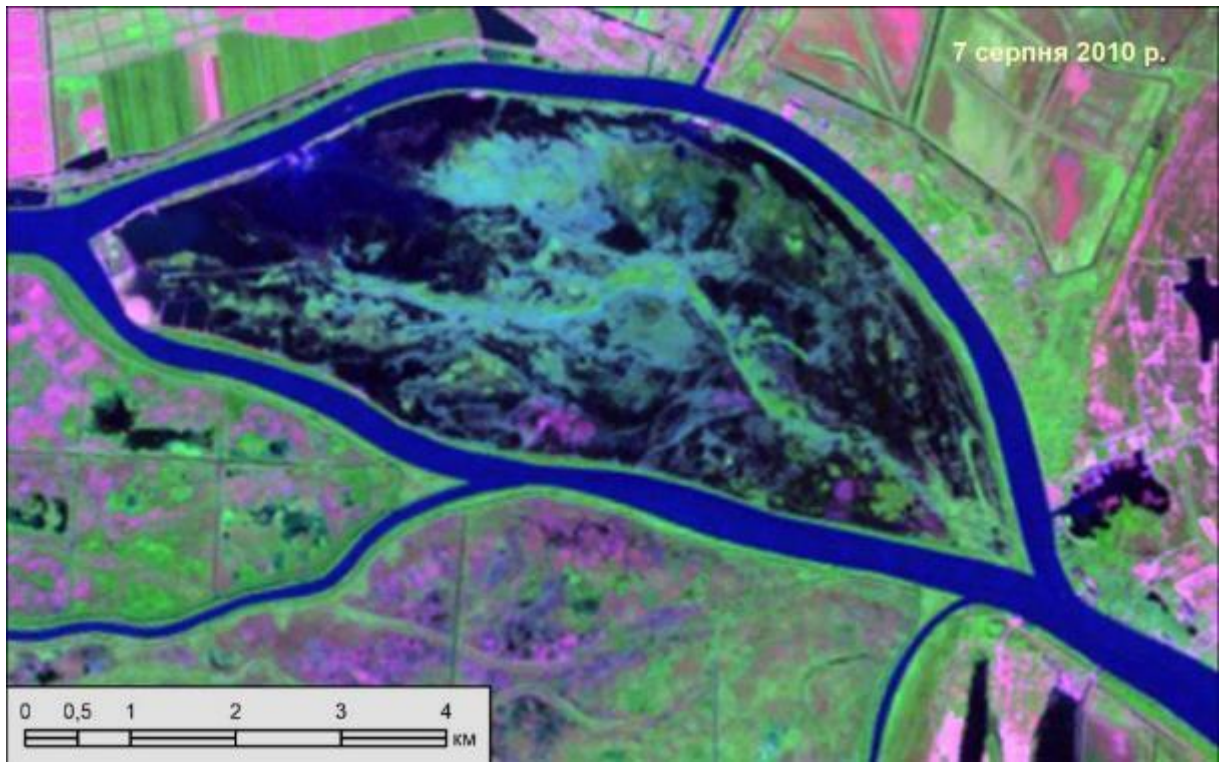


Рисунок 1.16 - Стан о. Єрмаків на 7 серпня 2010 р.



Рисунок 1.17 - Стан о. Єрмаків на 1 серпня 2011 р.



Рисунок 1.18 - Стан о. Єрмаків на 15 серпня 2013 р.



Рисунок 1.19 - Стан о. Єрмаків на 17 липня 2014 р.

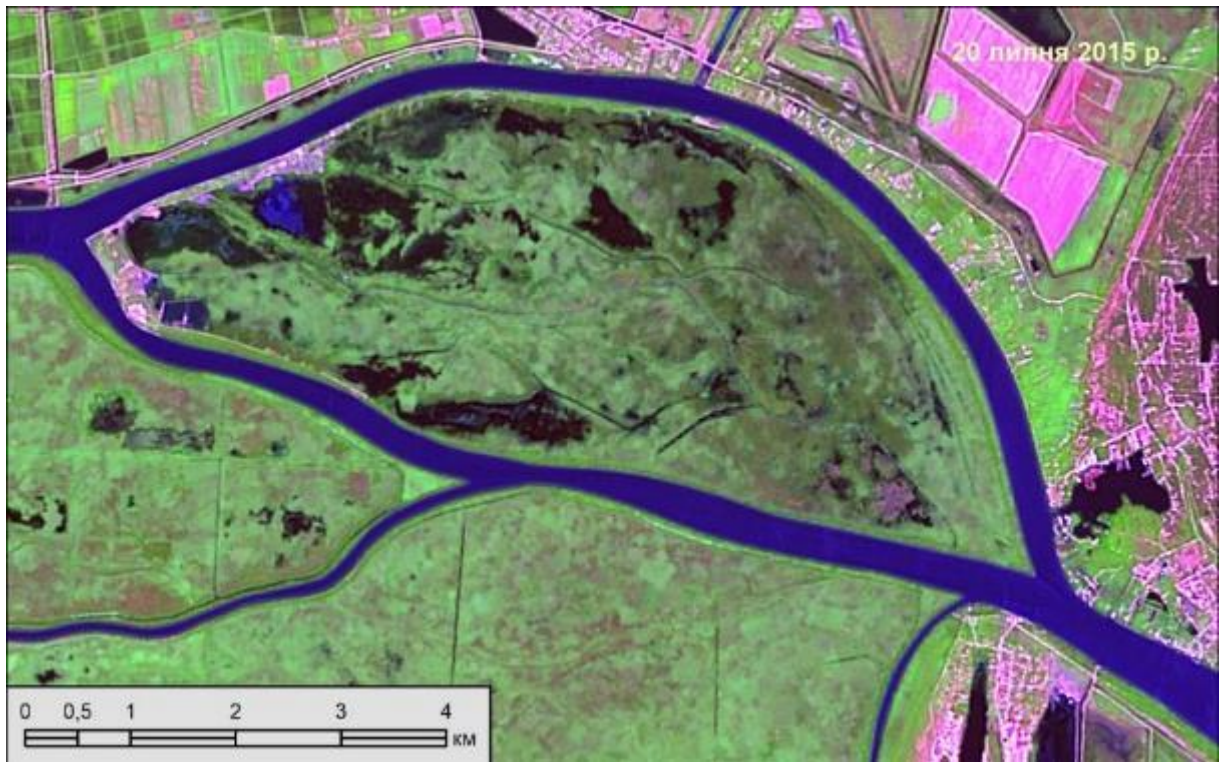


Рисунок 1.20 - Стан о. Єрмаків на 20 липня 2015 р.



Рисунок 1.21 - Стан о. Єрмаків на 22 липня 2016 р.



Рисунок 1.22 - Стан о. Єрмаків на 25 липня 2017 р.

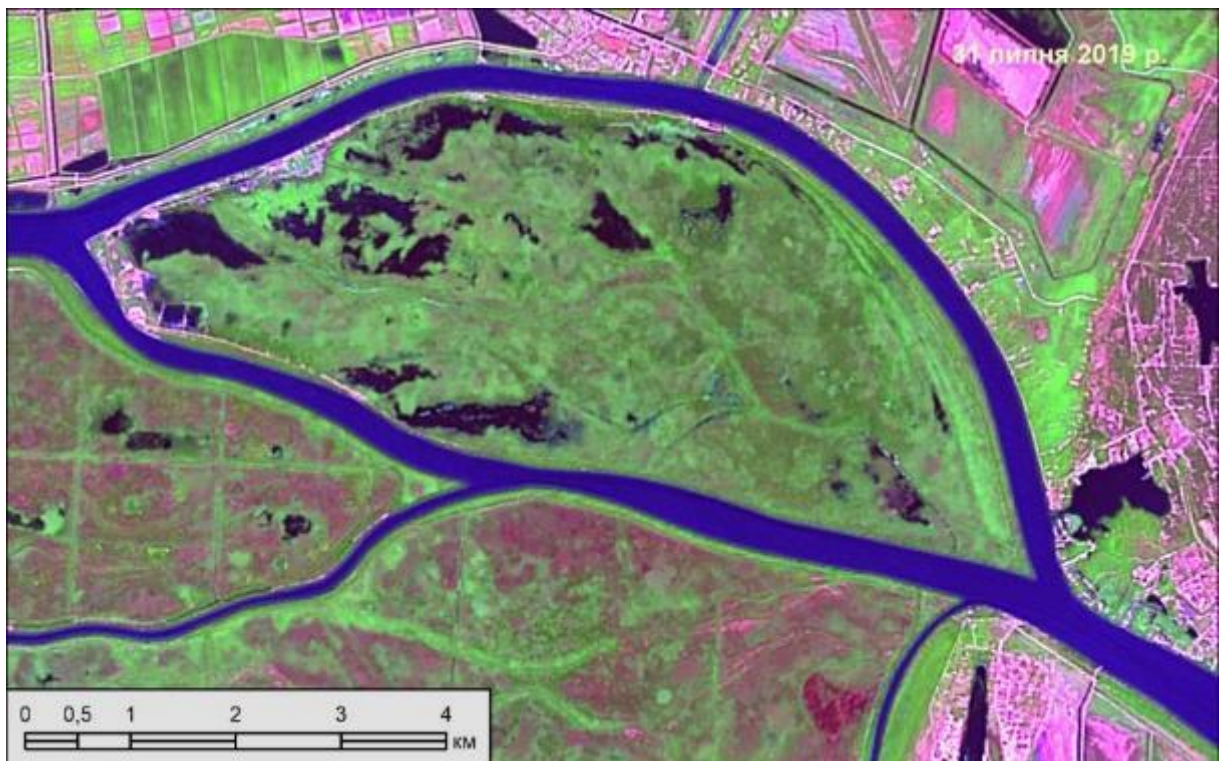


Рисунок 1.23 - Стан о. Єрмаків на 31 липня 2019 р.

1.4 Динаміка розподілу завислих речовин на морській частині у районі гирла Бистре під час зупинки робіт із реалізації проекту ГСХ р. Дунай – Чорне море

Аналіз космічних знімків дельти р. Дунай дозволив відобразити динаміку руслових процесів і розповсюдження завислих речовин (каламутності) західної частини акваторії Чорного моря у районах дампіngu й днопоглиблення гирла Бистре за період від травня до серпня 2019 р. Модель представлена у псевдокольорах, шкала концентрації завислих речовин відносна та потребує співставлення з даними контактних спостережень. На рисунках 1.24 А - І наведені синтезовані космічні зображення послідовно за кілька місяців з травня до серпня 2019 р.

Згідно з даними космічної зйомки, під час зупинки робіт із реалізації проекту ГСХ р. Дунай – Чорне море у липні 2019 р. інтенсивний винос завислих речовин з гирла Бистре спостерігався 3, 28 травня та 13, 22 червня у південно-східному напрямі на значні відстані. 2 липня відмічався інтенсивний винос завислих речовин у північно-східному напрямі, 22 і 31 липня – незначний винос у східно-південному напрямі, 27 липня та 7 серпня – незначний винос у східно-північному напрямі. Винос завислих речовин спостерігався в області кожного з гирл Дунаю, структура поля каламутності мала вихровий вигляд з освітленням у бік моря.

Слід відмітити, що однозначного зв'язку між днопоглибленням та виносом завислих речовин за даний період виявлено не було. У зоні відвалу ґрунту аномалій фототону не відмічалось, лише 7 серпня мали місце наявні зміни фототону невизначеного походження.

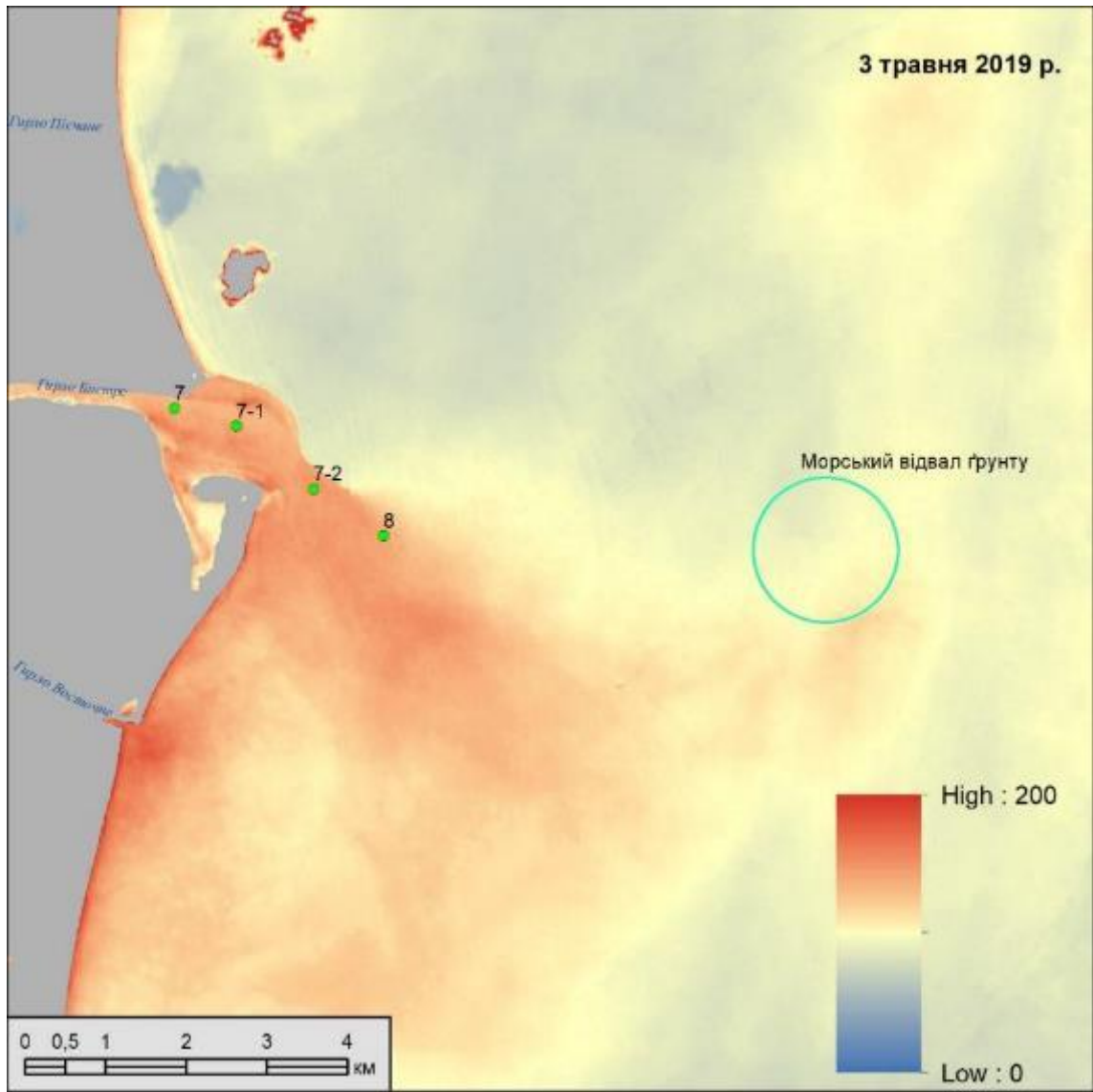


Рисунок 1.24 А

Рисунок 1.24 А-І - Динаміка руслових процесів і завислих речовин у дельті Дунаю та прибережній частині Чорного моря у 2019 році (травень-серпень)

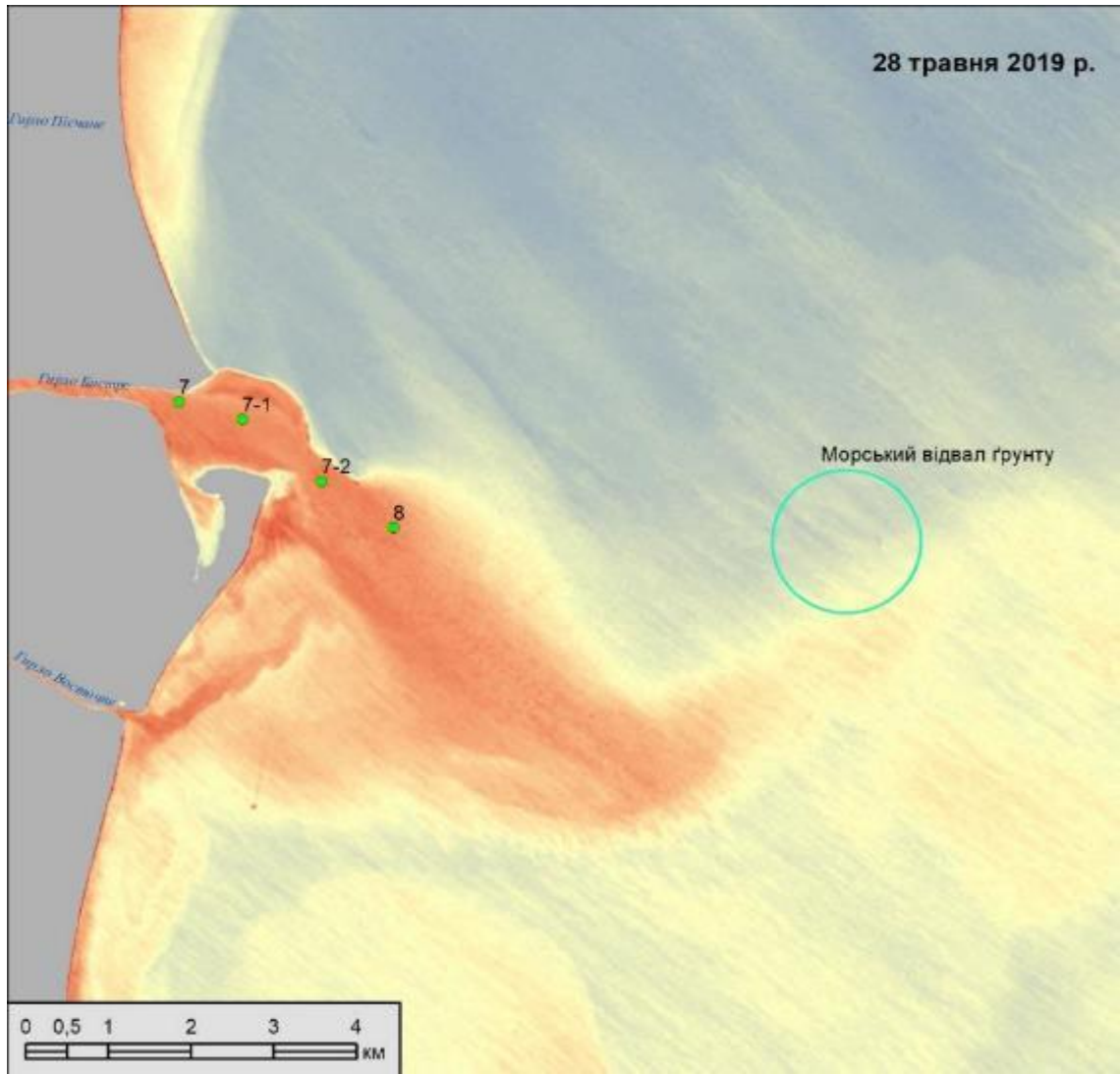


Рисунок 1.24 Б

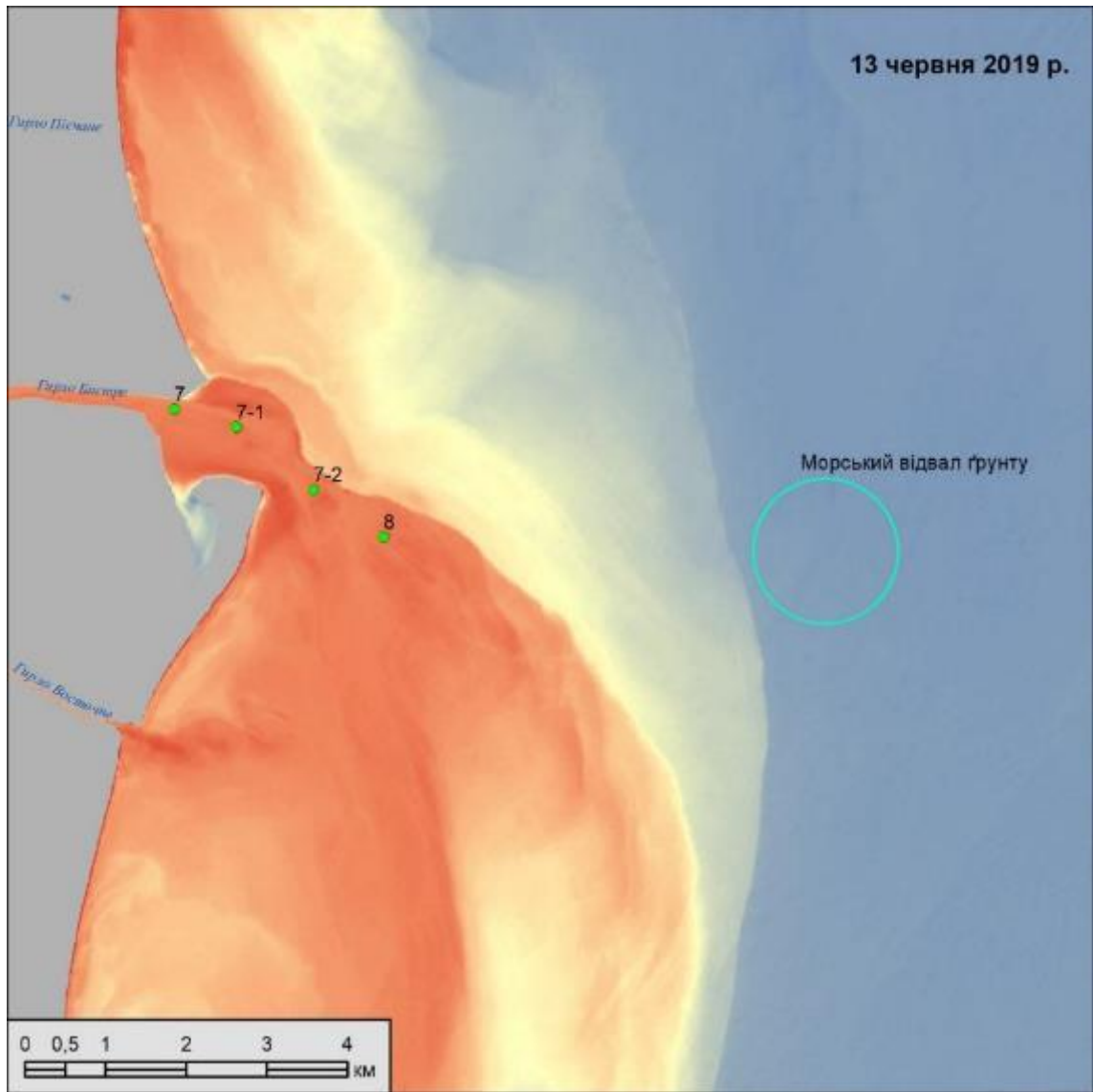


Рисунок 1.24 В

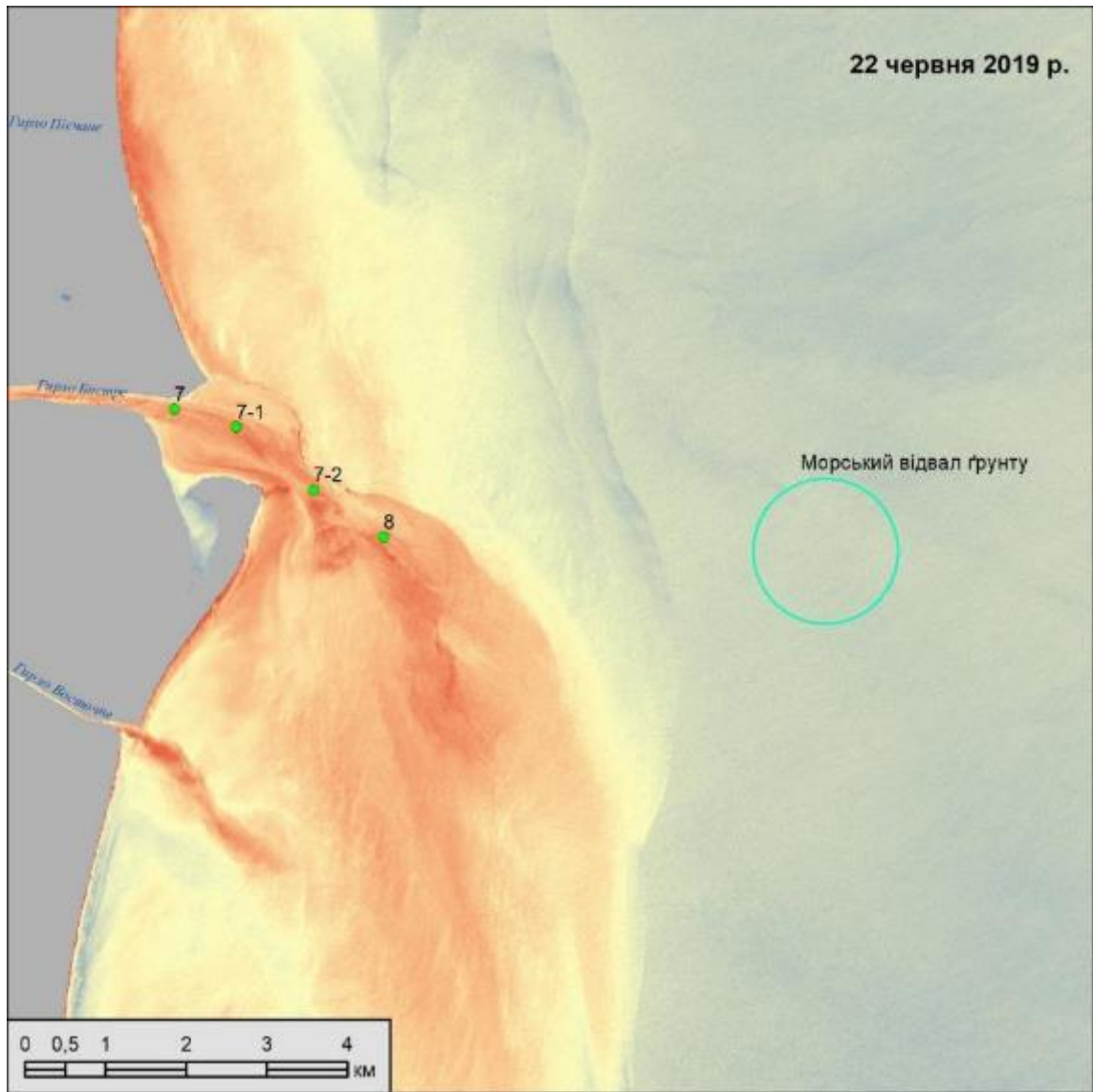


Рисунок 1.24 Г

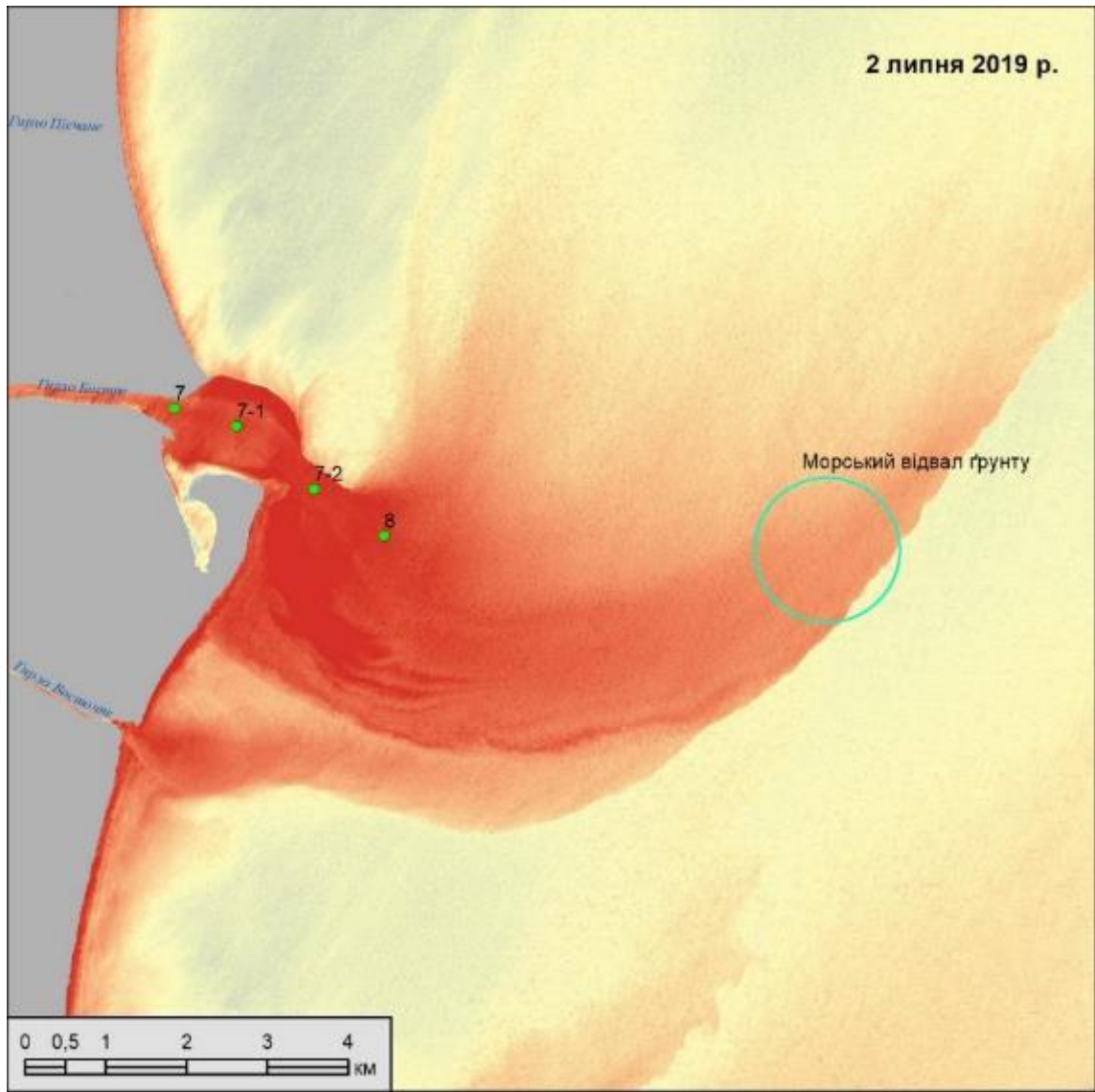


Рисунок 1.24 Д

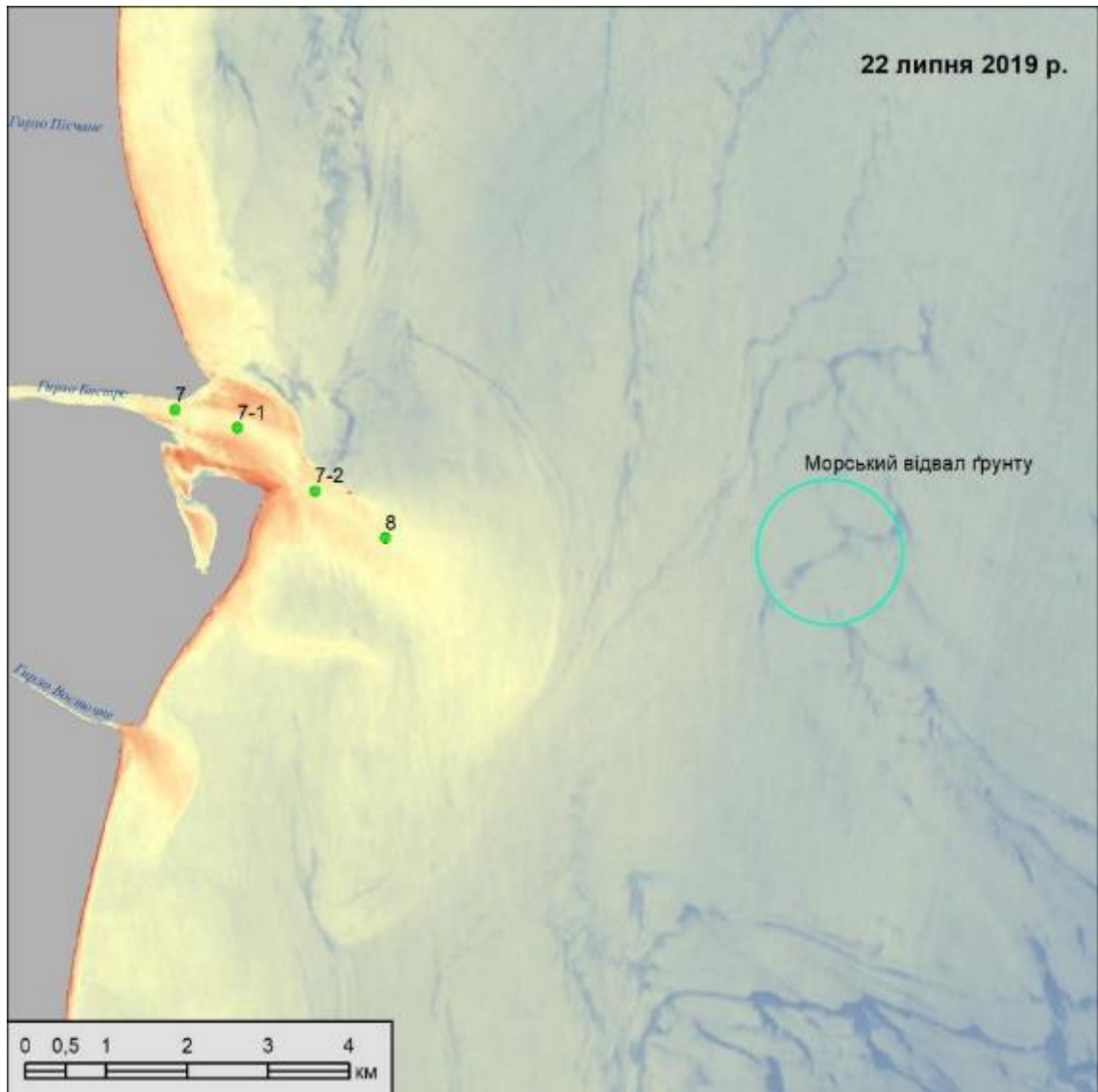


Рисунок 1.24 Е

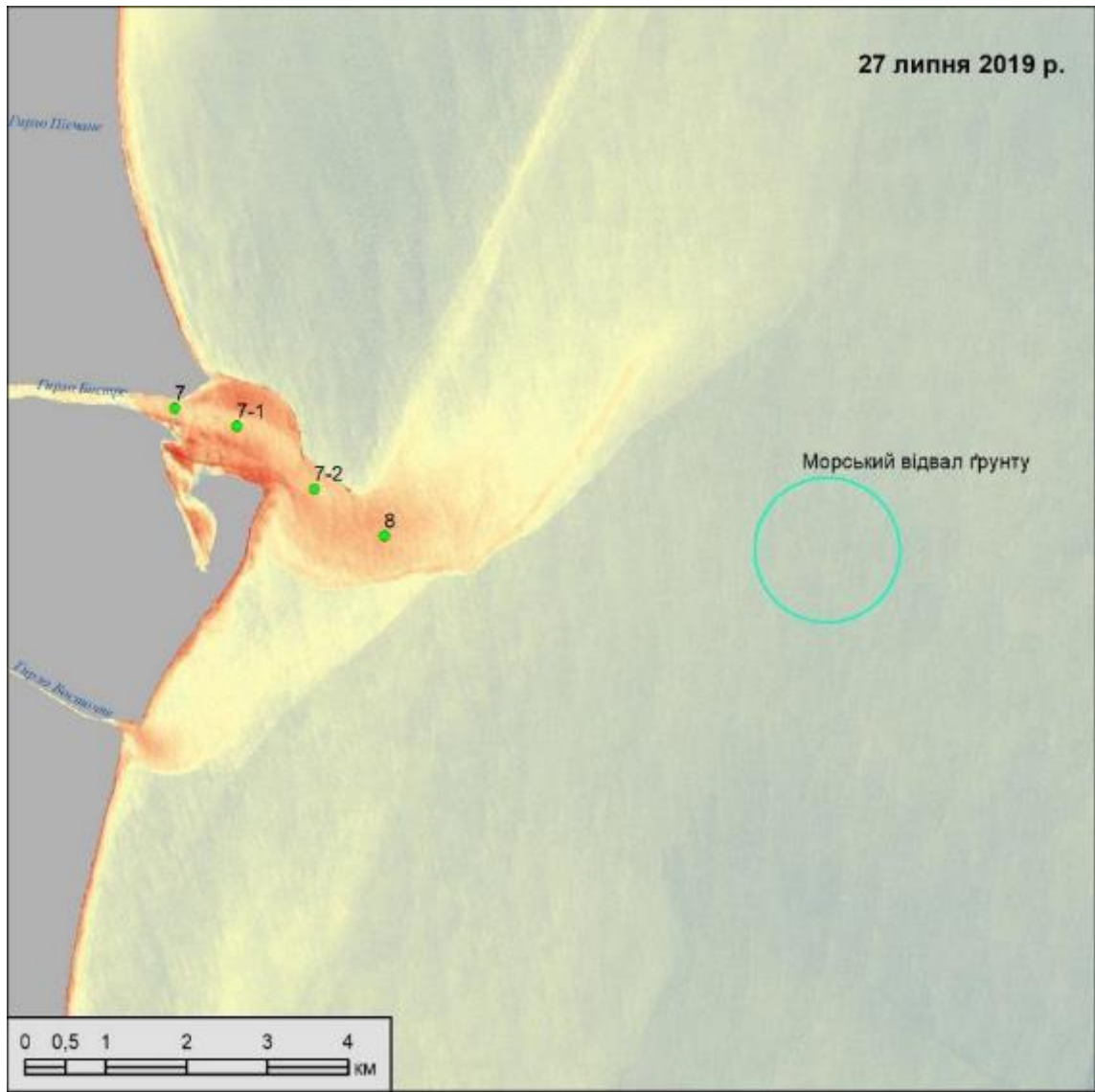


Рисунок 1.24 Ж



Рисунок 1.24 З

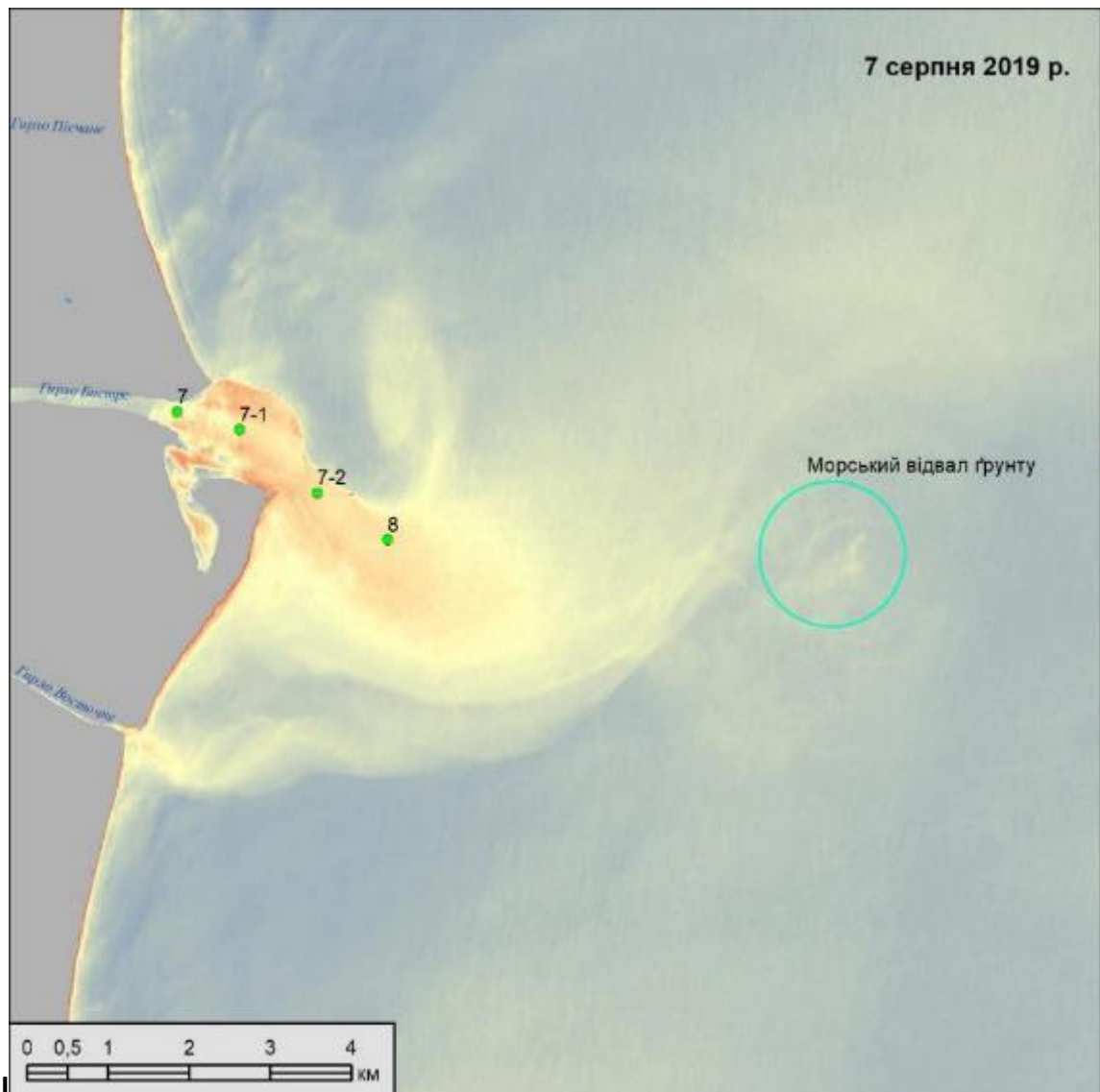


Рисунок 1.24. І

Висновки до розділу 1

Аналіз екологічних процесів у дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням космічних знімків у період 2000-2019 рр., а також наявної інформації за кілька попередніх десятиріч свідчить про сезонні коливання змін берегової лінії Дунайського гирла зі збереженням загальної форми структурних елементів. Зокрема, зберігається загальна тенденція висування морського краю Кілійської дельти на ділянці від гирла рукава

Потапівського до гирла рукава Циганського. На південному краї коси Пташиної відмічається її зміщення у бік берега в межах природної еволюції. Вплив днопоглиблювальних робіт на морфодинамічні процеси обмежується лише ділянкою узбережжя, що прилягає до гирла рукава Бистрий, і навіть на цій ділянці не є значним, а вплив дампінгу ґрунту, як і днопоглиблювальних робіт у русловій частині, є локальним.

Аналіз космічних знімків острова Єрмаків за літні місяці періоду 2000 - 2019 рр., а також огляд зібраної інформації показав, що намивання ґрунту в 2004 р. спричинило на екосистему о. Єрмаків локальний і короткочасний вплив. Багаторічні дослідження Дунайського біосферного заповідника свідчать, що стан екосистеми острова залежить головним чином від природних факторів.

Згідно з даними космічної зйомки, під час зупинки робіт із реалізації проекту ГСХ р. Дунай – Чорне море у липні 2019 р. інтенсивний винос завислих речовин із гирла Бистре спостерігався 3, 28 травня та 13, 22 червня у південно-східному напрямі на значні відстані. 2 липня відмічався інтенсивний винос завислих речовин у північно-східному напрямі, 22 і 31 липня – незначний винос у східно-південному напрямі, 27 липня та 7 серпня – незначний винос у східно-північному напрямі. Винос завислих речовин спостерігався в області кожного з гирл Дунаю, структура поля каламутності мала вихровий вигляд з освітленням у бік моря. Однозначного зв'язку між днопоглибленням та виносом завислих речовин за даний період виявлено не було. У зоні відвалу ґрунту аномалій фототону не відмічалось, лише 7 серпня мали місце наявні зміни фототону невизначеного походження.

За результатами комплексу поглиблених досліджень, проведених у рамках імплементації висновків Комісії із запиту, імовірні транскордонні впливи на основні екологічні процеси та морфодинаміку дельти Дунаю від реалізації проекту ГСХ Дунай - Чорне море на повний розвиток були оцінені як локальні та обмежені, тобто такі, що не призведуть до значних змін основних параметрів навколишнього природного середовища і втрати біорізноманіття дельти Дунаю.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ТРАНСКОРДОННОГО ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

2.1 Зміна гідрологічного режиму внаслідок гідротехнічних робіт (дамба, днопоглиблювальні роботи та інш.) на території Румунії

Необхідність забезпечення потреб розвиненого агропромислового та господарського комплексу, як з боку Румунії, так і України обумовлює значні впливи на перерозподіл стоку у Дельті Дунаю. Найбільш значимий вплив на перерозподіл стоку на цій території мало проведення багаторічних гідротехнічних робіт (дамба, днопоглиблювальні роботи та інш.).

Загально відомо, що у результаті великомасштабних гідротехнічних робіт, проведених румунською частиною у дельті Дунаю у 1868 - 1902 рр. з метою створення міжнародного глибоководного суднового ходу Дунай–Чорне море через Сулинський рукав, верхня частина дельти зазнала істотних трансформацій, змінилися багаторічні тенденції і активізувалися процеси перерозподілу стоку води і наносів на користь Тульчинської системи рукавів.

Завершальним етапом цих робіт було спорудження струменеспрямовуючої дамби у 1902 році поблизу мису Ізмаїльський Чатал, яка перекрила значну частину Кілійського рукава і спрямувала воду в рукав Сулинський.

В сучасних умовах дамба на Ізмаїльському Чаталі, як і раніше, виконує свою захисну функцію і сприяє збереженню у відносно стабільному стані морфометричних параметрів русла в вершині дельти Дунаю. При цьому ніякого впливу на процес перерозподілу стоку в вершині дельти Дунаю це гідротехнічна споруда не чинить протягом останніх 80-90 років.

Основною причиною сучасного процесу зменшення стоку Кілійського рукава є гідротехнічні роботи по спрямленню Георгіївського рукава, проведені в румунській частині дельти в 1981 -1992 рр.. У результаті довжина Георгіївського рукава скоротилася на 30%, а розмив спрямлених ділянок триває

в даний час і буде тривати до тих пір, поки параметри потоку і русла не досягнуть стану динамічної рівноваги, збільшується поперечний переріз каналів-спрямлень і має місце активізація всього Георгіївського і Тульчинського рукавів.

У результаті проведення Румунською стороною комплексу масштабних гідротехнічних робіт, вже у 2003 році частка Кілійського рукава від стоку Дунаю у вершині дельти знизилася до приблизно 52% у порівнянні з 70%, які були характерними для початку минулого століття [20].

За висновками ДГМО [21] головною причиною зменшення водоносності пасивних водотоків Кілійського рукава є саме перерозподіл стоку води на користь рукава Тульчинського у верхів'ї дельти і, відповідно, зменшенню стоку рукава Кілійського. Оскільки у морській Кілійській дельті на цей час залишилось лише два активних рукави – Бистрий та Циганський (при чому процес їх активізації має багаторічну історію обумовлену природними факторами) – в цих рукавах переважають процеси ерозії та відбувається процес розмиву берегів та русла.

Руслові процеси, які активізуються в періоди високої водності річки, були особливо виражені у період екстремальної повені у 2006 р., що і призвело до посилення розмиву берегів р. Бистрого і до появи нових акумулятивних утворень у пасивних рукавах дельти.

При збільшенні частка стоку Георгіївського за останні 30 років, частка стоку Сулинського рукава за той же період часу залишається відносно стабільною і становить близько 20% стоку Дунаю [10].

ДГМО на основі аналізу матеріалів регулярних гідрометричних робіт в дельті Дунаю були виконані дослідження багаторічного перерозподілу стоку води по основних рукавах дельти Дунаю (рис. 2.1).

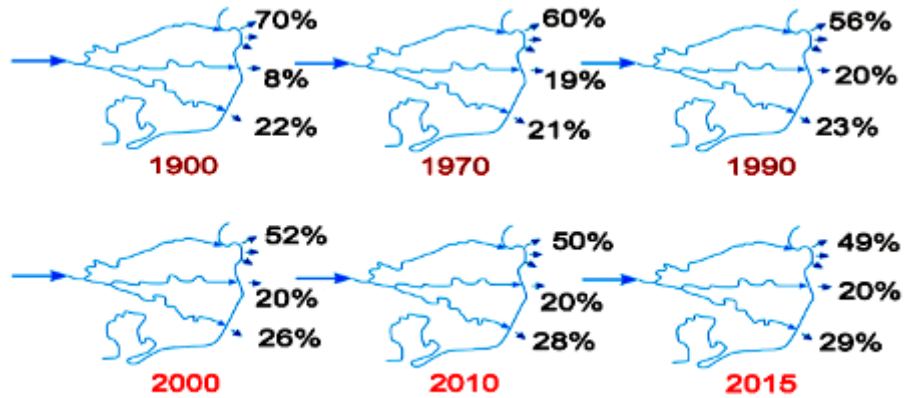
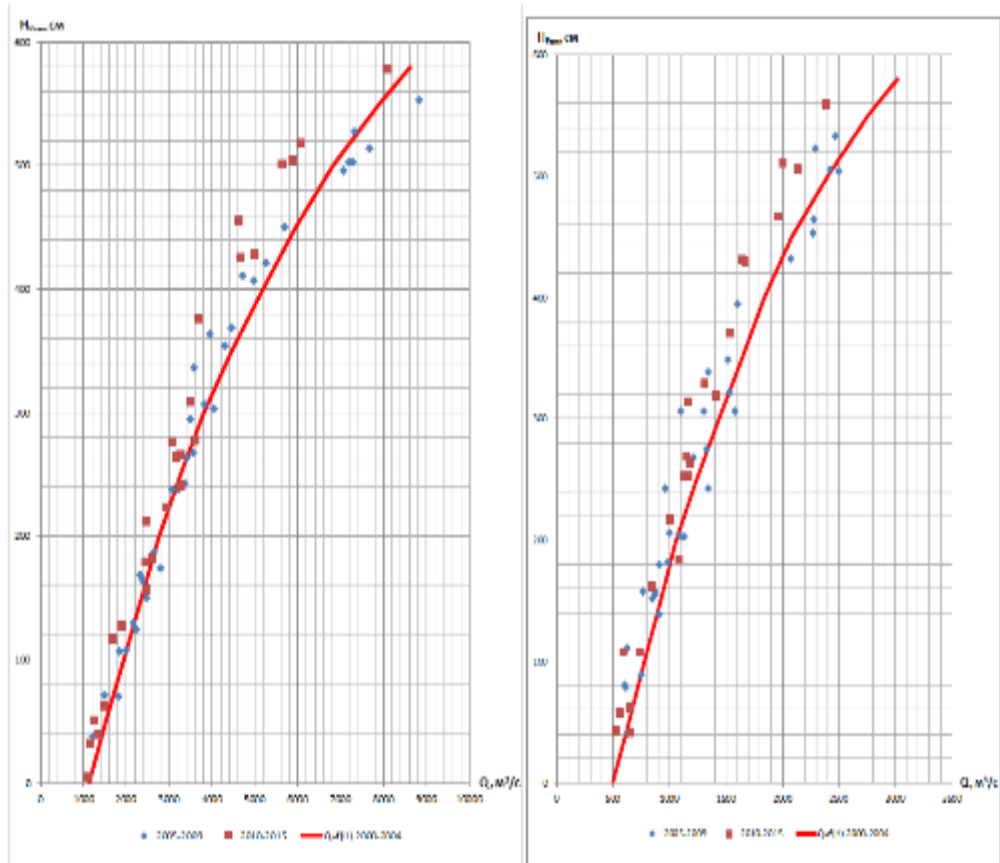


Рисунок 2.1 - Багаторічний перерозподіл стоку води по основних рукавах дельти Дунаю [10]

Аналіз багаторічного перерозподілу стоку води по основних рукавах дельти Дунаю добре ілюструється кривими $Q = f(H)$ з точками вимірних витрат води в період з 2005 по 2015 рр. (рис.2.2).



рукав Кілійській, 115 км

рукав Бистрий, витік

Рисунок 2.2 - Залежності витрат води на гідростворах рукавів Кілійський (115 км) та Бистрий (витік) від рівнів води в вершині гирлової області (пост Рені) [10]

Більшість точок виміряних витрат води в період 2005-2009 років, а також практично всі вимірювання за 2010-2015 роки відхиляються вліво від кривих $Q = f(H)$ за 2000-2004 роки. Аналогічна картина спостерігається і на гідростворах всіх інших рукавів системи Кілійського рукава. Це свідчить про те, що процес перерозподілу стоку води в вершині дельти Дунаю на користь рукавів Тульчинської системи залишається в даний час основною причиною, яка визначає гідролого-морфологічні процеси в Кілійській дельті Дунаю. [10]

У роботі [1] зазначається, що зниження водності Кілійського рукава і зміна його гідрологічного режиму чинить певний вплив на господарські об'єкти та екологічний стан української частини дельти Дунаю. Основні прямі та непрямі негативні наслідки, про які частково згадувалось у [22], які вже виникли на території українського Придунав'я у зв'язку зі зниженням стоку Кілійського рукава, зокрема це:

- зниження максимальних рівнів води вздовж Кілійського рукава і погіршення водообміну в Придунайських озерах;
- погіршення водообміну і зміна гідрологічного режиму у внутрішніх дельтових озерах;
- прогресивне відмирання малих рукавів Кілійської дельти, насамперед, це - рукав Кислицький, який постачає воду в оз. Катлабух і Китай, і рукав Лімба, де проходить державний кордон;
- підсилення ерозійних процесів на українській ділянці морського краю через дефіцит річкових наносів;
- активізація процесів інтрузії, частого та тривалого стояння морських вод в рукавах дельти, підняття клину солоності вище м. Вилкове;

З урахуванням складної морфології Дунаю, та великої кількості значимих впливів, що мали місце у продовж тривалого проміжку часу, особливо актуальним є дослідження впливу на гідрологічний режим дельти Дунаю ГСХ «Дунай-Чорне море» через Кілійську дельту Дунаю.

За результатами прогнозних розрахунків виконаних у складі ОВНС [23] перерозподіл стоку в дельті Дунаю в наслідок створення ГСХ не торкнеться

системи Очаківського рукава. Збільшення витрат у Кілійському рукаві складе близько 1%. З урахуванням того, що через гідротехнічне будівництво, здійснюване Румунською стороною для забезпечення судноплавства по Тульчинському і Сулінському рукавах, витрати води в Кілійському рукаві наприкінці минулого століття поступово зменшувалися, то збільшення витрат у Кілійському рукаві матиме незначний стабілізуючий вплив.

Підтримання прохідних глибин у гирлі рукава Бистрий на рівні 5-7 м нездатне змінити динаміку основних рукавів дельти, однак, поглиблення перекатів і бару Кілійського рукава дещо сповільнить відтік води до Тульчинської системи рукавів[1].

Вплив днопоглиблювальних робіт на розподіл води між рукавами Бистрий і Старостамбульський і динаміку водних рівнів у рукаві Бистрий оцінено Комісією із запиту як імовірний значний транскордонний вплив. У рекомендаціях Комісії із запиту було вказано, що для зменшення таких впливів можливим доцільним заходом є штучна зміна (технічними засобами) розподілу стоку між рукавами Бистрий і Старостамбульський, для зменшення очікуваного збільшення стоку в рукаві Бистрий.

За даними [24] проведений статистичний аналіз не вказує на наявність направлених змін (трендів) у стоці Дунаю за останні десятиліття. Багаторічна крива витрат г/с 54 миля, як це підтвердили виміри витрат води останніх років, також є стійкою. Як і прогнозувалось раніше стік Кілійського рукава продовжив скорочуватися. У 1976-1980 рр., середній стік рукава біля Ізмаїльського Чаталу складав 59% від стоку Дунаю, у 1996-2000 рр. – 52,5%, 2001-2003 рр. - 52,0%, а у 2004-2009 - 50,0%. Процес скорочення стоку передусім обумовлений розвитком Георгіївського рукава після його спрямлення. Також скорочується стік Кілійського рукава в вершині морської дельти. Очаківський рукав продовжив зменшувати стік, що пов'язано як з природною еволюцією цього водотоку, так із припиненням днопоглиблювальних робіт у рукаві Прорва на початку 90-х років ХХ ст. Старостамбульський рукав на 10 км також скоротив стік. Рукав Бистрий продовжив нарощувати стік (спостерігається останні 50

років) був трохи підсилений завдяки гідротехнічним роботам на його барі, починаючи з 2004 р. (рис. 2.3, 2.4).

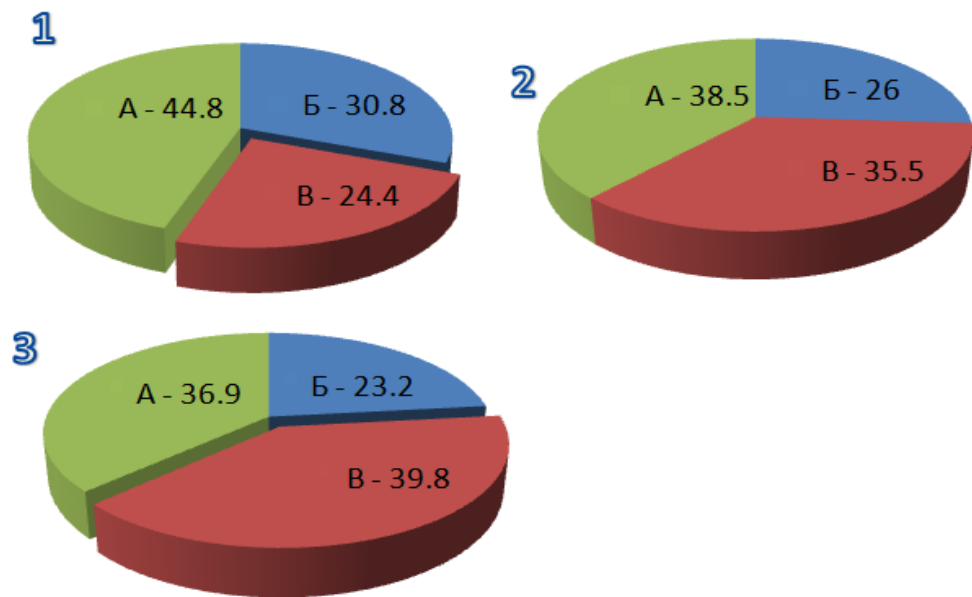


Рисунок 2.3 - Частка стоку рукавів Кілійської дельти (А - Старостамбульського 10 км, Б - Очаківського виток, В - Бистрого) відносно стоку Кілійського рукава (%) за 1976-1980 рр. (1), 1996-2000 рр. (2), 2004-2009 рр. (3) [24]

У 2005 р. були зафіксовані три екстремальні дощові паводки у період з липня по вересень, а також дуже висока за водністю весняно-літня повінь. У 2006 р. під час проходження весняно-літнього водопілля в дельті Дунаю були зафіксовані найвищі рівні води за весь період спостережень с 1921 р. 21 квітня фахівцями Дунайської ГМО був виміряний найбільший з коли-небудь виміряних на Дунаю витрат води, які складали $15900 \text{ м}^3/\text{с}$.

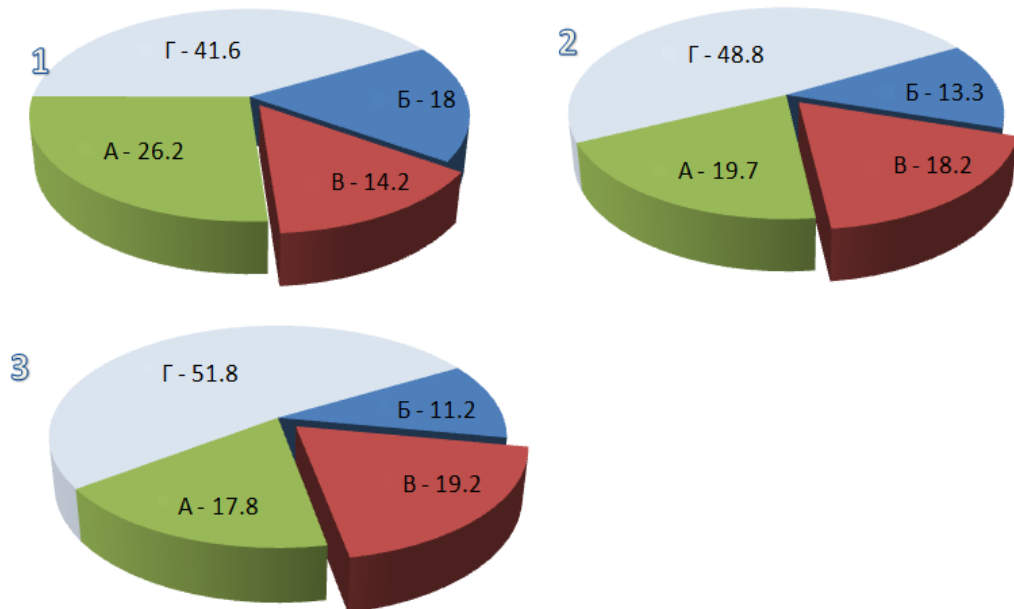


Рисунок 2.4 - Частка стоку рукавів Кілійської дельти відносно стоку Дунаю (%) за різні періоди (А – Старостамбульського 10 км, Б – Очаківського, виток, В – Бистрого, Г – стік Тульчинської системи рукавів і втрати води по довжезні Кілійського рукава) за 1976-1980 рр. (1), 1996-2000 рр. (2), 2004-2009 рр. (3) [24]

Таким чином, перерозподіл водного стоку на користь гирла Бистре продовжив відносно зменшення водності інших гирл, що особливо було помітно в період найбільшої повені 2006 року по розмивах берегів його прируслової зони, в той час коли формувалися великі мілководдя вздовж інших гирл, а саме в системі гирл Очаківського, особливо на Прорві, та інших малих гирл та рукавів [25].

Впродовж 2008-2009 рр. стік Кілійського рукава і його водотоків першої і другої внутрішніх дельт продовжував скорочуватися [26].

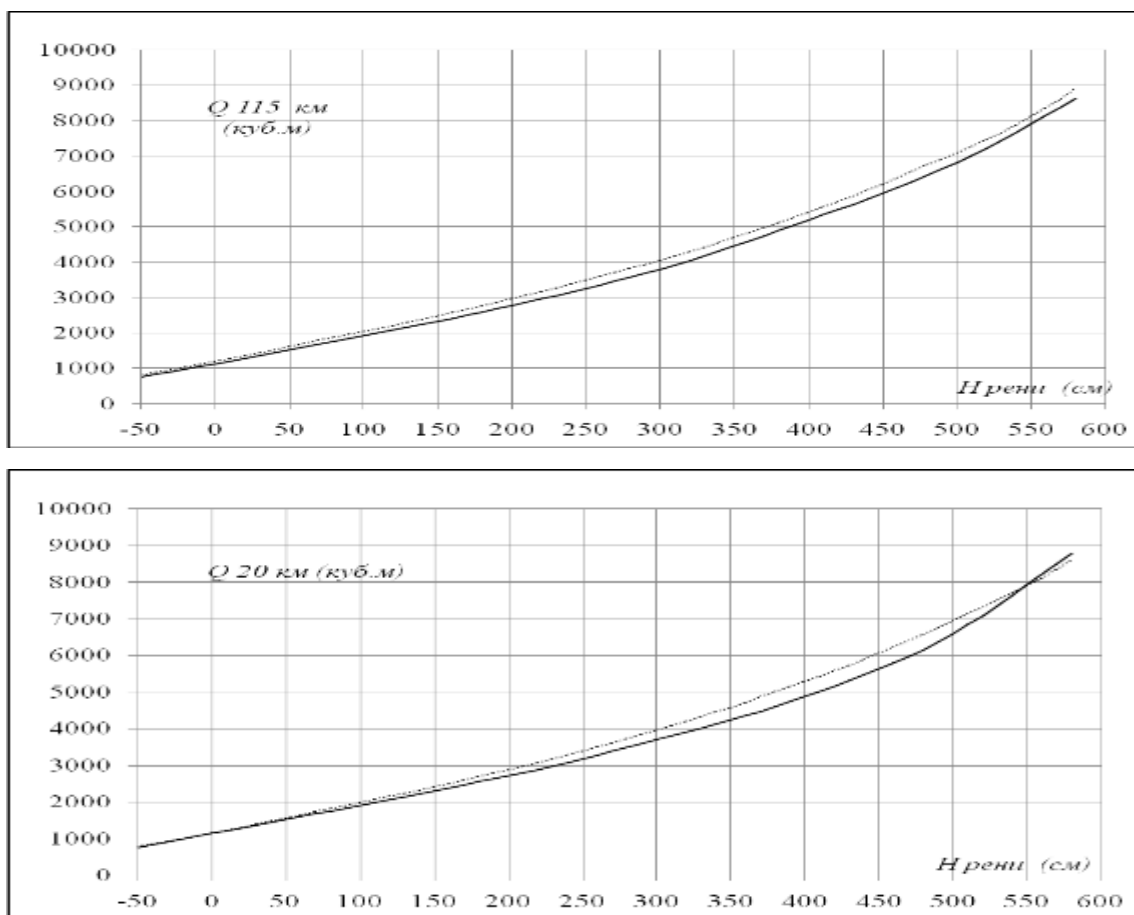
Проведений у 2010 р. [27] аналіз стоку води Дунаю та деяких рукавів його дельти свідчить про нове історичне водопілля, яке на відміну від попередніх потужних повеней 1980, 1981, 1988 1999, 2005, 2006 р в низов'ях Дунаю було сформовано виключно завдяки дощовим опадам. Максимальні рівні повені спостерігалися 6 липня і склали 581 і 399 см по постах Рені та Ізмаїл відповідно.

За період березень – липень Дунаєм було винесено у море близько 152 км³ води, що склало 74% від річної норми (205 км³). Річний об'єм стоку води у 2010 р. склав 299 км³ при середній річній витраті води у 9470 м³/с Останній раз

така велика середньорічна витрата води спостерігалася у 1970 р (9620 м³/с).

Як свідчать вимірювання витрат води останніх років [2], у тому числі з румунськими фахівцями, процес перерозподілу стоку надалі триватиме, а середня витрата води Кілійського рукава на сьогодні скоротилася и складає близько 3190 м³/с (49,0%).

Вимірювання [2] виконані у складі експедиційних робіт по проведенню гідрологічного моніторингу на українській ділянці Дунаю у 2011 р. дозволили підтвердити правомірність використання діючих кривих витрат (рис 2.5). і за умов мінімального стоку. Відхилення вимірних мінімальних витрат води Кілійського рукава на гідростворах 115 та 20 км від діючих кривих витрат не перевищили 6%, що є дуже добрим показником якості гідрометричних вимірювань.



..... координати кривих використовувалися для розрахунку середньодобових витрат води у період 2001-2010 рр.

діючи координати кривих

Рисунок 2.5 - Криві витрат води на гідростворах 115 та 20 км Кілійського рукава [2]

У сучасних умовах Кілійський рукав збільшує частку свого стоку з ростом стоку води річки. За умов межені по Кілійському рукаву проходить 48 %, при середній водності близько 49 %, а при максимальних витратах водопілля Кілійський рукав перехоплює до 54 % від стоку Дунаю.

Основні рукави морської Кілійської дельти Очаківський, Старостамбульський і Бистрий знаходяться під впливом скорочення стоку Кілійського рукава.

Продовжив зменшуватись стік по Очаківській рукаву. У 1976-1980 рр. витрата води, за умов середньої водності річки, у витокі рукава складала 1170 м³/с, у 1986-1990 рр. - 1100 м³/с, у 1996-2000 рр. – 865 м³/с, а у 2006-2010 рр. - 730 м³/с. Скорочення стоку Очаківського рукава пов'язано як з природною еволюцією цього водотоку, так із припиненням днопоглиблювальних робіт у рукаві Прорва на початку 90-х років ХХ ст.

Старостамбульський рукав на г/с 10 км (нижче Бистрого) також скоротив стік: у 1976-1980 рр., витрата води, за умов середньої водності, складала 1720 м³/с, у 1986-1990 рр. – 1400 м³/с, у 1996-2000 рр. – 1280 м³/с, а у 2006-2010 рр. - 1160 м³/с.

Продовжив збільшуватися стік по рукаву Бистрий. У 1976-1980 рр., витрата води рукава, за умов середньої водності складала 926 м³/с, у 1986-1990 рр. – 1050 м³/с, у 1996-2000 рр. – 1180 м³/с, а у 2006-2010 рр. - 1210 м³/с. При цьому процес збільшення стоку води рукава міг бути трохи підсилений завдяки гідротехнічним роботам на його барі, починаючи з 2004 р. Однак, з іншого боку, скорочення стоку води Кілійського рукава в вершині морської дельти призвело до сповільнення процесу активізації рукава Бистрий. Таким чином, сучасну еволюцію рукава Бистрий визначають два різноспрямованих фактора: зменшення стоку в верхів'ї Кілійській дельти Дунаю і проведення гідротехнічних робіт по поглибленню бара цього рукава при відновленні та експлуатації ГСХ.

У 2011 р. збереглися основні тенденції розвитку рукавів Кілійської дельти. Продовжує скорочувати стік Кілійський рукав у своєму витокі.

Більшість рукавів української частини дельти скорочують стік води і наносів, окрім рукавів Бистрий і Циганський.

Треба зазначити, що середні річні відсотки розподілу стоку дещо відрізняються від розподілу стоку в окремі фази гідрологічного режиму. У січні по Кілійському рукаву пройшло біля 51,3 %, а у грудні 48,1 % від стоку Дунаю. По рукаву Бистрий у ці ж місяці проходило 18,2 і 19,7 % відповідно від стоку річки в вершині дельти. Цілком для рукавів дунайської дельти, які розвиваються (тобто збільшують стік) характерною рисою є збільшення доли стоку зі збільшенням водності річки.

Так, коли водність Дунаю є максимальною, Очаківський і Старостамбульський (нижче Бистрого) рукава приймають найбільшу долю стоку Дунаю, у той ж самий час рукав Бистрий приймає за таких умов найменшу долю стоку річки. За умов межені, ситуація протилежна.

Динаміка за 2012-2014 [4,5,6] показує збільшення стоку Тульчинської системи рукавів і зменшення стоку Кілійського рукава. Станом на 2012-2014 рр., середній стік Кілійського рукава складає 49% від стоку Дунаю в верхів'ї дельти. Більшість рукавів української частини дельти скорочують стік води і наносів, окрім рукавів Бистрий і Циганський.

Максимальні витрати води весняною повені у вершині дельти Дунаю за 2015 р. склали 11300 куб. м/с та мали забезпеченість 10 %, що відповідає середній повторюваності один раз у 10 років.

При середній багаторічній величині 205 куб. км за рік об'єм водного стоку Дунаю за 2015 р. складав 199 куб. км, з яких по Кілійському рукаву пройшло 99,4 куб. км (49,9 %). Через рукав Бистрий у море потрапило 37,5 куб. км води (18,8%).

За даними у 2016 р. середні місячні витрати води на р. Дунай (54 мілья) за звітний період змінювались від 4100 до 10100 куб. м/с. Максимальні середньодобові витрати води у вершині дельти Дунаю (12800 куб. м/с) спостерігались у третій декаді березня на піку повені. Це значення витрати води близьке до значення витрати весняно-літної повені забезпеченістю 10 %, тобто

його середня повторюваність у гирловій області Дунаю – один раз у 10 років.

За цей час до дельти поступило 195 куб. км води, що відповідає середній витраті води у вершині дельти Дунаю 6740 куб. м/с.

З цього об'єму 97,0 куб. км (50,0%) пройшло по Кілійському рукаву, що відповідає середній витраті води 3350 куб. м/с. Середня місячна витрата води рукава Бистрий за цей період склала 1260 куб. м/с.

Середній річний рівень води у 2017 році у вершині дельти Дунаю був нижчим за середньобогаторічний. Максимальні рівні води спостерігались у березні, небезпечних позначок не досягли. Мінімальний рівень спостерігався у жовтні (рис.2.6). [10]

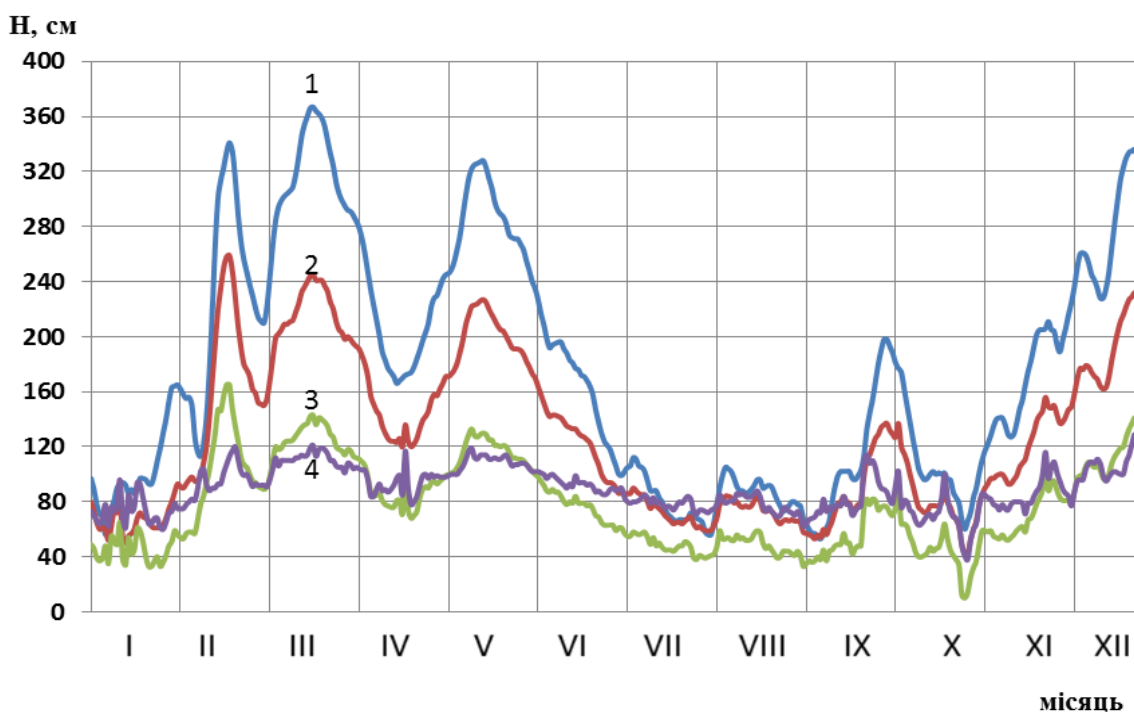


Рисунок 2.6 - Сумісний графік ходу рівнів води Дунаю у 2017 р. (1- Рені, 2- Ізмаїл, 3- Кілія, 4- Вилкове) [10]

Об'єм водного стоку Дунаю за 2017 р. склав 168 куб. км, з яких по Кілійському рукаву пройшло 82,6 куб. км (49,2 %). Через рукав Бистрий в море надійшло 31,9 куб. км води (19 %) [10].

Аналіз матеріалів вимірів витрат води за період 2005-2016 рр. свідчить про те, що у верхів'ї дельти Дунаю зберігається багаторічна тенденція зменшення водоносності рукавів Кілійської системи, пов'язана з

транскордонним впливом великих гідротехнічних робіт в румунській частині дельти.

Середній річний рівень води у 2017 р. у вершині дельти Дунаю був нижчим за середньобагаторічний. Максимальні рівні води спостерігались у березні, небезпечних позначок не досягли. Мінімальний рівень спостерігався у жовтні. Максимальні витрати води у вершині дельти Дунаю склали 9930 куб. м/с та мали забезпеченість 10 %, що відповідає середній повторюваності один раз у 10 років [10].

2.2 Зміна гідрохімічного режиму на транскордонних ділянках

Оцінка якості поверхневих вод 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, розчинений кисень, рН, розчинені органічні речовини (за показником БСК₅), сполуки головних біогенних елементів (азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати);
- **специфічні речовини:** нафтопродукти, СПАР, феноли; важкі метали (залізо загальне, цинк, хром VI, марганець, мідь).

Використовувалися первинні дані гідрохімічного моніторингу ДГМО та інших суб'єктів моніторингу, надані УКРНДІЕП у попередні роки у ході виконання програм моніторингу впливу на екосистему дельти днопоглиблення ГСХ «Дунай – Чорне море»; а також, додатково, інші матеріали звітів попередніх років.

Оцінка якості вод Дунаю здійснювалася за нормативами гідрохімічних показників, прийнятими в Україні [7, 47-49], а також за нормами міжнародної програми моніторингу Дунаю TNMN [50].

Екологічна оцінка стану вод за «Методикою екологічної оцінки якості

поверхневих вод ...» здійснювалася таким чином, що блокові індекси екологічної оцінки отримувалися 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. Тобто, оцінка проводилася за середніми величинами й за середніми з найгірших величин. Також, як спрощена, використовувалася оцінка за кратністю показників верхній межі 3 категорії (яка може розглядатися, як межа між чистими й забрудненими водами).

На рис. 2.7 показане розташування основних пунктів контролю річкової частини української ділянки дельти Дунаю.

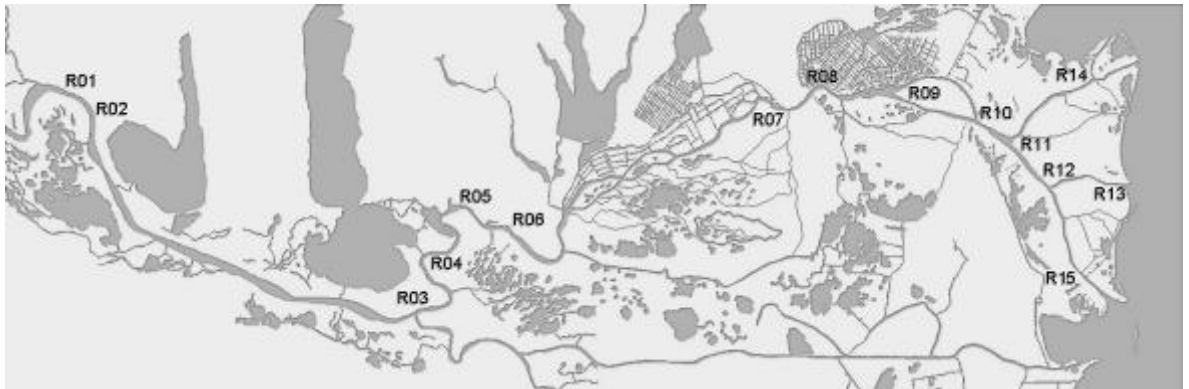


Рисунок 2.7 – Основні пункти моніторингу річкової частини української ділянки дельти

Транскордонною є більша частина української ділянки дельти: кордон проходить по Дунаю від R01 до R03, Кілійському рукаву від R03 до R11, і далі по Старостамбульському (R12 і R15). Втім, пункти R13 і R14 також можна вважати транскордонними, бо це виходи до моря. Тож певною мірою, транскордонний характер мають всі пункти. Втім, дельта Дунаю по обидва боки кордону є дуже великою системою різномасштабних (від самого Дунаю та Чорного моря до окремих ериків) водних об'єктів різного походження (як природних, так і штучних чи антропогенно змінених), що мають гідрологічний зв'язок різного типу (постійний чи тимчасовий, природний чи регульований, односпрямований чи такий, що змінює напрям). Оцінити всі взаємодії у такій

системі (у т.ч. транскордонні, враховуючи всі можливі джерела скидів по обидва боки) доволі важко: кількість пунктів контролю мусить бути на порядки більшою, що фізично неможливо.

Найбільш наочним є транскордонний вплив на пункті R01 (вхід на українську ділянку дельти) та, хоча й непрямо, R13, R14 і R15 (виходи до моря). Втім, розташовані на гирлах пункти, з-за ймовірного періодичного заходження морських вод, не завжди можна порівнювати з розташованими поза цим районом. Спірним у контексті транскордонного впливу було б також і порівняння концентрацій забруднюючих речовин у прісних і морських водах. Тому пункти R13, R14 і R15 окремо не розглядалися.

Екологічна оцінка якості вод Дунаю

Результати екологічної оцінки по окремих пунктах у середньому за весь період спостережень представлені у таблицях 2.1 (середні) та 2.2 (середні з найгірших). Міжрічну та сезонну динаміку індексів екологічної оцінки представлено у таблицях 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.1 – Індекси екологічної оцінки якості вод Дунаю (середні рівні показників)

Код	пункт	відстань	Ic*	Iтс*	Iт*	Ie*
R13/0	рук. Бистрий – гирло	0	3,30	3,69	2,40	3,18
R15	рук. Старостамбульський – гирло	0	1,97	3,63	2,41	2,68
R13/1	рук. Бистрий, 1 км	1	2,55	3,31	2,03	2,68
R14	рук. Очаківський	6	1,78	3,69	2,91	2,82
	рук. Старостамбульський, о.Лімба	7,7	1,47	3,27	2,29	2,55
R13/9	рук. Бистрий, 9 км	9,5	2,04	3,06	1,94	2,35
R12	рук Старостамбульський - вище рук. Бистрий	11	1,94	3,62	2,72	2,76
R11	рук. Очаківський- Вилкове, 1 км нижче	17	1,89	3,66	2,59	2,72
	рук. Кілійський – Вилкове	20	2,14	3,44	2,54	2,71
R10	рук. Кілійський – Вилкове, 1 км вище	21	1,88	3,55	2,37	2,61
R09	рук. Кілійський – Кілія, 13 км нижче	32	1,96	3,54	2,40	2,64
R08	рук. Кілійський – Кілія, 6 км нижче	39	1,96	3,54	2,36	2,63
R07	рук. Кілійський – Кілія, 4 км вище	49	1,90	3,54	2,52	2,66
	рук. Кілійський – в районі о. В.Далер	60	2,08	3,43	2,04	2,51
	рук. Кілійський – в районі о.Татару	70	2,04	3,44	2,00	2,49
	рук. Кілійський – в районі к.Пардіна	80	2,06	3,43	1,85	2,44
R06	рук. Кілійський – Ізмаїл, 1 км нижче	89,9	1,93	3,53	2,29	2,59
R05	рук. Кілійський – Ізмаїл	96	1,94	3,56	2,71	2,74
	Дунай – в районі м. Ісакча	100	2,13	3,41	1,74	2,43
R04	рук. Кілійський – Ізмаїл, 10 км вище	103	1,87	3,55	2,35	2,60
R03	Дунай – нижче рук. Тульчинський	116	1,91	3,52	2,27	2,57
R02	Дунай – нижче Рені	126	1,98	3,52	2,54	2,69
R01	Дунай – вище Рені	131	1,93	3,51	2,69	2,72

* Ic, Iтс, Iт та Ie – тут і далі, відповідно, індекси екологічної оцінки: блоковий індекс показників

сольового складу, блоковий індекс показників трофо-сапробіологічного (еколого-санітарного) стану, блоковий індекс показників вмісту специфічних речовин токсичної дії та індекс загальної екологічної оцінки.

Таблиця 2.2 – Індекси екологічної оцінки якості вод Дунаю (середні з найгірших рівнів).

Код	пункт	відстань	Ic	I _{тс}	I _т	I _е
R13/0	рук. Бистрий – гирло	0	4,10	6,88	3,48	4,89
R15	рук. Старостамбульський – гирло	0	2,84	6,81	3,41	4,40
R13/1	рук. Бистрий	1	3,26	6,18	3,09	4,15
R14	рук. Очаківський	6	2,70	6,88	4,32	4,69
	рук. Старостамбульський, о.Лімба	7,7	2,40	6,22	3,38	4,41
R13/9	рук. Бистрий	9,5	2,63	5,82	2,98	3,81
R12	рук Старостамбульський - вище рук. Бистрий	11	2,84	6,79	3,97	4,55
R11	рук. Очаківський- Вилкове, 1 км нижче	17	2,72	6,97	4,00	4,59
	рук. Кілійський – Вилкове	20	2,72	6,98	4,44	4,73
R10	рук. Кілійський – Вилкове, 1 км вище	21	2,67	6,94	3,66	4,46
R09	рук. Кілійський – Кілія, 13 км нижче	32	2,72	6,95	3,69	4,48
R08	рук. Кілійський – Кілія, 6 км нижче	39	2,72	6,97	3,64	4,47
R07	рук. Кілійський – Кілія, 4 км вище	49	2,68	6,97	3,81	4,51
	рук. Кілійський – в районі о. В.Далер	60	2,66	6,99	3,34	4,33
	рук. Кілійський – в районі о.Татару	70	2,66	6,99	3,13	4,26
	рук. Кілійський – в районі к.Пардіна	80	2,68	6,99	2,99	4,22
R06	рук. Кілійський – Ізмаїл, 1 км нижче	89,9	2,70	6,94	3,47	4,39
R05	рук. Кілійський – Ізмаїл	96	2,74	6,98	4,27	4,68
	Дунай – в районі м. Ісакча	100	2,71	6,97	2,77	4,15
R04	рук. Кілійський – Ізмаїл, 10 км вище	103	2,70	6,97	3,59	4,44
R03	Дунай – нижче рук. Тульчинський	116	2,68	6,94	3,41	4,37
R02	Дунай – нижче Рені	126	2,70	6,98	4,30	4,66
R01	Дунай – вище Рені	131	2,70	6,94	4,38	4,68

Таблиця 2.3 – Міжрічна динаміка індексів екологічної оцінки

Роки	За середніми рівнями показників				За середніми з найгірших рівнів			
	Ic	I _{тс}	I _т	I _е	Ic	I _{тс}	I _т	I _е
2004	1,75	3,42	2,50	2,64	2,64	6,40	3,81	4,44
2005	1,80	3,75	3,12	2,93	2,80	6,84	4,36	4,72
2006	1,79	3,64	2,90	2,77	2,63	6,99	4,33	4,66
2007	2,26	3,80	2,86	2,98	3,18	6,96	4,12	4,75
2008	1,86	3,68	2,60	2,71	3,02	7,00	3,89	4,64
2009	1,96	3,70	1,90	2,52	2,87	7,00	2,94	4,27
2010	1,78	3,51	1,95	2,42	2,57	7,00	3,15	4,24
2011	2,46	3,49	2,09	2,68	2,96	7,00	3,35	4,44
2012	2,41	3,36	2,16	2,65	2,83	6,56	3,74	4,39
2013	1,92	3,43	2,11	2,49	2,52	6,87	3,43	4,27
2014	1,96	3,32	2,03	2,44	2,57	6,81	3,33	4,24
2015	2,28	3,28	2,27	2,61	2,85	6,80	3,60	4,42
2016	1,84	3,22	2,11	2,39	2,57	6,80	3,37	4,25
2017	1,80	3,30	2,24	2,45	2,56	6,84	3,56	4,32
2018	1,83	3,59	2,26	2,56	2,60	6,84	3,61	4,35
У цілому	1,98	3,50	2,34	2,62	2,75	6,85	3,64	4,43

Таблиця 2.4 – Сезонна динаміка індексів екологічної оцінки

Місяці	За середніми рівнями показників				За середніми з найгірших рівнів			
	Ic	I _{тс}	I _т	I _е	Ic	I _{тс}	I _т	I _е
1	2,16	3,53	2,13	2,65	2,79	6,85	3,33	4,39
2	2,16	3,56	2,16	2,67	2,88	6,88	3,47	4,49
3	2,15	3,65	2,30	2,74	2,92	6,90	3,64	4,55
4	2,02	3,45	2,41	2,62	2,70	6,93	3,69	4,44
5	1,98	3,44	2,21	2,54	2,66	6,86	3,48	4,32
6	1,86	3,62	2,35	2,61	2,63	6,91	3,66	4,39
7	1,93	3,56	2,61	2,70	2,64	6,87	4,14	4,56
8	1,96	3,56	2,62	2,72	2,77	6,89	4,11	4,60
9	2,06	3,50	2,53	2,70	2,79	6,79	3,81	4,44
10	2,02	3,47	2,29	2,61	2,78	6,87	3,60	4,46
11	2,17	3,42	2,26	2,62	3,04	6,85	3,47	4,45

Місяці	За середніми рівнями показників				За середніми з найгірших рівнів			
	Ic	Iтс	Iт	Ie	Ic	Iтс	Iт	Ie
12	2,06	3,42	2,33	2,62	2,82	6,70	3,51	4,38

У цілому, за середніми рівнями показників, води української ділянки дельти Дунаю відповідали II класу, між 2 і 3 категоріями («дуже добрі – добрі» за екологічним станом, «чисті-відносно чисті» за ступенем чистоти); а за середніми з найгірших рівнів показників – III класу, 4 категорії з переходом у 5 («задовільні з переходом у посередні» за екологічним станом, «слабко забруднені з переходом у помірно забруднені» за ступенем чистоти).

Міжрічну динаміку індексів екологічної оцінки представлено на рис. 2.8-2.11. Окремо представлено міжрічну динаміку в пункті R01, тобто вище м. Рені (на вході до української ділянки дельти) для порівняння з середніми по ділянці величинами (можна було б порівнювати й із пунктом R02, та він теж транскордонний).

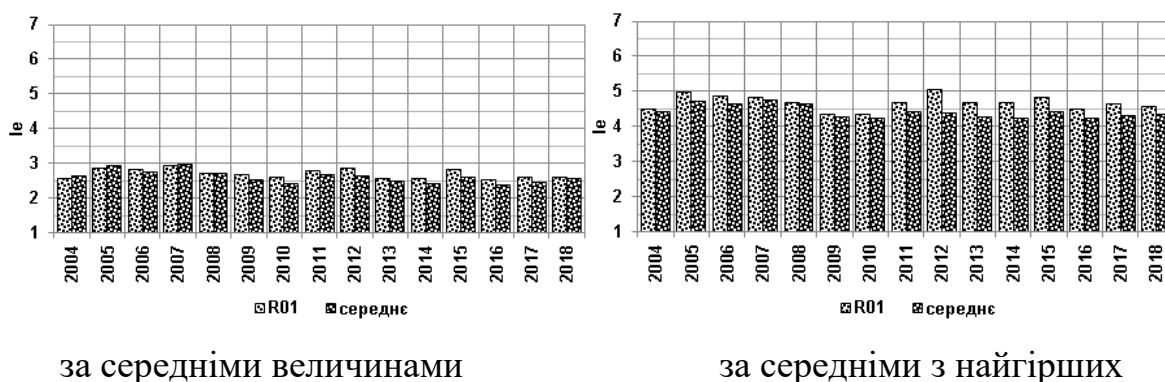


Рисунок 2.8 – Міжрічна динаміка індексів загальної екологічної оцінки

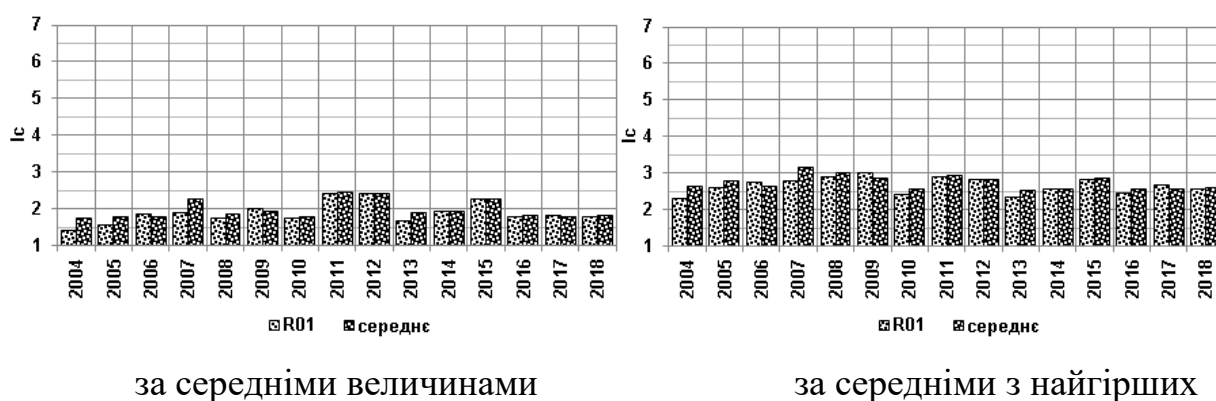
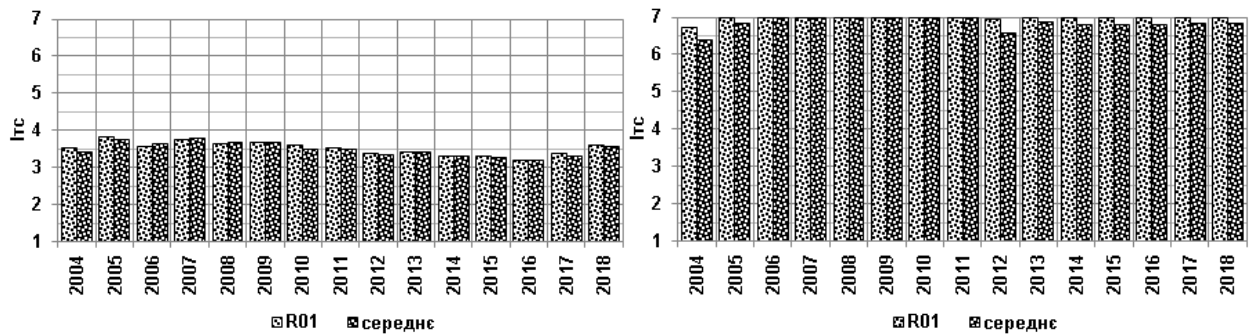


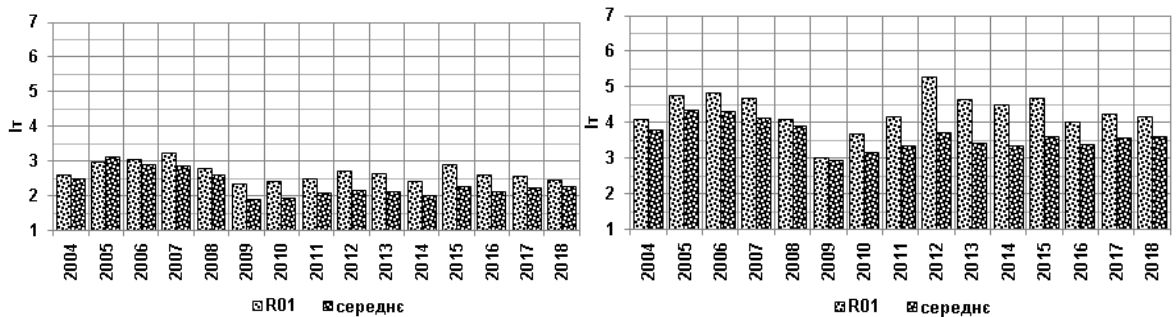
Рисунок 2.9 – Міжрічна динаміка індексів сольового складу



за середніми величинами

за середніми з найгірших

Рисунок 2.10 – Міжрічна динаміка індексів трофо-сапробіологічного стану



за середніми величинами

за середніми з найгірших

Рисунок 2.11 – Міжрічна динаміка індексів вмісту специфічних речовин

В основному, коливання індексів загальної екологічної оцінки доволі невеликі. Дещо гіршою якістю води за середніми рівнями показників відзначалися 2005 і 2007 роки, а за середніми з найгірших – від 2005 до 2008 року. Як правило (10 із 15 випадків), середньорічні індекси загальної екологічної оцінки якості води у пункті R01 були трохи вищими від середніх по ділянці; у трьох випадках – дещо нижчими й у двох – практично на одному рівні.

Схожа ситуація відзначена за блоком трофо-сапробіологічного стану (за яким за середніми з найгірших величинами досягнуто 7 категорії) та за блоком вмісту специфічних речовин (за яким відмінність індексів пункту R01 від середніх була найвищою). За блоком сольового складу міжрічна динаміка мала інший характер.

Тенденції просторового розподілу індексів екологічної оцінки якості

води представлено на рис. 2.12-2.14.

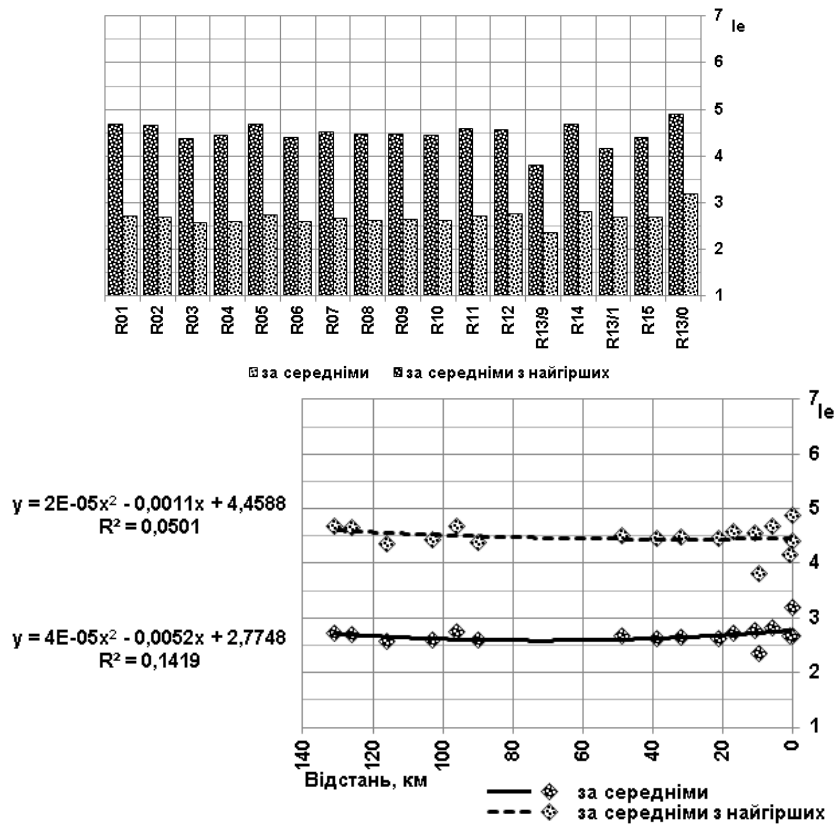


Рисунок 2.12 – Просторовий розподіл індексів загальної екологічної оцінки

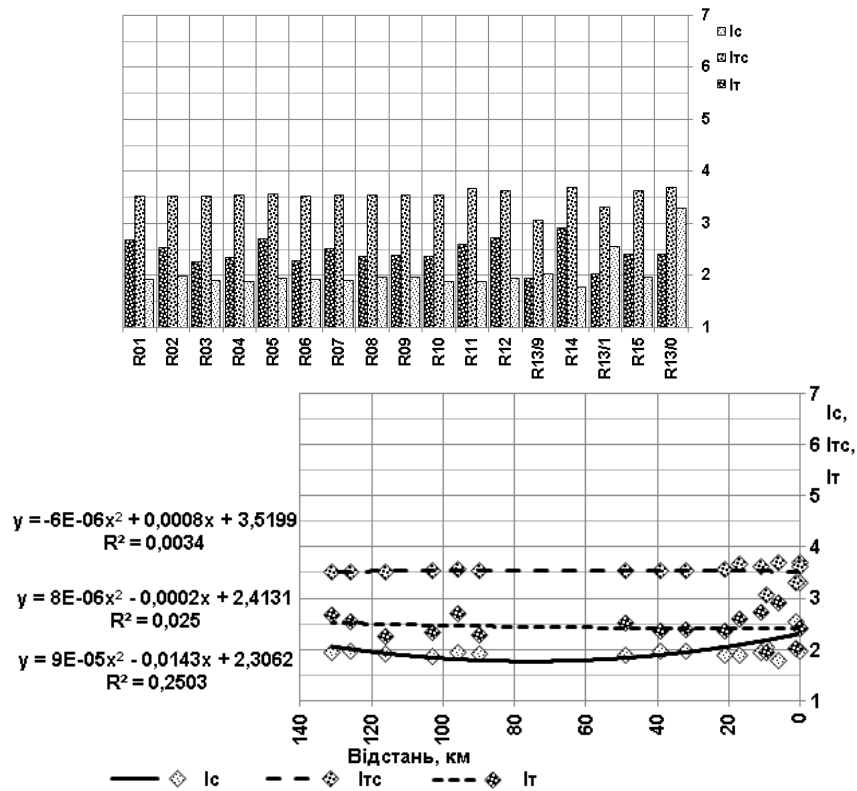


Рисунок 2.13 – Просторовий розподіл блокових індексів (середні величини)

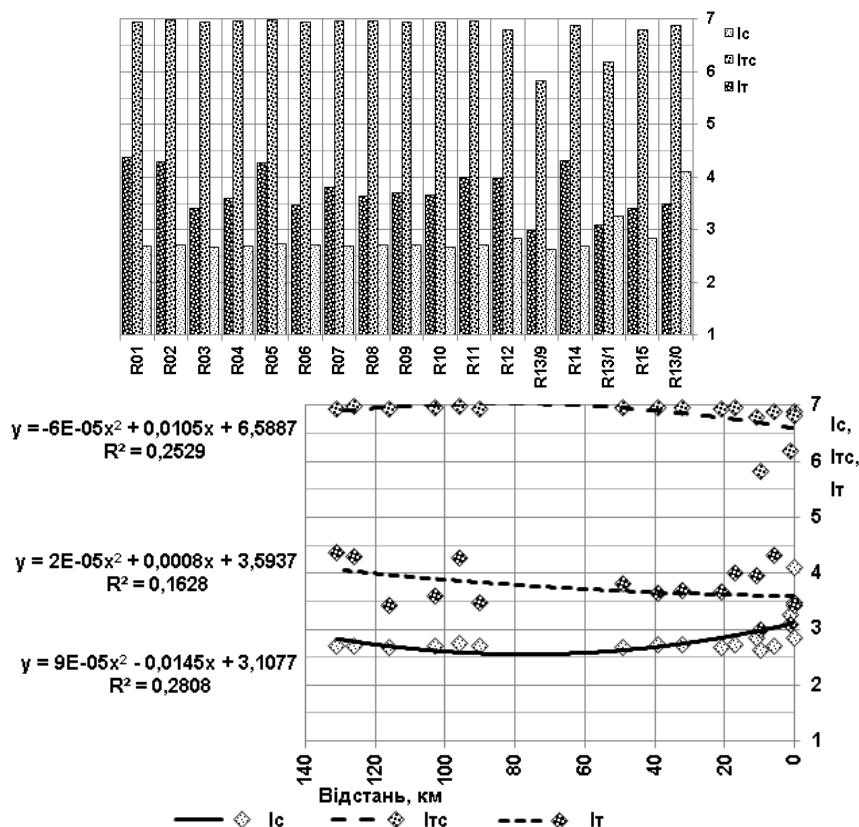


Рисунок 2.14 – Просторовий розподіл блокових індексів (середні з найгірших)

Значних відмінностей якості води між окремими пунктами та/чи достовірних тенденцій просторового розподілу не виявлено. Певні особливості спостерігалися за блоком сольового складу, що, можливо, зумовлено впливом морських вод.

Слід також зауважити, що не виявлено істотної різниці у якості води між пунктами R01 і R02 (вище і нижче міста Рені).

Спостерігалися незначні сезонні коливання середніх по ділянці рівнів індексів екологічної оцінки, здебільшого по блоку сольового складу.

Найбільший внесок у рівень індексів загальної екологічної оцінки на всіх пунктах й в усі сезони давав блок показників трофо-сапробіологічного стану вод. Особливо у цьому сенсі можна відзначити завислі речовини, вміст нітритного й нітратного азоту (рис. 2.15).

Також (особливо у розрахунку кратності рівнів показників верхній межі 3 категорії (рис. 2.16), істотним був внесок вмісту міді й заліза загального.

Пункт R01 порівняно з середнім, відзначався дещо вищими індексами за

БСК₅, ХСК, вмістом азоту нітратного, заліза загального, цинку, СПАР і фенолів та дещо нижчими індексами за рН, мінералізацією, насиченістю киснем, вмістом кисню, завислих речовин і сульфатів (рис. 2.17).



Рисунок 2.15 – Індекси екологічної оцінки за основними показниками якості вод Дунаю (середні величини)

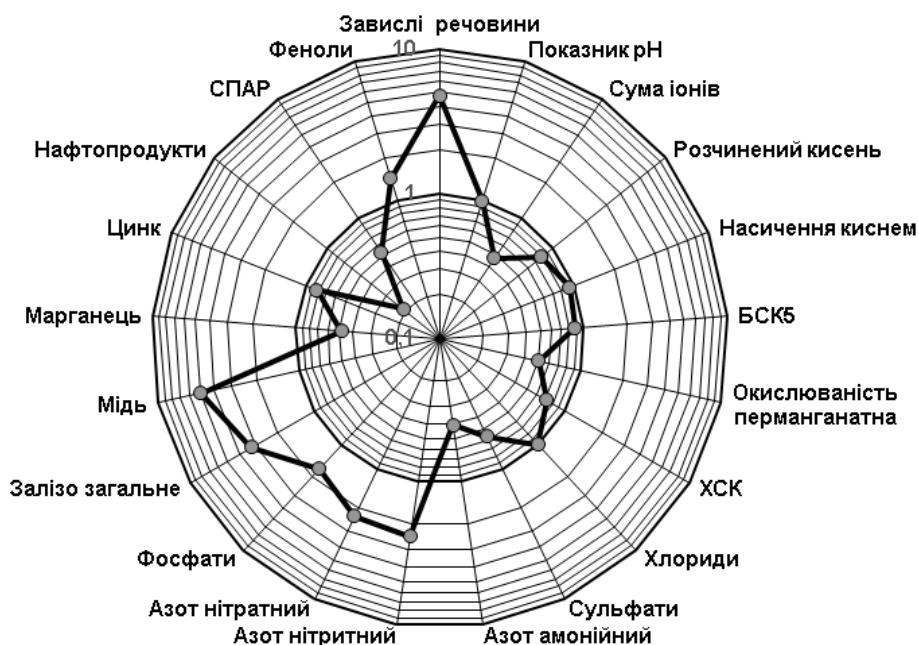


Рисунок 2.16 – Кратність основних показників якості вод Дунаю межі 3 категорії



Рисунок 2.17 – Порівняльна оцінка якості вод пункту вище Рені (R01) із середніми по всіх пунктах величинами за роки спостереження

Оцінка якості вод Дунаю за критеріями TNMN

За класифікацією, рекомендованою TNMN (рис.2.18), найгірша якість води відзначена за показниками ХСК, вмісту фосфатів, нітратного й нітритного азоту. Середній індекс за цією класифікацією склав 1,5 (між I та II класами), а середній індекс із найгірших за сезонною динамікою дорівнював 2,8 (III клас із переходом у II). Якість води по окремих пунктах контролю в цілому за час спостереження (за класифікацією, рекомендованою TNMN) представлено у таблицях 2.5 (середні величини) та 2.6 (найгірші величини).

За інформацією звітів попередніх років, наприклад [3], результати визначень гідрохімічних показників забруднення вод Дунаю здебільшого, були на рівні I та II класів якості води за класифікацією міжнародної програми моніторингу Дунаю TNMN. Втім, в окремі періоди по деяких показниках визначались концентрації, значення яких дають підстави для віднесення якості вод до III та IV класів. Так, наприклад, за показниками валового вмісту важких металів вода у р. Дунай та рукавах дельти у 2005 році відповідала II (Cd, As, Zn,

Ni) та III (Cu, Pb, Hg) класам якості.

Таблиця 2.5 – Середні індекси якості води по окремих пунктах за класифікацією TNMN

Відстань	Пункт	Середній індекс	pH	Розчинений кисень	БСК5	ПО*	ХСК	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Фосфати	Мідь	Цинк
131	R01	1,36	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1
126	R02	1,36	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1
116	R03	1,33	1	1	1	1	2	1	2	2	1		
103	R04	1,44	1	1	1	1	2	1	2	2	2		
96	R05	1,45	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1
89,9	R06	1,44	1	1	1	1	2	1	2	2	2		
49	R07	1,44	1	1	1	1	2	1	2	2	2		
39	R08	1,44	1	1	1	1	2	1	2	2	2		
32	R09	1,33	1	1	1	1	2	1	2	2	1		
21	R10	1,45	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1
17	R11	1,36	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1
11	R12	1,44	1	1	1	1	2	1	2	2	2		
9,5	R13/9	1,33	1	1				1	2	2	1		
6	R14	1,44	1	1	1	1	2	1	2	2	2		
1	R13/1	1,33	1	1	1	1	2	1	2	2	1		
0	R13/0	1,44	1	1	1	2	2	1	2	1	2		
0	R15	1,44	1	1	1	1	2	1	2	2	2		

* – перманганатна окислюваність

Таблиця 2.6 – Найгірші індекси якості води по окремих пунктах за класифікацією TNMN

Відстань	Пункт	Середній індекс	pH	Розчинений кисень	БСК5	ПО*	ХСК	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Фосфати	Мідь	Цинк
131	R01	2,91	1	4	3	2	3	3	3	2	3	4	4
126	R02	2,82	1	3	3	3	4	3	3	2	3	4	2
116	R03	3,00	1	4	3	3	3	3	5	2	3		
103	R04	2,56	1	3	3	2	3	3	3	2	3		
96	R05	2,64	1	3	3	2	3	3	3	2	3	4	2
89,9	R06	3,11	5	3	3	3	3	3	3	2	3		
49	R07	2,89	1	3	3	3	4	3	4	2	3		
39	R08	3,22	5	2	3	3	4	4	3	2	3		
32	R09	3,33	5	3	2	3	4	4	4	2	3		
21	R10	2,82	1	3	3	3	4	3	4	2	3	3	2
17	R11	2,55	1	3	3	3	4	3	2	2	3	2	2
11	R12	2,67	1	3	2	3	4	3	3	2	3		
9,5	R13/9	2,00	1	2				2	3	2	2		
6	R14	2,67	1	3	2	3	4	3	3	2	3		
1	R13/1.0	3,00	1	4	2	4	4	4	3	2	3		
0	R13/0	3,44	1	5	3	4	4	5	4	2	3		
0	R15	3,00	1	3	2	3	4	4	3	4	3		

* – перманганатна окислюваність

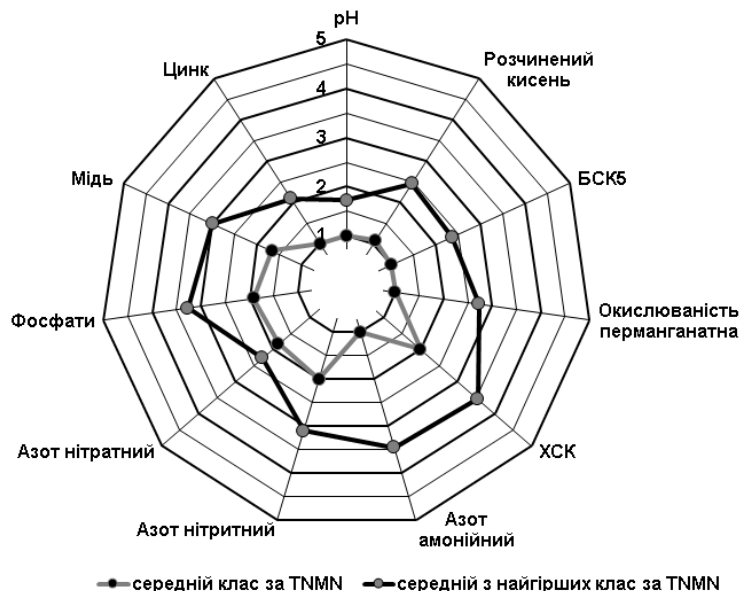


Рисунок 2.18 – Клас якості вод української ділянки Дунаю за класифікацією TNMN

Водогосподарська оцінка якості вод Дунаю

Незначне перевищення господарсько-побутових ГДК відзначене за середніми рівнями ХСК, концентрацій фенолів і заліза загального (рис. 2.19). Кратності рибогосподарських ГДК, серед яких найбільші перевищення спостерігалися по вмісту металів, наведені на рис. 2.20.

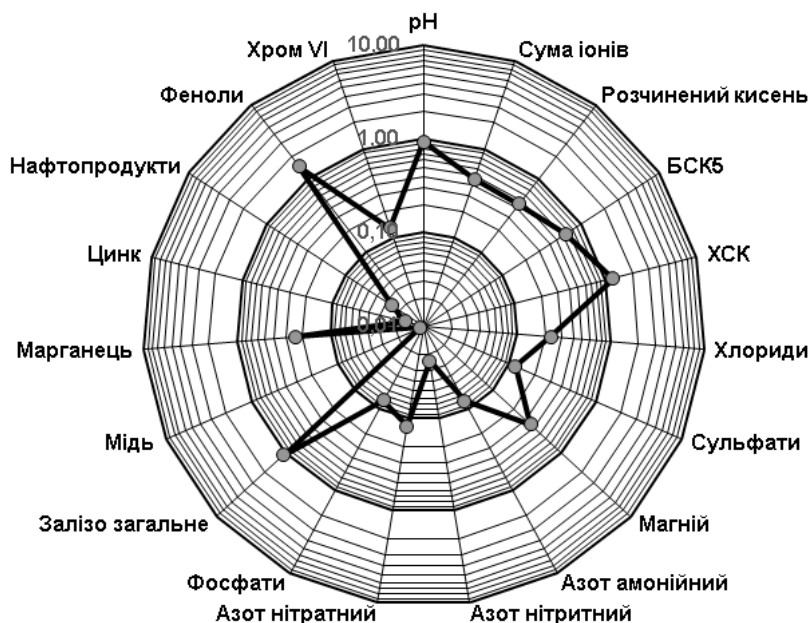


Рисунок 2.19 – Кратність основних показників якості вод господарсько-побутовим нормативам



Рисунок 2.20 – Кратність основних показників якості вод рибогосподарським нормативам

Рибогосподарські ГДК перевищували концентрації металів: міді й хрому VI (суттєво), а також заліза загального, марганцю й цинку. Також перевищували рибогосподарські ГДК концентрації фенолів та нітритного азоту (незначно).

Додаткові відомості по окремим показникам

Відзначалося [3] масштабне і тривале забруднення всього басейну стійкими хлорорганічними пестицидами. Виявлялися, зокрема, ліндан, ДДТ, α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ.

Проведено співставлення результатів спостережень, виконаних впродовж 2007-2011 років [2]. Було відзначено значні коливання вмісту заліза й марганцю, які не мали системного характеру, зміни концентрації по окремих створах обумовлені надходженням нових забруднень у вигляді змивів з ділянок водозбору між створами, в основному у вигляді завислих речовин, та забруднень з дифузних джерел. Коливання вмісту цинку й нікелю не мають системного характеру. Коливання вмісту міді уздовж ділянки незначні. У роботі [2] робиться висновок, що основне надходження цинку, нікелю й міді систематично відзначається з ділянок річки, що знаходяться вище м. Рені, тобто

до кордону з Україною.

2.3. Стан наземних екосистем української частини дельти Дунаю

2.3.1. Моніторинг наземних та прибережних екосистем на території Дунайського біосферного заповідника (ДБЗ)

Водно-болотні угіддя дельти Дунаю відіграють дуже важливу роль у збереженні біорізноманіття регіону, країни та світу і мають надзвичайне екологічне значення. У зв'язку з впровадженням положень Конвенції про біологічне різноманіття (КБР) в Україні збільшується кількість водно-болотних угідь міжнародного значення, але відмічається тенденція до скорочення під впливом господарської діяльності. Багато науковців відмічають, що впродовж останніх 50-70 років біорізноманіття України зазнало негативних змін, тому вкрай актуальним є дослідження шляхів його збереження. У 5 Національному звіті в рамках КБР [28] констатується погіршення стану природних середовищ існування тварин і місць зростання рослин в Україні, головним чином внаслідок антропогенного впливу. Проблемними питаннями визначені, зокрема, деградація природних екосистем, зникнення середовищ існування багатьох видів флори та фауни, скорочення популяцій типових та рідкісних їх представників. Трансформовані біотопи, де природні аборигенні біоценози існувати не можуть або зазнають дуже істотних змін, заселяються видами, стійкими до чинників порушеного середовища, або еврибіонтами. Тому визначення механізмів підтримання біорізноманіття є важливим напрямком досліджень, а відновлення порушених екосистем і збереження їх природних компонентів є запорукою їхньої стійкості до багатьох негативних факторів.

Збільшення антропогенного навантаження на екосистему української ділянки дунайської дельти - як внаслідок виконання будівельних робіт з розчищення бару гирла Бистре та поглиблення русла, так і завдяки інтенсифікації руху водного транспорту - об'єктивно створює певні загрози для навколишнього природного середовища, яке в дельті Дунаю є унікальним і має загальноєвропейське значення. При оцінці можливих транскордонних впливів будівництва і експлуатації глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай –

Чорне море у першу чергу розглядається білатеральний біосферний заповідник у дельті Дунаю (БЗДД), однією частиною якого є природоохоронні території румунської частини дельти (які, за поданням Румунської сторони, можуть підлягати потенційному впливу ГСХ), а другою частиною - Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ) на території України. З точки зору видового різноманіття флори та фауни біосферний заповідник "Дунайська Дельта" займає третє місце у світі після дельти Амазонки та дельти Нілу [29].

Екосистеми ДБЗ складають своєрідний комплекс, обумовлений різноманіттям ландшафтів і перехідним (екотонним) місцезнаходженням між великою рікою та Чорним морем. Водні екосистеми ДБЗ – це прісноводні, а в аванделті 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, 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 (зокрема, осетрові риби та дунайський оселедець).

Велика кількість тепла, води та висока родючість ґрунтів сприяють розвитку багатой рослиності, в тому числі вологолюбної, що заселяє плавні, береги водотоків і водойм. У той же час, тваринне населення плавневих екотопів характеризується бідністю і суттєво відрізняється від високопродуктивних екотопів заток і узмор'я дельти Дунаю [29].

Флора та рослинні угруповання

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 [29].

За даними 2009 р. флора Дунайського біосферного заповідника нараховувала 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 [29]. Найбільша кількість червонокнижних видів і зеленокнижних угруповань зосереджено у районах Жебріянської гряди та крайнього півдня ДБЗ, тоді як у районі рукава Бистрий 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) нараховується 1563 види, з яких до Червоної книги України занесено 28 видів, а до Європейського Червоного списку - 10 видів [30]. 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.

До складу флори заповідника у 2018 році було додано 2 види (бріонія біла (*Bryonia alba*) та омела біла (*Viscum album L.*)), знайдені на о. Єрмаків, і тепер вона налічує 1567 видів. Рідкісними та зникаючими серед вищих судинних рослин є 135 видів. В таблиці 2.7 наведений список рідкісних рослин ДБЗ, їхнє місцезростання та стан популяцій на 2018 рік [31].

Таблиця 2.7 - Рідкісні рослини ДБЗ, їх місцезростання та стан популяцій на 2018 р.

№	Назва рослини	Місцезростання	Охоронна категорія	Стан популяції на 2018 рік
1	2	3	4	5
1	<i>Aldrovanda vesiculosa L.</i> Альдрованда пухирчиста	водойми о. Єрмаків	ЧКУ, БК, РЧС	Не знайдена з 2004 року

№	Назва рослини	Місцезростання	Охоронна категорія	Стан популяції на 2018 рік
1	2	3	4	5
2	<i>Alyssum savranicum</i> Andrz. бурачок саранський	На території Жебриянського пасма	МСОП, ЧКУ	Дуже рідко
3	<i>Alyssum calycocarpum</i> Rupr., бурачок чашечкоплодий	На території Жебриянського пасма	МСОП,	Дуже рідко
4	<i>Arenaria zozii</i> Kleopov піщанка Зоза	На приморських косах	МСОП	Дуже рідко
5	<i>Astragalus borysthenicus</i> Klok. Астрагал дніпровський	На приморських косах, на території Жебриянського пасма.	МСОП, ЧКУ	Дуже рідко
6	<i>Anacamptis palustris</i> <i>Orchis palustris</i> зозулинець болотний	На депресіях Жебриянського пасма, у вторинній дельті на о. Кубану.	МСОП, ЧКУ, РЧС	Рідкісний Найбільша площа зростання на території заповідника серед орхідних
7	<i>Astrodaucus littoralis</i> Морквівниця прибережна	На приморських косах, Жебриянському пасмі.	ЧКУ	Стабільний стан популяції.
8	<i>Chrysopogon gryllus</i> Trin. Золотобородник цикадовий	На степових ділянках Жебриянського пасма. У вторинну дельту не розселюється.	ЧКУ, РЧС	Найбільше місцезростання виду в Україні: 15 га.
9	<i>Cladium mariscus</i> Pohl. Меч-трава болотна	Стенцівсько-Жебриянівські плавні і Жебриянське пасмо	ЧКУ	Найбільше місцезростання виду в Україні.
10	<i>Crambe tataria</i> Катран (хрін) татарський	На приморських косах, Жебриянському пасмі	ЧКУ	Рідкісний
11	<i>Ceratophyllum submersum</i> L., Кушир підводний	Водойми вторинної дельти	РЧС	Рідкісний
12	<i>Dactylorhiza majalis</i> Hunt et <i>Summerhayes</i> Пальчатокорінник травневий	на території Жебриянського пасма та в депресії справа від траси Вилкове-Приморське в 2,5 км від м. Вилкове.	ЧКУ, РЧС	Вразливий продовжується падіння чисельності виду.
13	<i>Dianthus bessarabicus</i> Klok. Гвоздика бессарабська	єдине місцезростання виду на Україні і світі – Жебриянське пасмо.	МСОП, ЧКУ, РЧС	Надзвичайно рідко
14	<i>Epipactis helleborine</i> Crantz. Коручка широколиста	на території Жебриянського пасма на знижених аренних ділянках навколо затону «Базарчук»	ЧКУ, РЧС	Поодинокі, вкрай рідко. Потребує спеціальних заходів із забезпечення умов зростання.
15	<i>Elytrigia stipifolia</i> (Czern. Ex <i>Nevski</i>) Nevski пирій ковилолистий	Острови вторинної дельти, Жебриянське пасмо	МСОП, ЧКУ	Стабільна чисельність

№	Назва рослини	Місцезростання	Охоронна категорія	Стан популяції на 2018 рік
1	2	3	4	5
16	<i>Eriopactis palustris</i> Crantz. Коручка болотна	в депресіях Жебриянського пасма, праворуч від траси Вилкове-Приморське	ЧКУ, РЧС	Поступове зменшення чисельності
17	<i>Euphorbia paralias</i> Молочай прибережний	Приморські коси, о. Єрмаків	ЧКУ	Рідкісний
18	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh., Хвощ великий	Острови вторинної дельти	РЧС	Стабільно мала чисельність
19	<i>Genista tinctoria</i> L. Дрік красильний	Жебриянське пасмо	ЧКУ	Рідкісний
20	<i>Juncus acutiflorus</i> L. Ситник гостропелюстковий	Острови вторинної дельти	РЧС	Рідкісний
21	<i>Fumana procumbens</i> (Dun.) Gren. et Godr. Фумана лежача	-	РЧС	Стабільно мала чисельність
22	<i>Lemna gibba</i> L. Ряска горбата	В опріснених кутах, рідко	МСОП, РЧС	Стабільно мала чисельність
23	<i>Leucanthemella serotina</i> (L.) Tzvel. Леукантемела пізня (короличка пізня)	у вторинній дельті спорадично, на дельт- ових островах вздовж прируслових частин.	ЧКУ, РЧС	Популяція зменшується
24	<i>Leontodon danubialis</i> Jacq., Любочки дунайські	у вторинній дельті	РЧС	Стабільно мала чисельність
25	<i>Leucojum aestivum</i> L. Білоцвіт літній	в прируслових ділянках островів Кубану, Кубан- ського, Очаківського і о. Єрмаків.	ЧКУ, РЧС	поодинокі, зменшення чисельності виду
26	<i>Limonium danubiale</i> , Клок. Кермек дунайський	Приморські острови, о. Єрмаків, р-н СЖП	РЧС	Стабільно не- висока чисельність
27	<i>Marsilea quadrifolia</i> L. марсилія чотирилисна	Залив Восточний	ЧКУ	Обмежена площа, зростає
28	<i>Nymphaea alba</i> Латаття біле	Всі опріснені кути вторинної дельти та о. Єрмаків	ЗКУ	Звичайний вид
29	<i>Nymphoides peltata</i> O. Kuntz. Плавун щитолістий	в Ананькіному та Делюковому кутах, в куті Бистрий збоку гирла Восточне	ЧКУ	Стабільна чисельність
30	<i>Ornithogalum oreoides</i> Zahar. Рястка гірська	поодинокі на схилах Сасику, Жебриянському пасмі та періодично в м. Вилкове.	ЧКУ	Загроз існуванню виду на виявлено
31	<i>Padus avium</i> Mill., Черемха звичайна	м. Вилкове	РЧС	Рідкісна
32	<i>Potamogeton gramineus</i> L., Рдесник злаколистий	кути, заливи і рукава вторинної дельти	ЗКУ, РЧС	Стабільно мала чисельність
33	<i>Periploca graeca</i> L., Обвійник грецький	острови вторинної дельти	РЧС	стабільна чисельність, поширюється
34	<i>Rumex ucrainicus</i> Fisch. ex Spreng. Щавель український	острови вторинної дельти	МСОП	Стабільно мала чисельність

№	Назва рослини	Місцезростання	Охоронна категорія	Стан популяції на 2018 рік
1	2	3	4	5
35	<i>Rumex halacsyi</i> Rech., Щавель сітчастий	острови вторинної дельти	РЧС	Стабільно мала чисельність
36	<i>Senecio borysthenicus</i> (DC) Andrz. жовтозілля дніпровське	острови вторинної дельти, о. Єрмаків, Жебриянське пасмо	МСОП	Стабільно мала чисельність
37	<i>Stipa borysthenica</i> Klok. Et Procd. Ковила дніпровська	на степових ділянках Жебриянського пасма	ЧКУ	Дуже рідкісний
38	<i>Stipa capillata</i> L. Ковила волосиста	на схилах озера Сасик. Раніше він відзначався і на Жебриянському пасмі	ЧКУ	Дуже рідкісний
39	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. et Rupr. Ковила Лессінга	на схилах озера Сасик. Раніше він відзначався і на Жебриянському пасмі	ЧКУ	Дуже рідкісний
40	<i>Salvinia natans</i> L. Сальвінія плаваюча	кути, заливи і рукава вторинної дельти	ЧКУ, БК	Масовий вид, популяція зростає
	<i>Typha minima</i> Funk. Рогіз малий	в депресіях Жебриянського пасма. Зростає купинами.	ЧКУ, БК	Стабільно мала чисельність, у вторинну дельту не розповсюджується
41	<i>Tragopogon borysthenicus</i> Artemcz., козельці дніпровські	О. Єрмаків, Жебриянське пасмо	МСОП	Мала чисельність
42	<i>Tragopogon ucrainicus</i> Artemcz. козельці українські	О. Єрмаків, Жебриянське пасмо, вторинна дельта	МСОП	Стабільна чисельність
43	<i>Trachomitum sarmatiense</i> Woodson (<i>Trachomitum venetum</i> (L.) Кендир сарматський (кендир венеційський)	на Жебриянському пасмі на ділянці вздовж траси Вилкове – Одеса.	ЧКУ	Популяція щільна. Поступово розширюється площа. Загроз існуванню виду немає.
44	<i>Trapa natans</i> L. Водяний горіх плаваючий	Всі кути, заливи і рукава вторинної дельти	ЧКУ, БК	Масовий вид, популяція зростає
45	<i>Trapa macrorhiza</i> Dobrocz. Водяний горіх великокореневий	кути, заливи і рукава вторинної дельти		Стабільно мала чисельність
46	<i>T. pseudocolchica</i> V. Vassil. Водяний горіх несправжньококлідський	кути, заливи і рукава вторинної дельти		Стабільно мала чисельність
47	<i>Tussilago farfara</i> L., Підбіл звичайний	Острови вторинної дельти, Жебриянське пасмо	РЧС	Поступово зменшується
48	<i>Wolffia arrhiza</i> Вольфія безкоренева	В мілководних стоячих каналах,	МСОП	Рідкісний
49	<i>Zostera marina</i> Камка морська	В солонуватоводних заливах (Солоний, Дурний),	МСОП, БК	Рідкісний

Примітка: МСОП – Європейський Червоний список МСОП; ЧКУ - Червона книга України; БК - Бернська конвенція; РЧС - Регіональний червоний список.

До Зеленої книги України занесені 15 угруповань, а взагалі понад 40

рослинних угруповань ДБЗ є регіонально рідкісними і потребують спеціальної уваги, оскільки вони стали рідкісними в результаті діяльності людини. Це, насамперед, *Salvinio-Spirodeletum*, *Spirodelo-Aldrovandetum*, *Aldrovandetum vesiculosae*, *Aldrovando-Utricularietum minoris*, *Hottonietum palustris*, *Nymphoidetum peltatae*, *Ceratophylletum submersi*, *Thelypteridi-Phragmitetum*, *Stipetum borysthenicae*, *Dauco-Chrysopogonetum grillis*, *Cladietum marisci* та інші.

Головними чинниками впливу на рослинність заповідника стають кліматичні, гідрологічні та антропогенні умови.

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 [29].

Разом з тривалою повінню в першій половині року, високими температурами влітку та низьким рівнем води в Дунаї в другій половині, 2018 рік відзначався значним розмивом берегових структур на узмор'ї. Ці явища перш за все вплинули на формування піонерної рослинності. Найбільш молодими формуваннями суші є морські коси Пташина, Нова Земля, південна частина острова Циганка та північна частина Таранової коси. Вони вийшли на поверхню води менш ніж 20 років тому їхнє формування продовжується і зараз.

В результаті взаємодії ріки і моря відбувається формування приморських

ділянок суші. Цей процес йде в двох напрямках: росту кіс, що існують, і утворення нових. Південна частина коси Пташина в серпні 2018 року була зовсім позбавлена рослинності через процеси дельтоутворення (рис. 2.21, 2.22.) [31].



Рисунок 2.21 - Південна частина коси Пташина в серпні 2018. Фото: Волошкевич О. В.



Рисунок 2.22 - Ерозія берегів з південного боку острова Нова Земля. Фото: Волошкевич О. В.

Обстеження території островів Стамбульський, Єрмаків, коси Пташина та кута Бистрий, які розташовані безпосередньо біля каналу Дунай-Чорне море, показали, що розмиву берегової смуги по судноплавному ходу уздовж гирл Старостамбульське та Бистре не відбувалося.

Швидко міліє та звужується гирло Очаківське за рахунок заростання вздовж берегових мілководь, продовжують збільшуватися острови та нові обмілини посередині цього рукава, які одними з перших заселяють сусак

зонтичний (*Butomus umbellatus*) та рогази вузьколистий (*Typha angustifolia* L.) та широколистий (*Typha latifolia*), навіть коли мілини ще скриті під водою.

На розподіл водної рослинності в рукавах найбільше впливають глибини, швидкість течії, хвилебій, замулення та розмив дна, температура води, властивості ґрунту, освітлення.

Важливим антропогенним чинником, який впливає на фіторізноманіття дельти, є пасовишне навантаження. На деяких територіях випасання худоби використовується головним чином для менеджменту дельтових угідь. Висока та тривала повінь призвела до поновлення болотного та болотно-лугового різнотрав'я, а зниження кількості худоби, яка утримується в заповіднику на вільному випасі на прируслових частинах дельтових островів, разом з кліматичними особливостями весняно-літнього періоду призвели до процесів відновлення болотного комплексу рослинності на місці лучних. На ділянках, де випасаються свійські тварини, продовжується процес відновлювальних змін у формуванні рослинного покриву, регульоване випасання сприяє формуванню лук та утворенню мозаїчних ділянок серед суцільних заростей очерету.

Великою загрозою для фіторізноманіття дельти є **види-вселенці**. Більшість адвентивних видів реєструється на алювіальних ділянках приморських кіс, уздовж транспортних коридорів та антропогенно змінених ділянках, а саме на острові Шабош, карті намиву о. Єрмаків.

Одним із головних шляхів безперервного поповнення та наявності такої кількості видів синантропної флори та її інвазійної частки у дельті Дунаю є саме русло Дунаю та його гирла, через які проходять головні шляхи міграції видів. На новоутворених ділянках дельтових островів від 40 до 50% проективного покриття займають саме види-вселенці (рис. 2.23).

Останніми роками вселенець повитиця європейська (*Cuscuta europaea*) стрімко поширюється в смузі приморської рослинності 2-3-річної давнини на всіх островах дельти.



Рисунок 2.23 - Вселенці аморфа та ерігерон канадський утворюють суцільні хащі на острові Нова Земля. Фото: Волошкевич О. В.

Значна частина нових видів рослин були знайдені на території о. Єрмаків, який зазнав значної антропогенної трансформації рослинного покриву, як внаслідок одамбування території, високого пасовищного навантаження в минулі роки, формування карт намиву при поглибленні судноплавного шляху у 2004 році, так і через потрапляння з водою рослинних решток та насіння під час повеней у 2010, 2012, 2013 та 2018 рр. [31].

Біля десятка кущів бріонії були знайдені на одній з дамб острова. Бріонія біла належить до відділу Покритонасінних Magnoliophyta, класу дводольних Magnoliopsida, сімейству Гарбузових Cucurbitaceae Juss., роду Бріонія (переступень) – *Bryonia* L.

Друга рослина, омела біла (*Viscum album* L., 1753), належить до родини Санталових (Santalaceae), роду Омела (*Viscum*) і є напівпаразитом, мінеральне живлення та воду вона отримує від рослини-господаря, а органічні речовини виробляє сама в процесі фотосинтезу. Вона значно розповсюджена вище по Дунаю в прируслових лісах, на території заповідника раніше не траплялася. Всього тепер на острові Єрмаків налічується 721 вид рослин. Сафлор шерстистий, ефедр двоколоса, бріонія біла є рослинами доволі рідкісними та такими, що потребують особливих умов зростання, вони не несуть загрози для місцевих біотопів. Крім того, сафлор шерстистий (*Carthamnus lanatus* L.) та ефедр двоколоса (*Ephedra distachya* L.) були знайдені на карті намиву – самому вразливому місці острова. Проте омела може значно шкодити

прирусловим лісам. В таблиці 2.8 наведено список інвазійних видів рослин ДБЗ, їх розподіл за територіальними комплексами та стан популяцій на 2018 рік.

Таблиця 2.8 - Інвазійні види рослин ДБЗ та їхній розподіл за територіальними комплексами

Вид 1	СЖП 2	Є 3	ЖП 4	ВДКГ 5	ВС 6	Стан на 2018 7
<i>Acer negundo</i> L. Клен ясенolistий	-	+	+	+	-	агресивний, поширюється
<i>Amaranthus albus</i> L. Щириця біла	-	+	+	+	-	агресивний, поширюється
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson Щириця лободовидна	-	+	+	+	-	агресивний, поширюється
<i>Amaranthus retroflexus</i> L. Щириця загнута	-	+	+	+	-	поширюється
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L, Амброзія полинолиста	-	+	+	+	-	агресивний, поширюється
<i>Amorpha fruticosa</i> L. Аморфа кушова	-	+	+	+	-	агресивний, поширюється
<i>Artemisia abrotanum</i> L, Полин деревовидний	-	-	+	-	+	стабільно
<i>Artemisia absinthium</i> L. Полін гіркий	+	+	+	+	+	стабільно
<i>Artemisia annua</i> L. Полин однорічний	-	+	-	+	-	періодично спалахи, стабільно
<i>Asclepias syriaca</i> L., Ваточник сирійський	-	+	+	-	-	зрідка
<i>Azolla caroliniana</i> Willd., Азола каролінська	+	+	+	+	-	поширюється
<i>Azolla filiculoides</i> Lam. Азола папоротевидна	+	+	+	+	-	стабільно
<i>Bidens frondosa</i> L, Череда облиствена	-	+	+	+	-	поширюється
<i>Bryonia alba</i> Бріонія біла	-	+	-	-	-	зрідка
<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch., Коноплі дикі	-	+	+	+	-	поширюється
<i>Carthamus lanatus</i> L., Сафлор шерстистий	-	+	-	-	-	зрідка
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L) Medic Грїцики звичайні	+	+	+	+	+	стабільно
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv., Хрїниця крупкова	-	+	+	+	-	стабільно
<i>Carduus acanthoides</i> L, Будяк акантовидний	+	+	-	-	-	стабільно
<i>Centaurea diffusa</i> Lam., Волошка розлога	-	+	+	+	-	поширюється
<i>Centaurea iberica</i> Trev. Волошка іберійська	-	+	-	-	-	зрідка
<i>Cicuta virosa</i> L. Віхá отруйна	+	+	-	+	-	агресивний, поширюється
<i>Chaiturus marrubiastrum</i> (L.) Reichenb. котячий хвіст шандровий	-	-	-	+	-	поширюється
<i>Cyperus fuskus</i> L. Смаковець бурий	+	+	-	+	-	поширюється
<i>Conium maculatum</i> L, Болиголів плямістий	+	+	-	+	-	агресивний, поширюється
<i>Chenopodium pumilio</i> R.Br. Лобода маленька	-	-	-	+	-	зрідка
<i>Cuscuta campestris</i> Yunck. Повитиця європейська	+	+	+	+	+	агресивний, поширюється
<i>Descurania sophia</i> (L.) Webb, ex Prantl, Дейскуранія Софії	+	+	+	+	+	стабільна
<i>Diploaxis tenuifolia</i> (L.) DC Дворядник тонколістий	-	+	+	-	-	стабільна, поширюється
<i>Diplachne fascicularis</i> (Lam.) P. Beauv.,	-	-	-	+	-	стабільно

Вид	СЖП	Є	ЖП	ВДКГ	ВС	Стан на 2018
1	2	3	4	5	6	7
<i>Eclipta prostrata</i> Бекліпта сланка	-	+	-	+	-	стрімко поширюється
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv Куряче просо	+	+	+	+	+	агресивний, поширюється
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et A. Gray Ехіноцистис шипуватий	-	+	+	-	-	зрідка
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. Маслінка вузьколіста	+	+	+	+	-	поширюється
<i>Elodea nuttallii</i> Planchon) H. St. John, Елодея Нутталлі	-	+	-	+	-	агресивний, поширюється
<i>Ephedra distachya</i> L. Ефедрa двоколоса	-	+	-	-	-	стабільна
<i>Galeopsis ladanum</i> L., Жабрій ладанний	-	-	+	-	-	зрідка
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. Незбутниця дрібноквіткова	+	+	+	+	+	зростає
<i>Grindelia squarrosa</i> (Pursh) Dunal. Гринделія розчепірена	-	+	+	+	-	стабільна
<i>Hordeum leporinum</i> Link. Ячмінь мишачий	+	+	+	+	+	агресивний, зростає
<i>Hordeum murinum</i> L., Ячмінь дворядний	+	+	+	+	+	стабільна
<i>Impatiens parviflora</i> DC Розрив-трава дрібноквіткова	-	+	+	+	-	зрідка
<i>Iva xanthiifolia</i> Nutt. Циклахена нетреболіста	-	+	-	+	-	агресивний, стабільна
<i>Lepidium ruderae</i> L., Хрінниця смердюча	+	+	+	+	+	стабільна
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. Пажитниця багаторічна	-	+	-	+	-	стабільна
<i>Lycium barbaratum</i> L. Дереза звичайна	-	+	+	-	+	стабільна
<i>Linaria dulcis</i> Klok. Льонок солодкий	-	-	-	+	-	зрідка
<i>Malva neglecta</i> Wallr. Калачики непомітні	-	+	+	-	+	зрідка
<i>Marsilea quadrifolia</i> L. Марсилія чотирилиста	-	-	-	+	-	зрідка, зростає
<i>Ononis leiosperma</i> Boiss. Вовчук гладконасінний	-	+	-	-	-	зрідка
<i>Papaver rhoeas</i> L. Мак дикий	-	+	+	-	+	поширюється
<i>Parietaria serbica</i> Panc. Настінниця сербська	-	+	-	-	-	стабільна
<i>Panicum capillare</i> L., Просо волосовидне	-	+	-	-	-	зрідка
<i>Portulaca oleracea</i> L. Портулак городній	+	+	+	+	+	поширюється
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. Дика редька	-	+	+	+	-	стабільна
<i>Rapistrum perenne</i> (L.) All., Ріпниця зморшкувата	-	+	-	-	-	зрідка
<i>Sagittaria latifolia</i> Willd., Стрілолист широколистний	-	-	-	+	-	зрідка
<i>Salix fragilis</i> L, Верба ламка	-	+	+	+	-	поширюється
<i>Salix purpurea</i> L.	-	+	-	+	-	зростає
<i>Saponaria officinalis</i> L. Мильнянка лікарська	-	+	+	-	-	стабільна
<i>Senecio vulgaris</i> L. Жовтозілля звичайне	-	+	+	-	-	стабільна
<i>Setaria glauca</i> P. Beauv., Мишій сизий	-	+	+	+	-	зростає
<i>Sinapsis arvensis</i> L, Фіялка польова	-	+	+	+	-	зрідка
<i>Sisymbrium loeselii</i> L. Сухоребрик лікарський	-	+	+	+	-	зрідка
<i>Chaiturus marrubiastrum</i> (L.) Reichenb., котячий хвіст шандровий	-	+	-	+	-	зрідка
<i>Solidago canadensis</i> L., Золотарник канадський	-	+	+	+	-	агресивний, зростає
<i>Solanum retroflexum</i> Dunal.) Паслін звичайний	-	-	+	+	-	стабільна
<i>Sonchus arvensis</i> L. Жовтий осот польовий	-	+	+	+	+	зростає

Вид	СЖП	Є	ЖП	ВДКГ	ВС	Стан на 2018
1	2	3	4	5	6	7
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill. Жовтий осот шорсткий		+	+	+		стабільна
<i>Sonchus oleraceus</i> L. Осот жовтий городній	+	+	+	+	+	поширюється
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link. Чистець польовий	-	+	-	+	-	стабільна
<i>Viscum album</i> L. Омела біла	-	+	-	-	-	одиначно
<i>Vicia villosa</i> Roth. Горошок волохатий	+	+	+	+		стабільна
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C.Gmel, Вульпія мишохвоста	-	-	-	+	-	стабільна
<i>Xanthium albinum</i> (Widd.) H. Scholz. Нетреба звичайна	+	+	+	+	+	поширюється
Усього видів 75	20	65	47	55	17	
%	26,7	86,7	62,7	73,3	23,3	

Примітка: СЖП – Стенцівсько-Жебриянівські плавні; Є - о. Єрмаків; ЖП - Жебриянське пасмо; ВДКГ – вторинна дельта Кілійського гирла; ВС - вершина оз. Сасик.

Найбільша кількість видів (86,7%), була знайдена на о. Єрмаків, на другому місці вторинна дельта Кілійського гирла (73,3%), на третьому - Жебриянське пасмо (62,7%), в Стенцівсько-Жебриянівських плавнях - 26,7%, в вершині оз. Сасик - 23,3%.

В рештках заливу Бистрий, біля рукаву Восточний, збільшилася популяція вселенця марсилії чотирилистої (*Marsilea quadrifolia* L.), яка була знайдена там в 2017 році (рис. 2.24). Її розміри з плями 2 м² збільшилися щонайменше до 400 м². Схоже на те, що ми спостерігали ефект репродуктивного посилення (Виноградова та ін., 2010), коли у вида-вселенця при наявності сприятливих умов спостерігається сукупність всіх можливих для нього способів розмноження.

Марсилія є в румунській частині дельти, і вона там знаходиться в списку 5 рослин, які особливо вразливі та цінні разом з альдровандою та ще кількома видами (ANASTASIU, NEGREAN, 2014).

Швидко розповсюджуються адвентивні види: аморфа, екліпта сланка, торулініум родючий та ін. і особливо види роду нетреба (*Xanthium*), що є негативним сигналом стану флори заповідника і перш за все приморської зони островів Стамбульський та Кубану. Це також стосується територій, які знаходяться під впливом різних антропогенних чинників, і особливо випасання худоби.

Наземна рослинність на ділянці острова Стамбульський. Формування берегової смуги на ділянці острова Стамбульський відбувається під впливом

штормів. Ця територія як і раніше перебуває під впливом морських хвиль та еолових процесів, тому рослинність на ній не чисельна. На узмор'ї острова Стамбульський та на дамбі зростають лише стійкі до сольового впливу види. Розмив берегової смуги від дамби в північному напрямку в 2018 році призвели до зникнення вже сформованої алювіально-піщаної рослинності і на час спостережень була відсутня піонерна рослинність на смузі шириною від 25 до 50 м [31].



Рисунок 2.24 - Популяція вселенця марсилії чотирилистої (*Marsilea quadrifolia L.*) в рештках заливу Бистрий збоку гирла Восточне.
Фото: Волошкевич О. В.

Акумулятивні відклади піску уздовж кущової рослинності з тамариксу галузистого та маслинки вузьколистої в деяких місцях сягають 1-1,5 м заввишки. Таким чином розпочалося формування піщаних «барханів», які заростають переважно нетребою. На відкритих підвищених ділянках у рослинному покриві зустрічаються типові псамофіти.

Дорога до дамби на острові Стамбульський продовжує заростати кущовою та трав'янистою рослинністю. Проективне покриття рослинного покриву на ділянках дороги коливається від 80 до 100%. Відсутність переміщень транспорту призвела до формування кущової рослинності.

На дамбі рослинного покриву майже не залишилося. На ділянці, яка ще

засипана піском, формується рослинність з видів родини Лободові, що є характерним для ділянок з засоленими ґрунтами, а також з справжніх псамофітів. На початку дамби залишилося кілька дерев маслинки вузьколистої, аморфи, тамариксу. Деінде залишилися багаторічники з добре розвиненою кореневою системою (хміль звичайний), а переважно зростають рудеральні види та однорічники: морська гірчиця чорноморська, латук татарський, нетреба, лобода та інші.

Майже вся територія *коси Пташина* вкрита рослинністю з різним ступенем проективного покриття, тут проходить процес швидкого формування рослинного покриву. Деревинно-чагарникова рослинність складається з тамарикса гіллястого *Tamarix ramosissima Ledeb.*, аморфи чагарникової *Amorpha fruticosa L.*, тополі білої *Populus alba L.*, верби попелястої *Salix cinerea L.*, верби білою *S. alba L.*, верби ламкої *S. fragilis L.* та верби гостролистої *S. acutifolia Willd.*, вселенця верби пурпурової (*Salix purpurea L.*). З 2009 року плодоносить обліпіха крушиновидна *Hippophae rhamnoides L.* Рослинний покрив на приморських ділянках Пташиної коси залишається на початкових стадіях сингенезу, бо він постійно змивається водами під час штормів.

На прибережних ділянках сформувалися майже моновидові угруповання з рогозу (*Typha angustifolia L.*), (*Typha latifolia*), кути озерної (*Scyrrpus lacustris*), очерету (*Phragmites australis*).

В заливі Бистрий візуальні обстеження показали слабкий розвиток занурених макрофітів в порівнянні з попередніми роками. Найбільше заросла частина кута біля гирла Восточне, а найменше – біля Бистрого. Рослинність прісноводна, переважно занурена та укорінено-водна з плаваючим на поверхні листям. Найбільш представленими є види роду Рдесники (*Potamogeton*). Поширення в акваторії на баровій частині Бистрого наяди морської (*Najas marina*) та малої (*Najas minor All*), а також поява кути прибережної свідчить про тривалі коливання солоності. Вкорінено-водна з плаваючим на поверхні листям рослинність зустрічається в південній частині заливу, а це значні площі водяного горіха плаваючого (*Trapa natans*) та плавуна щитолистого

(*Nymphoides peltata*) уздовж острова Кубанський. Це види рослин з Червоної книги України (2009), а їхні угруповання занесені до Зеленої книги України (2009). Зарості плавуну щитолистого залишилися в межах минулого року і займають загальну площу біля 0,2 га. Влітку спостерігалось обсихання мілководних ділянок заливу, де зростає плавун щитолистий (рис. 2.25).



Рисунок 2.25 - Обсихання мілководних ділянок заливу, де зростає плавун щитолистий (*Nymphoides peltata*).

Коса Нова Земля з'явилася в 1989 році вузьким піщаним валом, а рослинність почала формуватися з 1995 року. Основними видами тут є: три види роду *Bidens*, *Chenopodium rubrum*, *Ch. album*, *Poligonum persicaria*, *Rumex maritima*, *Suaeda prostrata*, *Salicornia perennans*, *Amarantus sp.*, *Tripolium vulgare*, *Echinochloa orisoides*, *Juncellus pannonicus*, *Cyperus glomeratus* і ін. Періодично на ній спостерігаються розмиви окремих ділянок коси та формування острівців.

Після розпочатих днопоглиблювальних робіт у 2004 році на гирлі Бистре

та спорудження в морі дамби в південній приморській частині заповідника відбулися суттєві зміни. Вже у 2005 році перестав існувати вихід гирла Осінка до моря, а піщана коса Пароходна продовжила своє формування в південно-східному напрямку, охопивши територію, яка була розташована праворуч від гирла Осінка. Відбулося з'єднання двох островів. Шпиль коси Пароходної (або острова Циганка) висунувся в море, в бік коси Нова Земля. У 2018 році відстань від шпиля острова Циганка до Нової Землі становила приблизно 1 км.

Швидкими темпами тут спостерігається формування рослинного покриву. Рослинне розмаїття настільки багате, що важко повірити, що ця територія сформувалася так недавно, у складі флори більше 90 видів рослин, в той час, коли у піонерних угрупованнях 1-3 року формування їх не більше 15-20. Разом із типовими псамофітами тут зростають види, які є характерними для алювіальних новоутворень (*Torulinium ferax*, *Cyperus difformis*) та прируслових ділянок (*Acorus calamus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbelatus*, *Bidens frondosa*, *Eclipta prostrata* та ін.). Багато з цих видів є адвентивними. Стрімке формування суші пов'язано із зменшенням швидкості водної течії в гирлах Циганка та Большоє внаслідок зменшення загального стоку в р. Дунай і особливо в Кілійському гирлі.

Ділянки карт намиву на **острові Єрмаків** продовжують інтенсивно заростати чагарниковою рослинністю. В її складі біля 70% тамарикса галузистого (*Tamarix ramosissima*), на маслинку сріблясту (*Elaeagnus argentea*) та вузьколисту (*E. angustifolia*) в загальному проективному покритті припадає біля 15% та біля 1-2% припадає на тополю білу (*Populus alba*).

Ділянки мулисто-піщаного 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.

Пляма ефедри двоколосої (*Ephedra distachya* L.) збереглася (рис. 2.26). На рослинність острова дуже вплинув весняний перевипас, тому що кількість худоби під час водопілля не зменшилася, а суходіл складав не більше 10% його території. Карта намиву в нових реаліях острова відіграла позитивну роль

рефугіуму для тварин та птахів, які перебували тут під час затоплення. На ділянках з мулистопіщаним ґрунтом проективне покриття рослинності сягало 100%, але висота лучних рослин через виїдання їх тваринами не перевищувала кількох сантиметрів.

Периферійні ділянки острова Єрмаків, які розташовані в позадамбовій частині та майже постійно підтоплені, представлені угрупованнями гідрофітів з *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb, *Butomus umbellatus* L., *Alisma plantago-aquatica* L. та ін. Дамби та придамбові ділянки, а також інші штучні підвищення зайняті угрупованнями, що утворені *Hordeum murinum* L., *Polygonum aviculare* L., *Carduus acantoides* L., *Lepidium ruderalis* L., *Artemisia vulgaris* L., *Xanthium spinosum* L., *Xanthium strumarum* L., *Onopordum acanthium* L. та ін. На ділянках надмірного випасу худоби рослинність складається з угруповань солончаково-солонцових луків. На дамбах біля карт наміву острова Єрмаків загальне проективне покриття складає 55-70%, основні види *Cynodon dactylon*, *Lepidium ruderalis*, *Digitaria sanguinalis*, *Xanthium strumarium*, *Ranunculus* sp., *Puccinellia distans*, *Dipsacus laciniatus*.



Рисунок 2.26 - Пляма ефедри двоколосої (*Ephedra distachya* L.). Фото: Волошкевич О. В.

Справжньо-водна рослинність теж відновлюється і складається з елодеї канадської *Elodea canadensis* та елодеї нутталлі *Elodea nuttallii*, кушира

Ceratophyllum, азоли *Azolla caroliniana* та *Azolla filiculoides*, сальвінії плаваючої *Salvinia natans*, латаття білого *Nymphaea alba L.*, водяного горіху плаваючого *Trapa natans L.* та інших видів. В південній частині острова залишаються ділянки з недостатнім водообміном і тут характерним видом є водопериця *Myriophyllum spicatum L.*

Макрозообентос

Згідно з результатами дослідження стану макрозообентосу як складової моніторингу рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника у травні та вересні 2018 р. та в порівнянні з попередніми роками науковцями ДБЗ були отримані наступні результати [40].

1. Більшість досліджених водойм є мілководними. Переважали 4 типи донних субстратів: піски на пригирлових узмор'ях, замулені піски у солонуватоводних затоках, сірі мули в рукавах та чорні – в прісноводних кутах.

2. У **рукаві Бистрий** основні групи донної фауни були представлені олігохетами, ракоподібними, молюсками, не було знайдено личинок хірономід та двокрилих. Акваторії між дамбою на баровій частині рукаву Бистрого, частиною Пташиної коси та між косою Пташиною і островом Кубанським за складом макрозообентосу значно відрізняються. На момент відбору проб на всіх станціях у вказаних акваторіях вода була прісною, вміст розчиненого кисню у воді на станціях - високим. Протягом кількох років серед основних рукавів дельти Дунаю (Старостамбульський, Бистрий, Восточний, Очаківський, Полуденний) в рукаві Бистрий відмічалася найменша кількість таксонів (11 з 17) фітофільної фауни, як і найменша біомаса. За рахунок зменшення невеликих водотоків стік Бистрого залишається стабільно великим, завдяки чому фітофільним безхребетним найважче втриматися на прибережній рослинності саме у рукаві Бистрий.

У **затоці Бистрий** макрозообентос складався з кількох видів понто-каспійських ракоподібних, олігохет, молюсків, личинок двокрилих, у тому числі хірономід.

3. *Ананькін та Гнилий кути* перебувають у досить деградованому стані через надмірне багаторічне заростання макрофітами, що є причиною дуже сильної евтрофікації, але останніми роками стан цих водойм погіршується також завдяки порушенню водотоку в каналах, які поєднують ці кути. Свідченням поганого стану екосистеми є значне переважання гетеротрофних видів, які тимчасово знаходяться у водоймі лише під час частини життєвого циклу, і відсутність у більшій половині проб живих організмів навіть навесні при високому рівні води.

4. Незважаючи на високі кількісні показники, макрозообентос *рукава Старостамбульський* розподілений нерівномірно на різних ділянках і складається із хаотичної суміші організмів, які у величезній кількості приносяться рукавом. На початку відновлення суднового ходу відмічалась істотна різниця у кількісному та якісному складі макрозообентосу, яка з 2009 р. значно зменшилася. На баровій частині рукава продовжується утворення величезної мілководної зони, яка досягає приблизно половини ширини рукава на виході з глибиною біля метра при звичайному рівні води; зона замулювання змістилася із затоки у фарватер; відбувається занесення шаром мулу гідробіонтів в одних місцях, знесення їх течією в інших, та формування зон з порушеним водотоком.

5. На *Курильських мілководдях*, які в останні роки перетворюються на опріснену зону, переважають прісноводні види, лише біля Нової землі відмічаються представники понто-каспійської фауни. Через замулення та нестабільність донних ґрунтів зменшується частка молюсків. Загалом зберігається значне біологічне різноманіття та продуктивність угруповань макрозообентосу, за класифікацією Ц. Іоффе (Іоффе, 1961) водойма може бути віднесена до високопродуктивних.

6. В результаті досліджень фахівцями ДБЗ було зроблено висновок, що антропогенний вплив на процеси дельтоутворення діє 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

прискороного розмиву одних, та утворення інших ділянок суші переднього краю дельти. В цілому на даному етапі для макрозообентосу в рукавах та солонуватоводних заливах є 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 [12].

За результатами гідробіологічних досліджень зроблено висновок щодо слабого розвитку бентосу у межах МПК внаслідок 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 [29].

Згідно з моніторинговими дослідженнями ДБЗ 2017 року відмічається величезне значення для збереження біорізноманіття дельти новоутвореної мілководної (від 5 до 50 см) водойми на баровій частині *гурла Восточне*. Незважаючи на досить тимчасовий характер, різноманітні умови (нестабільна солоність, багато органіки та ін.) дають можливість адаптуватися й розселитися багатьом як солонуватоводним, так і прісноводним видам макрозообентосу, а також сприяють розвитку рослинності (переважно занурених макрофітів) [40].

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. [32], 10 з яких - далеко мігруючі види

(переміщуються між Чорним морем та річкою Дунай або її дельтою), а 12 видів є суто річковими мігрантами [29]. 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 [29, 32].

Результати моніторингу ДБЗ 2018 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. [30] 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. [30, 31]). Протягом 2018 р. були отримані нові дані, щодо розповсюдження та чисельності деяких видів на конкретних ділянках ДБЗ, а видовий склад фауни заповідника поповнився одним видом – нетопирем середземноморським (*Pipistrellus kuhlii* Kuhl, 1817). Таким чином, станом на початок 2018 р. фауна ДБЗ налічує 46 видів ссавців [46].

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.

Окремо слід зазначити, що після робіт по відновленню ГСХ Дунай-Чорне море, а саме будівництва гранітної дамби на гирлі Бистре, практично одразу ця дамба стала місцем концентрації видів герпетофауни заповідника – вужів звичайного *Natrix natrix* L., 1758 та водяного *Natrix tessellata* Laurenti, 1768. Гранітна дамба стала важливим місцем розмноження вужа водяного. Обліки, що були проведені навесні 2018 року, підтвердили наявність тут високої чисельності цього виду. Так, під час маршрутного обліку (26.04.2018) на самій дамбі відмічено 16 особин вужа водяного та лише 1 особину вужа звичайного. Обстежувалася кілометрова ділянка дамби починаючи від берега. Найбільша

концентрація вужів відмічена на початку дамби (до 700 м від берега). В цей самий період зареєстровано початок розмноження виду, про що свідчила реєстрація 2 копулюючих пар вужів на території дамби. Окремо слід зазначити, що на даний момент, гранітна дамба на гирлі Бистре є місцем, де щільність вужа водяного найвища порівняно з іншими територіями ДБЗ, на яких відмічаються поодинокі зустрічі виду [31] Маршрутні обліки цьоголітків вужа водяного на території гранітної захисної дамби гирла Бистре підтвердили позитивний вплив цієї споруди на розмноження виду. Так, чисельність цьоголітків вужа водяного тут була значно вищою ніж на інших обстежених територіях.

Протягом останнього часу серед фонових видів ссавців ДБЗ суттєвих змін зазнала лише чисельність свині дикої *Sus scrofa* L., 1758. Така ситуація була пов'язана зі спалахом африканської чуми свиней наприкінці літа 2018 р., який значно скоротив поголів'я виду на території заповідника. Протягом 2019 р. спалах африканської чуми свиней в Придунайському регіоні зафіксований в серпні на території Ізмаїльського та Ренійського районів. При цьому, на відміну від попереднього року, спалах зафіксований виключно серед диких свиней на о. Репіда та в прибережній частині р. Дунай (71 миля). На території ДБЗ протягом зазначеного періоду не відмічено загибелі особин свині дикої. Однак, зазначений факт зумовлює необхідність уважного моніторингу чисельності виду в осінньо-зимовий період [46].

За результатами обліку чисельності, на о. Єрмаків не відмічено слідів життєдіяльності свині дикої, а в прибережних районах островів Кубанський та Стамбульський реєструвались лише поодинокі особини.

Щодо стану чисельності інших видів, зокрема масових для території заповідника шакала *Canis aureus* L., 1758 та щура сірого *Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769, то в приморських частинах дельти їх чисельність продовжує залишатися стабільно високою. Про це свідчить реєстрація слідів їх життєдіяльності. Обидва види звичайні на території майже усіх приморських біотопів, що входять до складу ДБЗ, включаючи косу «Нова Земля», яка дещо

ізолювана від материкової частини заповідника. Слід зазначити, що в останні декілька років на території Одеської області з'явилися випадки реєстрації сказу серед шакалу. Це зумовлює необхідність подальшого моніторингу стану чисельності виду на території ДБЗ, однак, на даний момент ознак циркуляції інфекції серед фауни хижих заповідника не виявлено.

Чисельність борсука європейського *Meles meles* L., 1758, сліди життєдіяльності якого були виявлені в останні роки на території о. Єрмаків та о. Стамбульський, продовжує вимірюватися поодиноким особинами, а ознак розмноження виду на зазначених територіях не виявлено [46].

Стабільною залишається чисельність видри річкової *Lutra lutra* L., 1758, сліди життєдіяльності якої стабільно реєструються на території морського узбережжя о.Стамбульський, морських кіс Таранова та Нова земля.

Протягом останніх років коса Пташина практично приєдналася до острова Кубанський, та, разом із приморською частиною острова, сильно заросла деревно-чагарниковою рослинністю, що створило сприятливі умови для свині дикої (*Sus scrofa* L., 1758). Про це свідчить насамперед постійні візуальні реєстрації на о. Кубанський та косі Пташина особин цього виду, що вказує в першу чергу на те, що вид відчуває себе у безпеці в таких умовах. Візуальні спостереження свині на о. Стамбульський відбуваються значно рідше, однак, судячи із реєстрації слідів життєдіяльності, чисельність виду тут не менша. Маршрутні обліки, що проходили 26.04.2018 на території обох островів показали присутність тут щонайменше 15-20 особин цього виду. На маршруті фіксувалися як сліди життєдіяльності виду (сліди, порії, екскременти, місця відпочинку) так і самі тварини. При цьому зафіксовані навіть сліди однієї дорослої особини з щонайменше 2 цьоголітками, що свідчить про успішне розмноження виду. Всього на маршруті протяжністю близько 5 км візуально зафіксовано 5 дорослих особин свині дикої [46].

Проте, протягом кінця літа-початку осені на території ДБЗ зафіксована епізоотія з африканської чуми свиней (АЧС) що значно скоротила поголів'я свині дикої на території заповідника. Окремі епізоотії серед свійських свиней

протягом 2018 р. відмічені в Придунайському регіоні як на території Румунії так і на території України. Найближчим населеним пунктом до заповідника, в якому реєструвалася епізоотія з АЧС виявилось с. Ліски. Не зважаючи на карантинні заходи, що проводилися в зоні спалаху, епізоотія охопила практично всю територію ДБЗ. Про це свідчать чисельні повідомлення місцевих жителів та інспекторів заповідника про реєстрацію загиблих тварин. Спалах хвороби сильно скоротив чисельність виду на території заповідника, однак, визначення збитку для локальної популяції потребує подальшого детального вивчення. За аналізом слідів, в приморській частині гирла Бистре, де традиційно чисельність цього виду була досить високою, поодинокі особини продовжують реєструватися, однак, за результатами обліків у серпні, відмічено значне скорочення чисельності на островах Кубанський та Стамбульський. На о. Єрмаків під час обліків у серпні слідів життєдіяльності виду не виявлено.

Вже зараз можна стверджувати, що епізоотія з АЧС значно скоротила чисельність свині дикої по всій території ДБЗ. Аналогічна епізоотія, що мала місце в с. Приморське Кілійського р-ну у 2016 р. (що безпосередньо межує з територією ДБЗ) фактично не вплинула на локальну популяцію свині дикої в заповіднику, однак, епізоотія 2018 р. не тільки характеризувалася більшими масштабами, а й виникла вище по течії р. Дунай, що, ймовірно, призвело до появи деяких особливостей розповсюдження інфекції. Слід зазначити, що місцевими мешканцями неодноразово фіксувалися знахідки мертвих диких та свійських свиней в дельті р. Дунай. Ймовірно, загиблі тварини потрапляли в різні частини дельти з током води, та були джерелом інфекції. На даний момент ситуація з АЧС на території заповідника та на територіях, де були виявлені локальні епізоотії, спокійна, а випадки захворювань серед диких та свійських тварин не реєструються.

Високий рівень води р. Дунай в період весняного водопілля у 2018 р. мав незначний вплив на чисельність щура сірого (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769), що вже добре освоїв територію дельти р. Дунай. Слід зазначити, що обліки чисельності за слідами та продуктами життєдіяльності, які проходили

навесні та восени вказують на незначне зменшення кількості особин виду, особливо на о. Єрмаків, проте вид продовжує залишатися «масовим» на більшості території ДБЗ.

Згідно з Актом екологічного зонування запропоновані зони екологічної реабілітації на румунській території БЗДД - 11,425 га (3,7 %) [29], а відповідно до окремого закону щодо зон екологічної реконструкції здійснюється перебудування дамб на кількох островах [13].

На українській частині дельти у 2009 р. було проведено роздамбування та обводнення острова Єрмаків (поновлення природного промивного режиму внаслідок здійснених гідромеліоративних робіт та знесення деяких частин дамб) з метою відновленню природних екосистем і збагачення біорізноманіття. В результаті здійснення масштабної реконструкції та ренатуралізації вже у наступному році відбувся 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 та різноманітних природоохоронних списків, в тому числі міжнародних. Після нормалізації природного гідрологічного режиму більшість територій о. Єрмаків повернулася до свого природного стану, різко збільшилася площа цінних місцеперебувань амфібій і рептилій, нерестових водоймищ для розмноження земноводних, рідкісної та промислової іхтіофауни [12].

Результати орнітологічних досліджень

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 зимованні – 129 видів; в якості летких зареєстровано 41 вид, кочівних – 3, залітних – 8 видів. Провідне місце в орнітофауні заповідника посідають водоплавні й навколотоводні птахи, особливо гусеподібні

(лебеді, гуси, качки), веслоногі (пелікани та баклани), лелекоподібні (чаплі та ібіси), ржанкоподібні (кулики та чайки), серед яких занесені до Червоної книги України рожевий пелікан (*Pelecanus onocrotalus*), колпиця (*Platalea leucorodia*), каравайка (*Plegadis falcinellus*), жовта чапля (*Ardeola galloides*), нирок білоокий (*Aythya nyroca*), кулик-довгоніг, великий та середній кулики та інші [33].

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 [33].

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 [30, 10].

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. [10].

В 2018 р. було оновлено та доповнено інформацію щодо видового складу та статусу перебування птахів на зазначених територіях. Для характеристики поширення птахів на території ДБЗ була використана методика Фесенко Г. В. та Бокотей А. А. (2002, 2007). Для аналізу перебування виду на території були взяті до уваги статуси за наступною класифікацією: «пролітний», «кочовий», «інвазійний», «зимуючий», «умовно зимуєчий», «залітний», «інтродукований», «зніздовий», «умовно гніздовий», «перелітний», «частково перелітний», «здебільшого перелітний», «повністю перелітний», «літуючий», «осілий», що дає можливість більш детально характеризувати статуси перебування окремих видів. В 2018 році видовий склад фауни птахів ДБЗ змінився, і становив 299 видів. До загального списку фауни ДБЗ увійшов 1 новий вид – дрізд гірський *Turdus torquatus* (Linnaeus, 1758). Самець зазначеного виду 29.03.2018 (рис. 2.27) був відмічений на одиночних молодих деревах вздовж польової дороги неподалік північного берегу лиману Джантшейський. Судячи із забарвлення, птах належить до підвиду *alpestris*. [31].

Зазначений вид гніздиться в Карпатах, зазвичай під час міграцій трапляється в західних і південно-західних областях (Фесенко, Бокотей, 2002). Неодноразово вид був відмічений і на півдні країни – острові Зміїний (Острів..., 2008), в околицях м. Чорноморськ, м. Одеса. В 2018 р. в Одеській області вид відмічався декілька разів: в околицях Одеси 18.03.2018 (особ. пов.

Пилипюк К.); 20.03.2018 (особ. пов. Форманюк О.) та 24.03.2018 в м. Чорноморськ (особ. пов. Кучеренко В.).



Рисунок 2.27 - Дрізд гірський *Turdus torquatus* (ad.♂) – новий вид для ДБЗ, 29.03.2018. Околиці північної частини Джантшейського лиману. Фото: Яковлев М. В.

Станом на кінець 2018 р. в районі гирла Бистре відмічено 278 видів птахів, 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 [31].

Найбільше значення для птахів має зона барової частини гирла Бистре (табл. 2.9). На її території відмічено 259 видів птахів. На мілководних ділянках в різні періоди року харчується велика кількість птахів, переважно водно-болотного комплексу, серед них 56 видів занесені до Червоної книги України. В період гніздування на території можна відмітити до 100 видів птахів, більша частина з яких гніздиться на сусідніх територіях, прилітаючи сюди лише поживитись.

Таблиця 2.9 - Видовий розподіл птахів по різних біотопах в межах ГСХ Дунай-Чорне море на території ДБЗ

Період життєвого циклу	Кількість відмічених видів в межах біотопу			
	Зона очеретяних заростей	Зона заплавного лісу	Зона барової частини гирла Бистре	Зона відкритого водного дзеркала
Гніздовий період	58	91	97	21
Період міграцій	84	132	255	51

Період зимівлі	38	66	92	29
Кількість видів, які занесені до Червоної книги України	12	28	56	13
Загальна кількість видів	92	144	259	51

Острів Єрмаків, що входить до складу ДБЗ і де розташоване звалище ґрунту від днопоглиблювання, має велике значення в популяційному житті птахів. Починаючи з 2010 р. на його території відмічено 215 видів птахів, що складає 72% орнітофауни ДБЗ та 51% відомих для фауни України видів птахів. Із них 41 вид занесених до Червоної книги України птахів, з яких 11 видів є гніздовими. На о. Єрмаків після проведення робіт з ренатуралізації в центральній частині поблизу гирла Липованка утворилося два колоніальних поселення чапель та бакланів. В 2017 році гніздування було успішним, але вже в 2018 році на одній з ділянок не було відмічено гніздування. Як і прогнозувалося раніше, колонії через деградацію чагарникової рослинності покинули територію. Чисельність баклана великого *Phalacrocorax carbo* на гніздуванні 03.04.2018 становила 270 пар [31].

Успішним було гніздування орлана-білохвоста *Haliaeetus albicilla*, що вже понад 10 років гніздиться на території острова, але птахи змінили традиційне місце гніздування, та побудували гніздо в іншій його частині.

Було проведено дослідження гніздової фауни птахів карт намиву. На гніздуванні відмічено 5 видів: сорокопуд терновий *Lanius collurio*, сорокопуд чорнолобий *Lanius minor*, сокола *Pica pica*, берестянка бліда *Nipholais pallida*, кропив'янка прудка *Sylvia curruca*. Найбільша кількість гніздових пар відмічена в заростях лоху вузьколистого, серед заростей тамариксу на гніздуванні відмічена лише сокола. [31]

З чотирьох основних ділянок заповідника найбільше видове різноманіття птахів характерно для вторинної дельти Кілійського рукава (де розміщуються основні колонії бакланових, чаплевих, 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), крячки річкова та строкатоноса, чайка реготуха, шилодзьобка) [29].

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 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 потрапляли на косу переважно в зимовий період по льоду [34].

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 крячків: 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 2007-2008 рр. призвело до доступності території коси для наземних хижаків (лисиці й собаки єнотоподібного) 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 [34].

3. Результати орнітологічних досліджень фахівців ДБЗ, виконаних за Програмою комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні ГСХ Дунай-Чорне море, 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 [34].

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 навколоводних 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 [29].

2.4. Оцінка динаміки макрозообентосу та фітофільної фауни під впливом природних та антропогенних чинників.

Результати досліджень основних екологічних угруповань гідробіонтів

Основними екологічними угрупованнями гідробіонтів, які використовуються при виконанні біологічної оцінки та пропонуються для довгострокового екологічного моніторингу, є *фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос, вища водна рослинність*.

Фітопланктон є одним з найбільш динамічних компонентів водної біоти та суттєвим показником змін, основним продуцентом первинної органічної речовини та кисню у водоймах, активним учасником процесів самоочищення, багато видів водоростей виступають індикаторами якості води. До будівництва ГСХ Дунай–Чорне море фітопланктон на українській ділянці пониззя Дунаю, згідно з літературними даними [1 та ін.], був досить різноманітним і складався з 1463 видових і внутрішньовидових таксонів: зокрема, у р. Дунай, її рукавах і плавнях відмічалось 790 видів водоростей, у затоках Кілійської дельти – 841, придунайських водоймах – 854.

Результати досліджень фітопланктону української частини дельти Дунаю, виконані УКРНДІЕП та ІГБ НАНУ, 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 зимовий період – діатомовий), характерний для річкового фітопланктону в цілому, на фоні якого розвивалися представники інших відділів – більш активно у кутах (зокрема, синьозелені, евгленові та золотисті). Відмічена загальна тенденція зростання кількості видів планктонних водоростей в останні роки й відмінність характеру її сезонної динаміки у кутах та рукавах, а також між окремими кутами [9, 12].

За весь період досліджень фітопланктону української частини р. Дунай, **виконаних УКРНДІЕП (2004-2018 рр.)** [10,37,38, 39 та ін.] було виявлено 508 видових і внутрішньовидових таксономічних одиниць з 8 відділів водоростей. Спостерігалася *сезонна динаміка видового різноманіття* від діатомово-хлорококового комплексу у весняний та осінній періоди до хлорококово-діатомового влітку й діатомового у зимовий, що свідчить про залежність планктонних водоростей від змін температури і режиму світла та пов'язано з пристосованістю певних видів до розвитку в різних температурних режимах. Максимальна кількість видів відмічалася у період від травня до вересня - під час найбільш сприятливих температурних умов для багатьох видів водоростей, особливо з відділів *Chlorophyta* та *Cyanophyta*. Зі зниженням температури довкілля відбувалося поступове зменшення видового різноманіття фітопланктону, а мінімальна кількість видів спостерігалася під час досліджень у листопаді, грудні й на початку березня - головним чином, зменшувалась кількість теплолюбних представників з відділів Зелені, Синьозелені та Жовтозелені, а різноманіття діатомових або змінювалась незначно, або помітно підвищувалась.

Згідно з даними всіх років досліджень відбувалися *помітні коливання між різними сезонами на протязі року кількості видів фітопланктону:*

спостерігалися весняний (154 види - квітень 2017 р.), весняно-літній (161 таксон - червень 2014 р.) та ранньо-осінній (152 види – вересень 2014 р.) максимуми різноманіття, у липні-серпні загальна кількість видів перебувала на рівні 140 таксономічних одиниць (2015-2017 рр.), восени та взимку відмічалось сезонне зниження (122 види – жовтень 2015 р., 115-133 – листопад 2014-2017 рр., 125 – грудень 2015 р.).

Відмічена *тенденція зростання кількості видів фітопланктону в останні роки*: серед досліджень, коли відбори проводились протягом 3-х сезонів, загальна кількість видів коливалася у межах 143-214 (2004-2011 рр.) і 211-238 (2014-2017 рр.); найбільшу кількість видів було виявлено у 2015 р. - в цілому 238 видових і внутрішньовидових таксонів. Значення індексу різноманіття Шеннона (зокрема, середньорічні показники за чисельністю планктонних водоростей - 1,70-2,90 біт/екз, за біомасою – 2,51-4,07 біт/мг) свідчать про формування на досліджених ділянках полідомінантного комплексу видів та суттєве різноманіття планктонної альгофлори у більшості створів.

Від початку спостережень до теперішнього часу відмічалось *збільшення кількості видів планктонних водоростей у створах*, яке не було поступовим, з максимумом у 2014 р. (41 - 80 представників планктонних водоростей). Загалом розподіл планктонних водоростей за окремими створами р. Дунай у період проведення досліджень був нерівномірним – від 8 до 80 видів. На всіх ділянках переважну кількість видів забезпечували діатомові, зелені й синьозелені. У більшості випадків спостерігалось помітне підвищення різноманіття видів фітопланктону у створі рук. Бистрий, 0 км, обумовлене впливом як річкових, так і морських вод.

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, *типovo 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* Vladimir., *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. За результатами аналізу розвитку фітопланктону не були встановлені суттєві негативні впливи господарської діяльності на території України, зокрема, будівництва та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море, на екологічний стан дельти Дунаю. Основними факторами, що визначають якісний склад і кількісні показники розвитку планктонних водоростей, були температура води, водний режим, вміст у воді завислих і токсичних речовин.

У період від 80-х років ХХ ст. до 2004 р. зоопланктон пониззя Дунаю в цілому характеризувався як ротиферно-копеподний, основу якого складали коловертки (*Rotatoria*) та гіллястовусі ракоподібні (*Cladocera*), з невисоким якісним і кількісним розвитком. У зоопланктоні Дунаю в межах України у період 1981-1982 і 1987 рр. було виявлено 49 видів (68 внутрішньовидових

таксономічних одиниць) коловерток, 18 (21) - веслоногих, 36 (42) - гіллястовусих і личинки дрейсени [35, 36]. У той період було зроблено висновок, що на динаміку кількісного розвитку зоопланктону Дунаю, крім температури й швидкості течії, помітно впливає кількість мінеральних і органічних зависей: їх висока концентрація порушує сезонний цикл розвитку організмів даної групи та створює несприятливі умови у першу чергу для фільтраторів – гіллястовусих ракоподібних. Зависі негативно впливають також на коловерток, однак високий вміст органічної речовини у дунайській воді сприяє їх значному розвитку, тому саме вони у більшості випадків визначають рівень розвитку тваринного планктону ріки [36].

Протягом усього періоду спостережень 2004-2017 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 [10].

Співставлення характеристик зоопланктонного угруповання у різні роки досліджень, виконане УКРНДЦЕП, показало, що в цілому зоопланктон р. Дунай мав схожий видовий склад, співвідношення основних груп, низький рівень кількісного розвитку та категорію трофності. Наприклад, за період досліджень, проведених у червні, вересні та листопаді 2014 р. на українській ділянці р. Дунай в результаті обробки 35 проб зоопланктону визначено 39 видів зоопланктонних організмів, з яких до типів *Sarcomastigophora* відносились 2 види, *Ciliophora* – 1 вид, *Rotatoria* – 24 види. Представники типу *Arthropoda* представлені рядами: *Cladocera* – 7 видів та *Copepoda* – 5 видів, з яких: 3 – статевозрілі та 2 перебували на личиночній стадії. Кількість видів за пунктами відбору розподілялась нерівномірно – від 1 (біля дамби) до 14 (вище Рені). Практично в усіх пунктах зустрічались: *Arcella vulgaris*, *Keratella quadrata* та науплії і копеподити. Низька зустрічальність (1-2 пункти) відмічалася для 16 видів – більшості визначених організмів. 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 [12]. В результаті аналізу 34 проб, відібраних у серпні та листопаді 2017 р. на прісноводній ділянці дельти Дунаю, було виявлено 30 видів зоопланктону з невисоким кількісним розвитком [10], що підтверджує висновки щодо подібності видового складу даної групи організмів протягом останніх років і відсутності істотного впливу на них як природних, так і антропогенних чинників.

Згідно з дослідженнями Одеської філії інституту біології південних морів НАНУ (ОфІнБПМ), виконаними у Придунайському районі північно-західної частини Чорного моря, в цілому розвиток зоопланктону був подібним у різні роки, з тенденцією до зниження розвитку. Наприклад, видове різноманіття у вересні й листопаді 2014 р. характеризувалося як досить низьке - 40 таксонів, проте у серпні та листопаді 2017 р. було помітно нижчим - 24 таксони, подібні до попередніх років досліджень. Було зроблено висновок стосовно негативного впливу на розвиток зоопланктону каналу Дунай-Чорне море: у 2014 р. мінімальні показники біомаси відмічалися на каналі, у той час, як максимальні - у зоні дампінгу (некормовий зоопланктон) та на фонових станціях (кормовий зоопланктон) [12]. У серпні 2017 р. весь морський зоопланктон був представлений кормовими для риб організмами з досить однорідним просторовим розподілом і найбільшою біомасою в районі дампінгу; в листопаді, навпаки, відмічався неоднорідний розподіл зоопланктону з найвищою біомасою на фонових станціях, мінімальною - в районі днопоглиблення, приблизно 80 % біомаси складав некормовий компонент [10]. Крім того, у 2014 р. спостерігався спалах розвитку нещодавнього вселенця у північно-західній частині Чорного моря *Oithona davisea*, який складав основу чисельності кормового зоопланктону і майже витіснив аборигенний вид *Oithona minuta* [12].

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 [35, 40] 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 починають стійкі до забруднення види – зокрема, представники малоцетинкових і багатощетинкових червів. 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 [35].

Згідно з результатами досліджень останнього десятиліття були відмічені певні зміни та закономірності на рівні угруповань макрозообентосу, зокрема:

- опріснення прилеглих до дельти естуарних зон призвело до змін у видовому складі макрозообентосу: солонуватоводна фауна заміщувалась прісноводною, але загалом кількісні характеристики макрозообентосу не зазнали істотних змін.

- у баровій частині рукаву Бистрий (особливо у мілководних водоймах, які добре прогриваються) складаються сприятливі умови для розвитку понто-каспійської фауни (головним чином, дрібних ракоподібних), яка відзначається високою продуктивністю. Протягом періоду досліджень кількість цих видів по рукавах та водоймах пониззя дельти змінювалась у дуже незначних межах, що опосередковано свідчить про незначні зміни умов зовнішнього середовища досліджених водних об'єктів.

Видовий склад макрозообентосу у квітні 2010 р. складався з 27 таксонів, у 2018 р. налічував 12 видів донних безхребетних, що належали до 2 систематичних груп. Домінували представники типу молюсків. Як і при попередніх дослідженнях, відмічалась бідність видового різноманіття та кількісних показників розвитку донних організмів, як в цілому по русловій

частині, так і у пунктах прибережної зони [10]. В цілому, по пунктах досліджень відмічалися значні коливання показників угруповання макрозообентосу за кількістю видів, за видовим складом і кількісними показниками розвитку, як і у попередні роки. Це свідчить про неоднорідність місць мешкання і нестабільність умов існування бентосних організмів, що обумовлено, в першу чергу, природними факторами (структура ґрунтів, швидкість течії тощо) [10].

У Придунайському районі моря у серпні та листопаді 2017 р. було зареєстровано 39 та 38 таксонів макрозообентосу відповідно, в цілому за дві зйомки – 48 таксонів: черв'яків та молюсків – по 17, ракоподібних – 12, представників інших груп – 2 [10].

Порівняння досліджень макрозообентосу на окремих ділянках Придунайського району моря у період 2004–2014 рр., виконаних ІМБ НАН України, показало, що найменші показники кількості таксонів (6), середньої чисельності та біомаси були характерні для ділянки днопоглиблення, найвищі – для фонових станцій. [12] Зверталася увага, що в останні роки загальна кількість таксонів донних організмів та таксонів основних систематичних груп змінювались мало.

Природні чинники прямої дії, які мають вплив на макрозообентос та фітофільну фауну є наступними: рівень води, температура води та повітря, вміст кисню у воді, її каламутність, швидкість течій, характер ґрунтів та інших субстратів, замулення та розмив дна, хвилебій, шторми, згінно-нагінні явища, солоність, наявність макрофітів, водоростей, види-вселенці, вітри, інші фізичні та хімічні фактори. Певний вплив на істотне зменшення стоку води в гирлах північної частини Кілійського гирла Дунаю мають такі природні процеси як перехід до малорукавної фази, черга аномальних за гідрологічними та погодними умовами років.

Серед антропогенних чинників на зменшення стоку Дунаю через Кілійське гирло дуже значний вплив мали гідротехнічні роботи в румунській частині дельти по спрямленню Сулинського та Св. Георгіївського рукавів. Все

це прискорює природний процес відмирання північної частини Кілійського гирла Дунаю та призводить до негативних змін не тільки в рукавах, але й в кутах, солонуватоводних заливах. Зміна біотопів спостерігається як в активній приморській зоні дельти, так і у внутрішніх водоймах дельти Дунаю. Найактивніші процеси дельтоутворення в 2018 році відбувалися на барах рукавів Старостамбульський, Восточний та Циганка.

Разом з гідрологічним в переліку найвагоміших стає кліматичний чинник. Хімічні показники води змінюються і взаємодіють із температурою. Тепліша вода призводить до зниження концентрації розчиненого кисню в зарослих макрофітами водоймах, а також до більш високого випаровування, що погіршує якість і кількість річкових вод. Також змінюються строки життєвих циклів гідробіонтів, наприклад, літ довгохвостої палінгенії в 2018 відбувся на тиждень раніше звичайних строків, в останній декаді травня [31].

Висока повінь та підвищений рівень каламутності води на стані бентосу відобразилися неоднозначно. З одного боку, у щільнозарослих водоймах ще більше зменшилася проточність та погіршився газовий режим. На деяких станціях в прісноводних кутах в пробах, відібраних серед рослинних угруповань, були відсутні навіть олігохети, які витримують найгірші умови. На багатьох ділянках тварини були просто поховані під шаром мулу. Наслідки впливу факторів середовища на співтовариства гідробіонтів пов'язані, в першу чергу, зі змінами їх таксономічного складу.

Солонуватоводні заливи на барових частинах всіх рукавів дуже швидко міліють та заносяться мулом і піском, нові прісноводні кути не утворюються. Це становить велику загрозу біорізноманіттю не тільки макрзообентосу, а біоті всіх рівнів.

У водоймах з уповільненим стоком придонні шари води впливу кліматичних факторів підлягають в меншій мірі, там переважають ендегенні сукцесії, які посилюються зі старінням водойми В барових акваторіях усіх рукавів в 2018 році спостерігалось зменшення кількості моллюсків, які є малорухомими. Дуже щільні мули непридатні для закопування, тварини

змивалися течією. Дуже пухкі, напіврідкі мули мають недостатню жорсткість і теж непридатні для існування макрозообентосу. В рукаві Бистрий у зв'язку з посиленням течії спостерігається значне ущільнення донних ґрунтів, через що зменшується кількість червів.

В зарослих кутах дунайської дельти домінують чорні мули із значними домішками рослинних залишків. Шар детриту в деяких місцях сягає 30-40 см. В зарослих місцях головним чинником, який впливає на утворення мулу, є накопичення автохтонних речовин, які утворюються з переробленої детритофагами, перегнилої та подрібненої течіями рослинної органіки. Найбіднішими в плані якісного та кількісного складу макрозообентосу мули спостерігаються там, де ростуть різак алоеvidний, глечики жовті. Явища, викликані зануреними повітряно-водними макрофітами, рослинами з плаваючим листям та водоростями – замори, підвищення рівня евтрофікації, цвітіння води, створюють несприятливі для життя донних безхребетних умови. Протягом кількох останніх років саме в заливах Бистрий та Восточний розвиваються вищевказані умови та спостерігається цвітіння води влітку, на окремих ділянках формуються мати із зелених водоростей, які раніше на території заповідника утворювалися в найбільш деградованих ділянках Стенцівсько-Жебриянівських плавнів та Сасика. В пробах, відібраних на ділянках, вкритих матами, простежується зменшення біомаси бентосу. Утворення матів викликано такими факторами, як кліматичний (підвищення температури та освітлення), збільшення прозорості води, обміління через зменшення водності Кілійської частини дельти Дунаю, високих температур влітку.

У 2018 р. продовжувалося замулення морських мілководь ліворуч від дамби, де накопичуються тверді наноси, які до побудування дамби вільно пересувалися вздовж берега.

Вплив судноплавства на проникнення видів-вселенців

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*) [41].

Найчастіше завезення нових видів рослин та тварин, особливо гідробіонтів, здійснюється судами і відбувається через випуск баластних вод, прийнятих на борт у портах інших країн, або через перевезення живих організмів, які обростають підводну частину корпусу судна. Також, у певній мірі, підвищується загроза місцевому біорізноманіттю, оскільки відомо, що лише 10 % вселення чужорідних видів закінчуються натуралізацією, при цьому тільки 10 % випадків успішної натуралізації можуть бути віднесені до розряду шкідливих, внаслідок яких відбувається процес біологічної інвазії – активного вторгнення видів-вселенців у нові умови з негативними наслідками для ендемічних (місцевих) видів та умов середовища їх існування, а завезені види характеризуються як інвазійні – інтродукція і/або розповсюдження яких загрожує біологічному різноманіттю (видів, місць мешкання чи екосистем) [42,43].

Річкові долини є сприятливими коридорами для проникнення і закріплення інвазій, тому особливої уваги і комплексного дослідження щодо чужорідних видів потребують також живлячі притоки великих річок, у тому числі Дунаю. Усвідомлення необхідності підтримки стійкості аборигенних екосистем шляхом збереження ендемічних та рідкісних видів знайшло відображення у створенні Програми управління басейном р. Тиса. [44]

Загалом під час комплексного екологічного моніторингу відновлення та

експлуатації глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай – Чорне море у період 2004 – 2018 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. 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 макрзообентосу 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 [34].

Флористичні знахідки 2010 року можуть бути пов'язані з повінню, яка принесла в дельту Дунаю не тільки найбільшу кількість води та мулу, але і багато різнопланового насінневого рослинного матеріалу. У 2011 р. продовжувалось поширення адвентивних видів рослин, особливо нових для Кілійської дельти Дунаю: *Torulinium ferrax*, *Chaenopodium pumilio*, *Eclipta prostrata*, *Diplachne fascicularis*, *Solanum retroflexum* та ін. у східній частині коси Пташина і в місцях карт наживу острова Єрмакова [34].

Згідно з моніторинговими дослідженнями ДБЗ 2017 р. [40] відмічається швидке розповсюдження адвентивних видів (екліпти сланкої *Eclipta prostrata* L., *Diplachne fascicularis* (Lam.) Beauv., *Solanum retroflexum* Dunal.), волошки сонячної (*Centaurea solstitialis* L.), та ін., особливо видів роду Нетреба (*Xanthium*). Все частіше трапляється вселенець череда *Bidens frondosa* та новий вид пасльону *Solanum retroflexum* Dunal., який був знайдений на території заповідника (коса Пташина) у 2005 р.

На окремих досліджених ділянках було виявлено такі види-вселенці:

- біля дороги уздовж до дамби на о. Стамбульський - стрічкоосник довговолосий (*Taeniatherum asperum* (Simonk.) Nevski);

- на косі біля гирла Восточне - вульпія мишохвоста (*Vulpia myuros* (L.) C.C.Gme), котячий хвіст шандровий (*Chaiturus marrubiastrum* (L.) Reichenb.); також у 2017 р. втретє спостерігалася поява нового для території заповідника виду смаковця бурого (*Cyperus fuskus* L.) який був зареєстрований у 2004 р. на алювіальних відкладеннях внутрішньої частини Таранової коси;

- на косі, розташованій поруч із гирлом Бистре, - верба пурпурова (*Salix purpurea* L.);

- на ділянках карт наміву о. Єрмаків – у невеликій кількості два нових для заповідника види флори, знайдені у 2009 р.: вовчук гладконасінний *Ononis leiosperma* Boiss. (родина Бобові) та настінниця сербська *Parietaria serbica* Panc. (родина Кропивові).

- уздовж берегів дрібних каналів та у прибережних зонах всіх опріснених кутів відмічалось поширення смертельно отруйного вселенця цикути отруйної (*Cicuta virosa* L.) [40].

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 [40].

В таблиці 2.10 представлені інвазійні види макрозообентосу на території ДБЗ.

Таблиця 2.10 - Інвазійні види макрозообентосу ДБЗ та їхній розподіл за територіальними комплексами

Рік потрапляння в дельту, вид	СЖП	Є	ПА ВДКГ	СА ВДКГ	ВС	Стан на 2018
1968 <i>Anadara inaequalis</i> (Bruguiere 1789), Куніарка або скафарка	-	-	-	+	-	Збільшується
2001 <i>Corbicula fluminea</i> (O. F. Müller, 1774). Корбікула річкова (двостулкові молюски)	-	+	+	+	-	Стабільно велика
1999 <i>Sinanodonta woodiana</i> Lea. Китайська беззубка Вуда (двостулкові молюски)	+	+	+	+	-	Стабільно велика
1960 <i>Mya arenaria</i> (Linne 1758) Мія піщана (двостулкові молюски)	-	-	-	+	+	Масовий, поширюється
1947 <i>Rapana venosa</i> , або <i>Rapana thomasi</i> (Crosse, 1861), Рапана (червоногі молюски)	-	-	-	+	-	Масовий, поширюється
1939 <i>Rhitropanopeus harrisi tridentata</i> Голландський крабик (десятиногі раки)	-	-	-	+	-	Звичайний, поширюється
1844 <i>Balanus improvisus</i> (Darvin 1854), Балянус (вусоногі раки)	+	-	+	+	-	Звичайний, стабільний

Примітка: СЖП – Стенцівсько-Жебриянівські плавні; Є - о. Єрмаків; ПА ВДКГ – прісноводні акваторії вторинної дельти Кілійського гирла; СА ВДКГ – солонуватоводні акваторії вторинної дельти Кілійського гирла; ВС - вершина оз. Сасик.

Як бачимо, найбільша кількість агресивних вселенців є солонуватоводними та широко розповсюдженими в барових ділянках рукавів, і саме вони є зонами найбільшого ризику.

Великий вплив на середовище мають молюски рапани (*Rapana thomasi* (Crosse, 1861)) та мія піщана *Mya arenaria* (Linne, 1758). Після штормів на приморських ділянках островів утворюються піщано-стулкові відклади потужністю в середньому 1-1,5 метри, найбільшою до 3 метрів, які на 85-95% складаються зі стулків мії піщаної. Пляжі, які примикають до валу, мають ширину в середньому 5-8 метрів, в деяких місцях 30-50 метрів.

На березі між Дурним та Солоним заливами смуга викидів молюсків простягається на 5-6 кілометрів. Її ширина до 50 метрів, максимальна висота 2,5 метра. На цих кучугурах трапляються також стулки корбікули річкової *Corbicula fluminea*, кардіумів *Cardium* (*Cerastoderma*) *exigium*, *Cardium*

(*Cerastoderma*) *lamarci lamarci*, беззубки Вуда *Sinanodonta woodiana*, унію *Unio pictorum*, лебязкої беззубки *Anodonta cygnea*, мідії чорноморської *Mytillus galloprovincialis*, прудовика *Lymnaea stagnalis*, живорідки *Viviparus contectus*, венерки *Chamelea (Venus) gallina*, серцевидки кольорової *Hypanis colorata*, куніарки *Anadara inaequalis*. В цілому домішки вищевказаних видів в викидах складають від 15 до 5%. З них корбікула річкова, беззубка Вуда та куніарка теж є вселенцями. Масштаби відкладів стулок молюсків в окремих місцях приморської частини дельти вражають. На Тарановій косі ширина вкритого стулками узбережжя в окремих місцях сягає 100 метрів. На берегах в районі Дурного кута смуга викидів стулок молюсків простягається на відстань до 100 метрів від берега. Двостулковий вселенець куніарка або скафарка *Anadara inaequalis* (Brugiere) теж значно розповсюдився в естуаріях на території ДБЗ.

В барових частинах всіх рукавів продовжує існування популяція виду-вселенця річкової корбікули *Corbicula fluminea*, але її розповсюдження стримується замуленням дна. Можна сказати, що вищеназвані молюски-вселенці стали значним середоутворюючим компонентом вторинної дельти.

Вселенець голландський краб *Rhithropanopeus harrisi* став одним з головних компонентів донних угруповань в солонуватоводних заливах Чорного моря. Його максимальна біомаса сягала в окремі роки 80 г/м², а чисельність 120 екз/м². Як всеїдний вид, він може поїдати дрібних ракоподібних, червів, дрібних молюсків, хоча відомо, що рослинність і молодь молюсків переважають в його харчуванні. Таким чином його вплив на донні угруповання може бути дуже істотним і подібним до впливу бентосоїдних риб.

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. [40].

У 2013 р. були зафіксовані 2 нових для фауни Дунайського біосферного заповідника види: північно-американська мшанка *Pectinatella magnifica* та двостулковий моллюск *Varnea candida* [40].

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, і навіть для Чорного моря виду родини спарових – (*Sparus aurata* L.) [40].

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. [10, 12, 37, 45].

2.5. Екологічні ризики порту Джурджулешти

У 1998 р між Республікою Молдовою і Україною був укладений договір про зміну територіального кордону, у результаті чого Молдова отримала вихід до Дунаю та, таким чином, до Чорного моря, а також отримала статус морської держави.

На переданій Україною землі було побудовано Міжнародний вільний порт Джурджулешти (надалі МВПД). У 1996 році поблизу села розпочато будівництво Нафтоперевалочного комплексу (надалі НПК), що було закінчено у 2006 році. Спроектowana потужність самого нафтового терміналу становить 2,1 млн. тон на рік (загальна ємність зберігання - 63,6 тисяч м³) [51]. Термінал розрахований для доступу судів за типом «річка-море» вантажопідйомністю до

5 тисяч тон. На рисунку 2.28 зображено Генеральний план Міжнародного вільного порту Джурджулешти.

З точки зору оцінки небезпеки, екологічні загрози, які становить МВПД мають складний і комплексний характер. Об'єкт може бути джерелом багатоаспектних ризиків у зв'язку з багатофункціональністю та складністю структури. Серед основних функціональних складових[52], які можуть становити пряму та опосередковану небезпеку, також варто виділити наступні:

- Зерновий термінал;
- Термінал для перевалки рослинного масла;
- Термінал насипних вантажів;
- Контейнерний термінал і термінал загальних вантажів;
- Термінал RORO;
- Термінал зі змішаною залізничною колією.

Крім портових споруд, що забезпечують прямий доступ до р. Дунай і Чорного моря, МВПД має вдале залізничне сполучення, а також доступ до міжнародної дорожньої мережі рис. 2.29 [51].

Основним джерелом техногенної загрози є саме введення у 2006 р. до експлуатації НПК. Введення в експлуатацію НПК по суті порушило положення Бухарестської конвенції про захист Чорного моря від забруднень, Бразильської конвенції про охорону біологічного різноманіття, Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище та положення інших міжнародних актів. Також Молдова не надала Україні офіційний акт екологічної експертизи, що є обов'язковим. На даний час цей факт та відсутність ефективних дипломатичних домовленостей посилюють напруження у питаннях екологічного стану регіону та невизначеностей транскордонного впливу. Функціонування НПК становить очевидну загрозу виникнення аварійних ситуацій, які за масштабами реалізації можуть мати катастрофічні транскордонні наслідки.

Територія, на якій знаходиться МВПД, є частиною Єврорегіона «Нижній Дунай». Єврорегіон «Нижній Дунай» було створено ще у 1998 р, як складову європейської системи міждержавної інтеграції. До складу цього Єврорегіону

входять Одеська область (Україна), повіти Галац, Тульча, Бреїла, (Румунія), райони Кагул та Кантемір (Республіка Молдова).

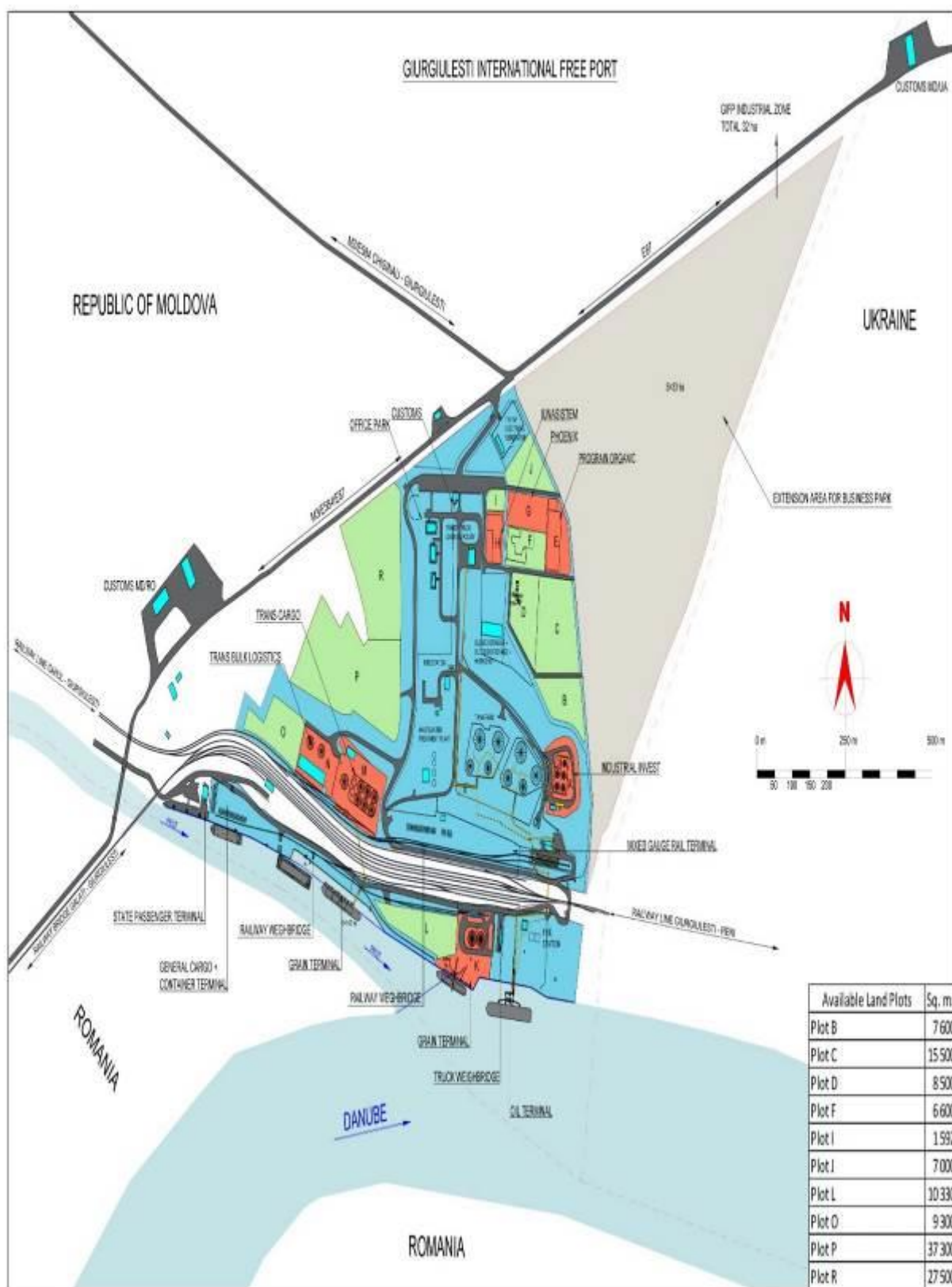


Рисунок 2.28 – Генеральний план Міжнародного вільного порту Джурджулешти [52]

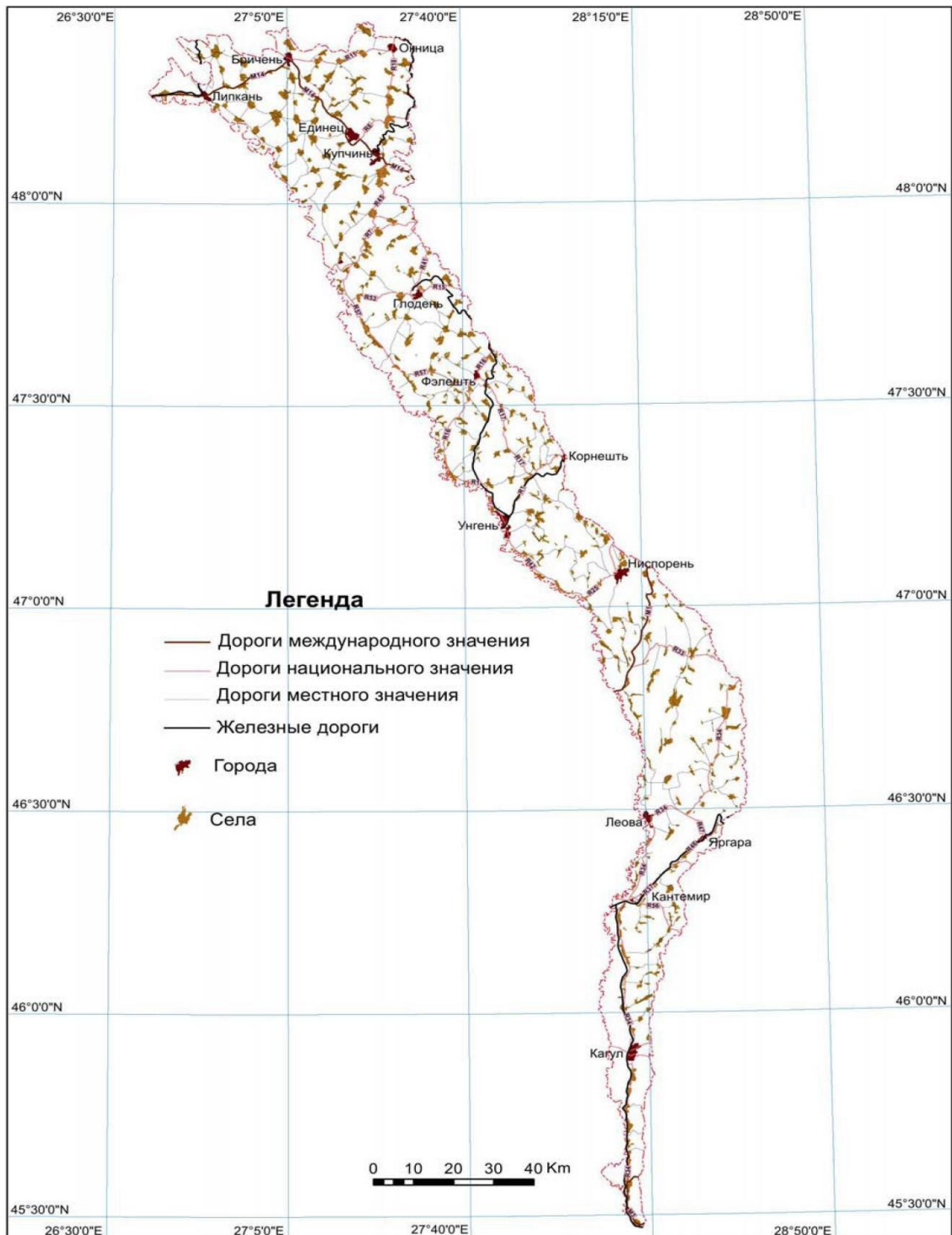


Рисунок 2.29– Транспортні шляхи регіону [51].

Створення Єврорегіону «Нижній Дунай» мало на меті вирішення наступних завдань: досягнення гармонійного і збалансованого розвитку економіки; вирішення проблем у сфері охорони навколишнього середовища; забезпечення відповідного рівня зайнятості і соціального захисту населення; розвиток транспортної інфраструктури; формування єдиного культурного

простору у Придунав'ї; попередження і ліквідацію наслідків стихійних лих і техногенних катастроф [53].

На проблеми пов'язані з потенційними ризиками, які становить МВПД неодноразово звертало увагу керівництво України. Відомо, що Українська асоціація захисту моря від забруднень «УКРМЕПА», ще влітку 2011 р. ініціювала звернення в Одеську облраду, в результаті чого було прийнято рішення про звернення до Президента і Прем'єр-міністра з метою запобігання екологічній катастрофі на півдні України.

Транспортно-енергетичний комплекс МВПД на р. Дунай є визнаним об'єктом підвищеної екологічної небезпеки – аварійні ситуації можуть призвести до суттєвого забруднення р. Дунай нафтопродуктами з усіма відповідними наслідками для довкілля. Передбачені керівництвом МВПД природоохоронні заходи можуть виявитись не достатніми для гарантування екологічної безпеки [54].

Для забезпечення промислової безпеки на національному та міжнародному рівні керівництвом МВПД була розроблена Система внутрішніх операційних процедур [52], складовими якої є:

1. Портові правила Міжнародного вільного порту Джурджулешти, які розроблені відповідно до Міжнародного Кодексу з управління безпекою, Кодексу ОСПЗ, Конвенції МАРПОЛ, встановлюють ряд положень, спрямованих на зниження потенційного ризику аварій.

2. План реагування на надзвичайні ситуації, розроблений на основі Міжнародного посібника з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISGOTT), координується Департаментом з надзвичайних ситуацій Республіки Молдова і встановить заходи, процедури і відповідальність в разі виникнення виняткових обставин в порту.

3. План безпеки портових споруд, розроблений відповідно до Міжнародному Кодом по безпеку суден і портових засобів (ОСПС) і схвалений Міністерством Транспорту Республіки Молдова, встановлює процедури для забезпечення безпеки портових споруд.

4. План розташування і ліквідації збитків для Нафтового терміналу, що координується Міністерством Економіки Республіки Молдова і встановлює аналіз всіх можливих сценаріїв пошкодження і, пов'язані з експлуатацію установок нафтового терміналу інцидентів, заходи і процедури для їх ліквідації.

5. План ліквідації розливу нафти, що координується Департаментом з надзвичайних ситуацій Республіки Молдови і схвалений капітаном МВПД. План ліквідації розливу нафти встановлює обов'язки і дії які будуть проведені Компанією, компетентними державними органами і приватними постачальниками в разі розливу нафти.

У разі витoku нафти використовується наступна шкала оцінки аварій:

- Аварія першого ступеня $< 1 \text{ м}^3$ – Низький рівень витoku, вживання негайних заходів з використанням місцевих ресурсів, без зовнішнього втручання;
- Аварія другого ступеня (Між 1 м^3 і 10 м^3) – Середній рівень витoku, що потребує використання зовнішніх сил і залучення органів влади;
- Аварія третього ступеня $> 10 \text{ м}^3$ – Витік великого розміру, який повинно бути ліквідовано за допомогою сил влади і залученням зовнішніх сил.

Для ефективного управління екологічною безпекою функціонування МВПД та забезпечення екологічної стійкості Єврорегіона «Нижній Дунай», особливо в умовах виникнення надзвичайних ситуацій, аварій тощо необхідний комплексний підхід, який буде забезпечуватися, у тому числі і за рахунок тісної співпраці Української і Молдовської Сторони.

Ще одним значним джерелом екологічних ризиків є побудова залізничного сполучення до МВПД. Для забезпечення комплексного обслуговування порту Джурджулешти ще у 2008 р була здана в експлуатацію ділянка залізниці Кахул-Джурджулешти протяжністю 52 км. Ця ділянка залізничного сполучення послугувала джерелом ряду екологічних проблем для навколишнього середовища, як на етапі будівництва, так і за час експлуатації.

Залізничне сполучення побудоване в заплаві річки Прут, де зосереджено чимало природних озер і охоронюваних об'єктів. Будівництво негативно

вплинуло на функціональну цілісність цієї ділянки регіону, а залізничний транспорт негативно впливає на існуючі природні екосистеми [51]. Також існує можливість виникнення аварій пов'язаних із транспортуванням вантажів залізницею. Зокрема відомо про випадок сходу поїзда на території порту Джурджулешти у 2014 р. з перекиданням 10 вагонів, що містили насипний вантаж.

Територія цього регіону є районом високої сейсмічності, що посилює можливість виникнення аварій та збільшення масштабів їх прояву. Також район МВПД схильний до виникнення щорічних повеней, а рух суден відбувається в обмежених гідрологічних умовах на звуженій ділянці фарватеру і при високій швидкості течії, що є додатковими факторами ризику. Все це може спровокувати виникнення або посилити прояв надзвичайних ситуацій, аварій тощо.

Екологічна ситуація району МВПД за даними аналізу [51] свідчать про явне забруднення, зокрема р. Прут в межах Молдови органічними і хімічними речовинами. Наприклад, концентрація органічних речовин у 2009 р. збільшилася від 6,8 мг / л в районі Скулень (вище Унгень) до 21,2 мг / л у пониззі Джурджулешти і від 11,0 до 30,2 мг / л, відповідно, у 2010 р.

Порт Джурджулешти включає в себе комплекс нафтового і зернового терміналів, що керуються ДП «Річковий порт Унгень». Витрата палива водним транспортом у 2010 році склала 81 тонну, а викиди забруднюючих речовин у атмосферу - 12,636 тон, що на 2,806 тон більше, ніж у 2009 році (таблиця 2.11). Таким чином активна навігація у МВПД, створює додатковий тиск на природні екосистеми у зв'язку із забрудненням, що виникає у наслідок потрапляння до водних об'єктів відходів експлуатаційної діяльності.

Таблиця 2.11 – Динаміка викидів забруднювачів в атмосферу річковим транспортом в 2009 і 2010 рр., Басейн р. Прут, Республіка Молдова [51]

Рік	Обсяг палива			Обсяг викидів, тони		Обсяг забруднювачів (тонни / рік)	
	СО	Вуглеводні	NO ₂	SO ₂	Альдегіди		
2009	21955	3424,98	1031,885	417,145	900,155	329,325	746,470
2010	21323	3299,388	1002,181	405,137	847,243	319,845	724,982

На питання, які пов'язані з ризиками та небезпеками, що становить МВПД нерідко зверталась увага, як провідних дослідників, науковців, так і керівників сфери державного управління. Неодноразово створювалися робочі групи за низкою транскордонних проблем.

Зокрема для розгляду спільною українсько-молдавською робочою групою було надано перелік питань [55] щодо функціонування НПК в районі населеного пункту Джурджулешти Молдовської Республіки на р. Дунай. Одними з основних були визначені наступні напрямки роботи:

1. Розглянути питання та вжити заходи щодо доповнення до ст. 5 Угоди між Урядом України та Урядом республіки Молдова про спільне використання та охорону вод - обов'язкове компенсування збитків Українській стороні у разі аварій та катастроф на р. Дунай на території Республіки Молдова.
2. Розробити план заходів з ліквідації наслідків можливих техногенних аварій, утворити додаткові структури у складі МНС України для оперативного реагування на надзвичайні ситуації, які можуть виникнути у зоні функціонування нафтотранспортного комплексу «Джурджулешти».
3. Вжити заходи щодо проведення незалежної екологічної експертизи Республікою Молдова за участю українських спеціалістів та отримати висновок екологічної експертизи.
4. Підготувати та направити звернення до Міжнародної комісії із захисту р. Дунай щодо проведення комплексної технічної та економічної експертизи проекту будівництва нафтотерміналу та дотримання положень Конвенції щодо співробітництва по охороні та сталому використанню ріки Дунай (Конвенція про охорону річки Дунай).
5. Розробити програму моніторингу за показниками якості поверхневого та придонного шарів води, донних відкладів у районі розташування нафтотерміналу та Ренійського морського торговельного порту.
6. Створити спеціальну лабораторію двох країн (України та Молдови) за допомогою, якої проводити інструментальний моніторинг та дослідження,

узагальнювати отримані результати та опубліковувати їх у засобах масової інформації.

Висновки до розділу 2

1. Розвиток морської Кілійської дельти знаходиться під впливом постійного зменшення стоку у витoku Кілійського рукава. Сучасну еволюцію рукава Бистрий визначають як зменшення стоку в верхів'ї Кілійської дельти Дунаю, так і проведення гідротехнічних робіт по поглибленню цього рукава. Як показує аналіз даних вимірювань, ці зміни, в основному, компенсують один одне. У цілому стік рукава Бистрий (винос води і наносів) незначно змінився за останні роки. Теж відноситься і до Старостамбульського рукава. Зменшення стоку Кілійської системи в основному позначається на водності Очаківського рукава. Цілком ймовірно, що в майбутньому, при підтримці суднохідних умов в рукаві Бистрий та на перекатах Кілійського рукава, у верхів'ї дельти Дунаю та на великих водотоках Кілійського рукава встановиться відносна рівновага у перерозподілі стоку.

Проведення гідротехнічних робіт на барі рукава Бистрий не викликало змін тенденцій перерозподілу стоку у верхів'ї дельти при поділенні Дунаю на рукава Кілійський та Тульчинський. Багаторічні гідрологічні дослідження в дельті та на узмор'ї Дунаю показали, що рукав Бистрий продовжує нарощувати стік. Цей процес спостерігався у рукаві останні 50 років і був трохи підсилений завдяки гідротехнічним роботам на його барі, починаючи з 2004 р. Однак проведення робіт на барі рукава Бистрий не позначилося на тенденції збільшення/зменшення частини стоку рукавів з ростом водності Дунаю, не викликало змін тенденцій перерозподілу стоку у розвилках основних рукавів дельти: Кілійського, Тульчинського, Сулінського та Георгієвського, а також не змінило природних тенденцій розвитку водотоків Кілійської дельти: рукава, які знижували стік (Очаківський та система його водотоків; Старостамбульській, нижче витoku рукава Бистрий і система його водотоків) продовжили його зниження.

Втрати стоку води Кілійського рукава на ділянці від Ізмаїльського Чаталу (вершина дельти Дунаю) до Вилкове складають до 120 м³/с, що пов'язані із заповненням придунайських озер і водозабором на господарсько-побутові потреби. Таким чином, частка стоку Кілійського рукаву в районі Вилкове (гідроствор 20 км) зменшилася до 2015 року до 47,1%.

Аналіз матеріалів вимірів витрат води за період 2005-2016 рр. свідчить про те, що у верхів'ї дельти Дунаю зберігається багаторічна тенденція зменшення водоносності рукавів Кілійської системи, пов'язана з транскордонним впливом великих гідротехнічних робіт в румунській частині дельти.

2. У цілому, за середніми рівнями показників, води української ділянки дельти Дунаю відповідали II класу, між 2 і 3 категоріями («дуже добрі - добрі» за екологічним станом, «чисті - відносно чисті» за ступенем чистоти); а за середніми з найгірших рівнів показників III класу, 4 категорії з переходом у 5 («задовільні з переходом у посередні» за екологічним станом, «слабко забруднені з переходом у помірно забруднені» за ступенем чистоти).

Дещо гіршою якістю води за середніми рівнями показників відзначалися 2005 і 2007 роки, а за середніми з найгірших – від 2005 до 2008 року. Як правило (10 із 15 випадків), середньорічні індекси загальної екологічної оцінки якості води у пункті R01 були трохи вищими від середніх по ділянці; у трьох випадках – дещо нижчими й у двох – практично на одному рівні. Схожа ситуація відзначена за блоком трофо-сапробіологічного стану (за яким за середніми з найгірших величинами досягнуто 7 категорії) та за блоком вмісту специфічних речовин (за яким відмінність індексів пункту R01 від середніх була найвищою).

Найбільший внесок у рівень індексів загальної екологічної оцінки на всіх пунктах й в усі сезони давав блок показників трофо-сапробіологічного стану вод. Особливо у цьому сенсі можна відзначити завислі речовини, вміст нітритного й нітратного азоту.

Пункт R01 порівняно з середнім, відзначався дещо вищими індексами за

БСК₅, ХСК, вмістом азоту нітратного, заліза загального, цинку, СПАР і фенолів та дещо нижчими індексами за рН, мінералізацією, насиченістю киснем, вмістом кисню, завислих речовин і сульфатів.

За класифікацією, рекомендованою TNMN, найгірша якість води відзначена за показниками ХСК, вмісту фосфатів, нітратного й нітратного азоту. Середній індекс за цією класифікацією склав 1,5 (між I та II класами), а середній індекс із найгірших за сезонною динамікою дорівнював 2,8 (III клас із переходом у II).

Незначне перевищення господарсько-побутових ГДК відзначене за середніми рівнями ХСК, концентрацій фенолів і заліза загального. Найбільші перевищення рибогосподарських ГДК спостерігалися по вмісту металів.

У роботі [2] робиться висновок, що основне надходження цинку, нікелю й міді систематично відзначається з ділянок річки, що знаходяться вище м. Рені, тобто до кордону з Україною.

3. За даними 2009 р. флора Дунайського біосферного заповідника нараховувала 950 видів судинних рослин, які належать до 379 родів і 100 сімейств. До різноманітних категорій рідкісних і зникаючих відносяться 134 види рослин. Флора Дунайського біосферного заповідника у 2018 році налічує 1567 видів. Рідкісними та зникаючими серед вищих судинних рослин є 135 видів. Таким чином, на території ДБЗ і українській частині дельти Дунаю спостерігається помітне збільшення біорізноманіття рослинного світу, у тому числі видів, які охороняються. Результати моніторингу ДБЗ 2018 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 [30]. Протягом 2018 р. були отримані нові дані, щодо розповсюдження та чисельності деяких видів ссавців (дикий кабан, норка, видра, ондатра, заєць, дика кішка та ін.) на конкретних ділянках ДБЗ, а видовий склад фауни заповідника поповнився одним видом – нетопирем середземноморським (*Pipistrellus kuhlii* Kuhl, 1817). Таким чином,

станом на початок 2018 р. фауна ДБЗ налічує 46 видів ссавців [46]. Згідно з отриманими даними, відбулося збільшення загальної кількості видів птахів за останні роки на території ДБЗ. В 2018 році видовий склад фауни птахів ДБЗ змінився, і становив 299 видів проти 257 видів птахів зареєстрованих у 2002 р.

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 [40].

Після відновлення гідрологічного режиму о. Єрмаків у 2009 р. відбувається швидка реабілітація природних водно-болотних екосистем та збагачення біорізноманіття острова та Дунайського біосферного заповідника в цілому, що має особливу актуальність у теперішній час, коли багато екосистем України потребують наближення до природного стану.

4. Функціонування та подальший розвиток потужностей МВПД, зокрема обсягів навігації, є джерелом різноманітних за структурою і властивостями екологічних ризиків, які є загрозою для Єврорегіона «Нижній Дунай», басейну р. Прут та загалом української частини Дунаю. Унікальні природні екосистеми української частини Дунаю, та зокрема території Дунайського біосферного заповідника вимагають побудови комплексної міждержавної системи управління ризиками з метою охорони їх стійкості та благополучного

екологічного стану.

До основних джерел екологічних ризиків від МВПД для Єврорегіона «Нижній Дунай» можна віднести судноплавство і функціонування НПК.

Існує два основних типи реалізації екологічних ризиків навігації: по-перше, морські й річкові судна забруднюють оточуюче середовище відходами експлуатаційної діяльності, і по-друге, викидами у випадках аварій суден з небезпечними вантажами, зокрема токсичними речовинами, нафтою і нафтопродуктами. Ця небезпека посилюється за рахунок щорічного збільшення обсягів судноплавства, що обслуговує МВПД. Відомо, що У 2018 [4] році перевалки через Міжнародний Вільний Порт Джурджулешти вперше досягли понад мільйон тон.

НПК є одним з найнебезпечніших об'єктів у Придунайському регіоні. Існує реальна загроза виникнення на ньому аварії, що може призвести до забруднення нафтопродуктами всієї території Придунав'я.

Масштаби реалізації екологічних ризиків може посилити незадовільний екологічний стан регіону, зокрема, проблеми з якістю води та хімічним забрудненням водних об'єктів. Додаткове навантаження на оточуюче середовище спровокувала розбудова транспортної інфраструктури. Будівництво залізниці у 2008 р у заплаві річки Прут від м Кахул до с. Джурджулешти посилює тиск на заплаву річки Прут і озеро Манта.

Можливість виникнення екологічних ризиків та збільшення масштабів їх реалізації посилюють природні умови району розташування МВПД. До основних потенційно небезпечних факторів можна віднести розташування у сейсмічно активному регіоні, а також схильність району до підтоплення.

Побудова ефективної системи запобігання транскордонним екологічним небезпекам у нижньому Придунав'ї можлива лише в умовах тісної взаємодії України, Молдови і Румунії.

3. ЗБІР ТА ВНЕСЕННЯ В БАЗИ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

Згідно загальній структурній схемі ГІС, що була розроблена на першому етапі робіт, база даних геоінформаційної системи повинна містити чотири інформаційних блока:

- 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 по основних гідрологічних постах Держгідромету.

На даному етапі робіт було виконано створення таблиць даних в кожному з інформаційних блоків та заповнення їх інформацією.

Для внесення в БД інформації щодо експедиційних спостережень УКРНДІЕП за гідрохімічними показниками стану Дунаю та гирлових рукавів були створені 3 таблиці формату **dbf**. Перша таблиця заповнювалася інформацією щодо вмісту важких металів у донних відкладеннях. В цій таблиці були передбачені поля, що містять інформацію про пункт вимірювань (код пункту, місце розташування, відстань від гирла річки), дату вимірювань (рік та місяць) і вміст важких металів в донних відкладеннях. Структура першої таблиці наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Структура таблиці з інформацією про вміст важких металів в донних відкладеннях

Назва поля	Тип поля	Зміст інформації
kod_r	String	Коди пунктів спостереження якості поверхневих вод згідно державного реєстру
Place	String	Місце розташування пункту спостережень
Year	Number (Integer short)	Рік проведення спостережень
Month	Number (Integer short)	Місяць року, коли здійснювалися спостереження
... Met_i ...	Number (Double)	Значення вмісту важких металів в донних відкладеннях

Поле **kod_r** типа **String**, до якого заносяться коди пунктів спостереження якості поверхневих вод, де здійснювалися вимірювання вмісту важких металів в донних відкладеннях, є обов'язковим. Через це поле здійснюється інформаційний зв'язок таблиці, що містить інформацію про вміст важких металів в донних відкладеннях, з таблицею атрибутів тематичного просторового шару «пункти спостережень якості води» інтерактивної електронної карти. Поле **Place** є допоміжним; воно призначене для поліпшення візуального сприйняття інформації щодо вмісту важких металів в донних відкладеннях.

За період експедиційних досліджень, починаючи з 2004 р., в основному здійснювалися вимірювання валового вмісту в донних відкладеннях п'яти металів: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni. Але в деякі роки додатково здійснювалися вимірювання валового вмісту ще чотирьох металів: As, Cd, Pb, Hg. Тому всього в таблиці для інформації про вміст важких металів було передбачено 9 полів типа **Number (Double)**.

В таблицю була занесена інформація за період експедиційних досліджень з 2004 по 2015 рр. Спочатку були занесені первинні дані з вказівкою місяця, коли проводилися вимірювання. Потім за допомогою спеціально розробленого скрипту розраховувалися та заносилися у таблицю середньорічні значення

вмісту металів. При занесенні середньорічних даних в поле Month записувалося значення 0. Для занесення первинних попередньо формувалися відповідні таблиці у форматі Excel. Потім за допомогою спеціально розробленого скрипту виконувалося заповнення таблиць формату dbf. Розраховані середньорічні значення валового вмісту важких металів в донних відкладеннях, що були занесені в БД, наведені у табл. 3.2-3.3.

Таблиця 3.2 – Середньорічні значення валового вмісту важких металів в донних відкладеннях в пункті спостережень на р. Дунай вище м. Рені

Роки	Валовий вміст важких металів в донних відкладеннях, г/кг					
	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd
2004	–	0,00	0,017	0,007	0,017	0,0011
2007	23,3	0,79	0,048	0,040	0,033	–
2008	15,3	0,55	0,027	0,022	0,027	–
2010	19,2	0,41	0,036	0,029	0,035	–
2012	25,75	0,59	0,103	0,07	0,047	–
2015	26,2	0,81	0,071	0,047	0,045	–

Таблиця 3.3 – Середньорічні значення валового вмісту важких металів в донних відкладеннях в пункті спостережень на гирловій ділянці р. Дунай

Роки	Валовий вміст важких металів в донних відкладеннях, г/кг						
	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
2004	17,4	0,55	0,061	0,029	0,034	0,0024	0,019
2005	15,8	–	0,054	0,024	0,039	0,0012	0,0267
2007	24,6	0,81	0,049	0,036	0,034	–	–
2008	18,4	0,69	0,025	0,022	0,028	–	–
2010	22,0	0,63	0,045	0,026	0,042	–	–
2012	15,83	0,37	0,075	0,029	0,027	–	–
2015	23,7	0,76	0,073	0,043	0,038	–	–

Друга таблиця блоку для зберігання інформації щодо експедиційних спостережень УКРНДІЕП заповнювалася інформацією щодо вмісту важких металів у воді. Структура цієї таблиці аналогічна структурі, що наведена у табл. 2.1. В період, починаючи з 2011 р., в експедиційних дослідженнях здійснювалося вимірювання валового вмісту у воді п'яти металів: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni. Але в період 2007-2010 рр. для кожного з вищевказаних металів

додатково здійснювалися вимірювання їх вмісті в розчиненій формі. Крім того у 2004-2005 роках також вимірювався вміст у воді ще чотирьох металів: As, Cd, Pb, Hg. Тому всього в таблиці для інформації про вміст важких металів у воді було передбачено 18 полів: 9 полів для інформації про валовий вміст і 9 полів для інформації про вміст металів в розчиненій формі. Розраховані середньорічні значення валового вмісту важких металів у воді, що були занесені в БД, наведені у табл. 3.4-3.5.

Таблиця 3.4 – Середньорічні значення валового вмісту важких металів у воді в пункті спостережень на р. Дунай вище м. Рені

Роки	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb	As
2004	0,6100	0,0365	0,0231	0,0134	0,0070	0,0004	0,0025	–
2005	4,4998	0,2371	0,0965	0,0033	0,0034	0,0006	0,0002	–
2007	1,6500	0,0773	0,0350	0,0150	0,0081	–	–	–
2008	0,7354	0,0444	0,0350	0,0116	0,0072	–	–	–
2009	2,1200	0,0940	0,0320	0,0180	0,0088	–	–	–
2010	1,0433	0,0597	0,0200	0,0173	0,0084	–	–	–
2012	1,3000	0,0720	0,0270	0,0060	0,0050	–	–	–
2013	0,82	0,042	0,038	0,0087	0,015	–	–	0,0045
2014	1,020	0,0570	0,0200	0,0085	0,0062	–	–	–
2015	1,5700	0,0680	0,0167	0,0062	0,0048	–	–	–

Таблиця 3.5 – Середньорічні значення валового вмісту важких металів у воді в пункті спостережень на гирловій ділянці р. Дунай

Роки	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
2004	0,51	0,05	0,03	0,02	0,0061	0,0004	0,0027
2005	3,83	0,23	0,10	0,00	0,0020	0,0003	0,0020
2007	2,09	0,11	0,05	0,02	0,0105	–	–
2008	0,69	0,04	0,03	0,01	0,0063	–	–
2009	1,69	0,10	0,03	0,02	0,0088	–	–
2010	1,02	0,06	0,01	0,02	0,0080	–	–
2012	0,66	0,04	0,04	0,00	0,0062	–	–
2013	1,5	0,23	0,029	0,0035	0,0062	–	–
2014	0,094	0,0650	< 0,01	0,0210	0,0055	–	–
2015	1,70	0,09	0,02	0,01	0,0075	–	–

Розраховані середньорічні значення вмісту важких металів у воді в розчиненій формі, що були занесені в БД, наведені у табл. 3.6-3.7.

Таблиця 3.6 – Середньорічні значення вмісту важких металів у воді у воді в розчиненій формі в пункті спостережень на р. Дунай вище м. Рені

Роки	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
2004	0,0000	0,0000	0,0093	0,0033	0,0018	0,0002	0,0000
2005	0,1780	0,0164	0,0397	0,0447	0,0031	0,0050	0,0002
2007	0,1008	0,0353	0,0137	0,0034	0,0025	–	–
2008	0,0957	0,0061	0,0172	0,0058	0,0049	–	–
2009	0,0720	0,0160	0,0190	0,0051	0,0050	–	–
2010	0,0690	0,0081	0,0120	0,0125	0,0070	–	–

Таблиця 3.7 – Середньорічні значення вмісту важких металів у воді у воді в розчиненій формі в пункті спостережень на гирловій ділянці р. Дунай

Роки	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
2004	0	0	0,01	0,01	0,0018	0,0002	0
2005	0,14	0,02	0,05	0,03	0,0010	0,0043	0,0020
2007	0,13	0,04	0,03	0,01	0,0035	–	–
2008	0,09	0,01	0,01	0,00	0,0050	–	–
2009	0,09	0,02	0,01	0,01	0,0028	–	–
2010	0,05	0,01	0,01	0,01	0,0055	–	–

Друга таблиця блоку для зберігання інформації щодо експедиційних спостережень УКРНДІЕП заповнювалася інформацією щодо результатів вимірювань гідрофізичних і гідрохімічних показників. Дослідження гідрохімічних показників виконувалися в період 2004- 2018 рр. В різні роки вимірювалася різна кількість показників. Максимальна кількість – 31 показник – вимірювалася у 2004 році. Тому у таблиці з інформацією про результати вимірювань гідрофізичних і гідрохімічних показників було передбачено 31 поле типу **Number (Double)** для занесення інформації про гідрофізичні і гідрохімічні показники. Структура таблиці з інформацією про результати вимірювань гідрофізичних і гідрохімічних показників аналогічна структурі перших двох таблиць блоку і наведена у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Структура таблиці з інформацією про результати вимірювань гідрофізичних і гідрохімічних показників

Назва поля	Тип поля	Зміст інформації
kod_r	String	Коди пунктів спостереження якості поверхневих вод згідно державного реєстру
Place	String	Місце розташування пункту

Назва поля	Тип поля	Зміст інформації
		спостережень
Year	Number (Integer short)	Рік проведення спостережень
Month	Number (Integer short)	Місяць року, коли здійснювалися спостереження
... αX ...	Number (Double)	Значення гідрофізичних і гідрохімічних показників

Символ α у назвах полів, до яких заносяться значення гідрофізичних і гідрохімічних показників, означає літеру із діапазону С..L, яка відповідає певній групі показників якості поверхневих вод. Символ X є однозначним або двозначним числом, що відповідає номеру показника у групі. Перелік груп показників якості поверхневих вод і відповідних літер у назвах полів наведено у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Групи гідрофізичних і гідрохімічних показників

Назва групи гідрофізичних і гідрохімічних показників	Літера у назві відповідних полів БД
Показники сольового складу	С
Загальні фізичні й хімічні показники групи трофо-сапробності	D
Показники групи трофо-сапробності – окиснюваності й кисневого режиму	E
Показники групи трофо-сапробності – вмісту біогенних елементів	F
Показники групи специфічних речовин – неорганічні речовини	G
Показники групи специфічних речовин – органічні речовини	H

У блоці для зберігання інформації щодо експедиційних спостережень УКРНДІЕП за гідробіологічними показниками стану Дунаю та гирлових рукавів була створена одна таблиця формату **dbf**. В цій таблиці, крім полів з інформацією про пункт вимірювань (код пункту, місце розташування, відстань від гирла річки) і дату вимірювань, були передбачені поля, що містять інформацію про такі розрахункові альгологічні показники:

- 1) біомаса фітопланктону,

- 2) чисельність водоростей,
- 3) індекс Шенону за чисельністю водоростей,
- 4) індекс Шенону за біомасою фітопланктону,
- 5) сапробність (по Пантле і Букку).

Вищевказані показники розраховувалися, базуючись на результатах вимірювань чисельності й біомаси 8-мі таксонів фітопланктону:

- 1) *Cyanophyta* – Синезелені,
- 2) *Dinophyta* – Динофітові,
- 3) *Cryptophyta* – Криптофітові,
- 4) *Chrysophyta* – Золотаві,
- 5) *Xanthophyta* – Жовтозелені,
- 6) *Bacillariophyta* – Діатомові,
- 7) *Euglenophyta* – Евгленові,
- 8) *Chlorophyta* – Зелені.

Регулярні спостереження проводилися на 11-ти пунктах моніторингу, наведених у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Розташування пунктів регулярних альгологічних досліджень

Код пункту моніторингу	Місця розташування пункту моніторингу	Відстань від гирла
1	2	3
R01	Дунай – вище Рені	71 миля
R06	рук. Кілійський – м. Ізмаїл, 1 км нижче	89,9 км
R07	рук. Кілійський – м. Кілія, 4 км вище	49 км
R09	рук. Кілійський – м. Кілія, 13 км нижче	32 км
R10	рук. Кілійський – м. Вилкове, 1 км вище	21 км
R11	рук. Очаковський – м. Вилкове, 1 км нижче	17 км
R12	рук. Старостамбульський – вище р.Швидкий	11 км
R13/1	рук. Швидкий	1,0 км
R13/0	рук. Швидкий	0 км
R14	рук. Очаковський	6 км
R15	рук. Старостамбульський - гирло	0 км

Дослідження проводилися, як правило, 3 рази в рік: у квітні, серпні й листопаді. Для кожного з перелічених вище 5-ти розрахункових показників визначалися середньорічні значення. Середньорічні значення 4-х альгологічних показників, усереднені по пунктах спостереження наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Середньорічні значення альгологічних показників, усереднені по пунктах спостережень

Рік спостереження	Альгологічні показники			
	Біомаса фітопланктону, мг/дм ³	Індекс сапробності Пантле-Букка	Індекс різноманітності Шенону за чисельністю, біт/экз.	Індекс різноманітності Шенону за біомасою, біт/мг
2005	1,52	2,01	3,33	3,04
2007	1,42	1,87	2,49	2,48
2008	3,70	1,54	2,76	2,92
2009	1,30	1,78	4,06	3,27
2010	4,28	1,86	2,39	3,40
2011	1,82	1,70	2,87	2,56
2013	1,75	1,34	1,94	3,14
2014	2,18	1,62	1,74	4,07
2015	3,30	1,63	2,33	3,30
2016	2,57	1,63	1,79	3,06
2017	1,82	1,63	2,19	3,91

У блоці 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 були створені 2 таблиці формату **dbf**.

Перша таблиця заповнювалася інформацією про результати спостережень якості води Дунайською гідрометеообсерваторією. В таблицю була занесена інформація за період спостережень 2004-2017 рр. Спостереження проводилися щомісячно. Структура таблиці збігається зі структурою, що наведена у табл. 3.8. Максимальна кількість гідрохімічних та гідрофізичних показників, що вимірювалися, дорівнює 38. Тому у таблиці були передбачені 38 полів для занесення інформації про значення показників якості води. Оскільки спостереження проводилися щомісячно, додатково до розрахунку середньорічних значень показників якості води була передбачена функція

розрахунку середньоквартальних значень. Середньорічні значення 9-ти показників якості води, усереднені по усім пунктам спостережень, наведені у табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Середньорічні значення показників якості води за даними спостережень Дунайською гідрометеообсерваторією, усереднені по усіх пунктах спостережень в українській частині дельти р. Дунай

Рік спостережень	Показники якості річкової води, мг/дм ³								
	Завислі речовини	Розчинений кисень	БСК-5, мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО/дм ³	Азот амонійний	Азот нітритний	Фосфор фосфатів	Mn, мкг/ дм ³	Cr ⁺⁶ , мкг/ дм ³
2004	55,7	7,4	1,61	25,9	5,27	0,06	0,23	–	–
2005	176,3	9,1	2,32	16,8	0,20	0,03	0,10	8,2	–
2010	102,9	9,2	1,89	17,8	0,09	0,02	0,05	8,0	7,18
2011	52,5	9,2	1,54	16,6	0,07	0,02	0,04	11,0	8,33
2012	60,8	9,3	1,50	17,2	0,14	0,03	0,04	8,8	9,00
2013	55,4	9,2	1,50	14,2	0,12	0,03	0,04	40,9	6,23
2014	71,3	9,2	1,16	12,8	0,09	0,03	0,05	16,7	4,64
2015	70,2	9,2	1,17	17,3	0,04	0,02	0,04	34,2	2,57
2016	52,3	8,6	1,29	16,0	0,06	0,01	0,04	43,8	3,48
2017	40,8	9,5	1,81	17,6	0,08	0,02	0,04	25,6	2,77

Друга таблиця заповнювалася інформацією про результати спостережень якості води лабораторією Дунайського регіонального офісу водних ресурсів. Вимірювання цією лабораторією проводилися щоквартально у 4-х пунктах спостережень. Дані про пункти спостережень Дунайського регіонального офісу водних ресурсів наведені у табл. 3.13.

Таблиця 3.13 – Розташування пунктів спостережень за якістю води Дунайського регіонального офісу водних ресурсів на р. Дунай

Код пункту моніторингу*	Місця розташування пункту моніторингу	Відстань від гирла
27269	р. Дунай, м. Рені, кордон з Румунією	163 км
27270	р. Дунай, м. Ізмаїл, питний водозабір міста	94 км
27271	р. Дунай, м. Кілія, питний в/з	48 км
27272	р. Дунай, м. Вилкове, питний в/з	20 км

* – код пункту моніторингу наведено згідно [56].

Таблиця була заповнена інформацією, що наведена на офіційному сайті Держводагентства України [56], про 12 показників якості води (БСК-5, завислі речовини, кисень розчинений, сульфати, хлориди, амоній сольовий, нітрати, нітрити, фосфати, СПАР, перманганатна окиснюваність та ХСК) за період 2004-2018 рр. Структура таблиці збігається зі структурою, що наведена у табл. 3.8. Для занесення інформації про значення показників якості води у таблиці передбачено 12 полів. Дані спостережень за 2018 р. по кожному з пунктів спостережень наведені у табл. 3.14.

У блоці для зберігання інформації про гідрологічні показники на українській частині дельти р. Дунай була створена одна таблиця формату **dbf**. В цій таблиці, крім полів з інформацією про пункт спостережень (код пункту, місце розташування, відстань від гирла річки) і час спостережень (рік і місяць), були передбачені поля, що містять інформацію про такі гідрологічні показники: середньомісячні значення витрат води і рівнів води в пунктах спостережень. В таблицю була занесена інформація за період 2004-2017 рр. Середньомісячні значення витрат води на двох гідропостах за різні роки спостережень наведені у табл. 3.15-3.16; середньомісячні значення рівнів води – у табл. 3.17-3-18

Таблиця 3.14 – Результати спостережень якості води в р. Дунай за 2018 р. Дунайським регіональним офісом водних ресурсів

Код пункту моніторингу	Дата спостережень	БСК-5, мгО ₂ /дм ³	Завислі речовини, мг/дм ³	Розчинений кисень	Сульфати, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³	Амоній сольовий, мг/дм ³	Нітрати, мг/дм ³	Нітрити, мг/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	СПАР, мг/дм ³	Перманганатна окиснюваність t	ХСК, мгО/дм ³
27269	09.01.2018	2,2	28,0	11,2	29,6	24,1	0,04	4,9	0,040	0,18	0,007	3,4	12,2
27269	06.02.2018	2,3	23,0	11,5	35,4	29,4	0,09	8,3	0,055	0,15	0,014	3,6	
27269	12.03.2018	2,4	165,7	11,7	42,6	37,9	0,05		0,050	0,17	0,000	3,6	
27269	11.04.2018	2,8	50,0	9,7	43,8	25,6	0,07		0,060	0,11	0,032	3,8	
27269	02.05.2018	2,3	17,3	8,1	40,7	27,2	0,10		0,070	0,05	0,009	3,6	
27269	05.06.2018	4,0	9,3	8,5	32,9	24,1	0,04		0,039	0,06	0,005	3,0	
27270	09.01.2018	2,2	34,5	11,3	28,2	24,1	0,05	5,6	0,041	0,17	0,013	3,2	13,3
27270	06.02.2018	2,3	21,7	11,6	32,3	27,7	0,09	12,8	0,049	0,16	0,013	3,5	
27270	12.03.2018	2,0	96,7	11,7	40,7	37,6	0,04		0,053	0,15	0,000	3,4	
27270	11.04.2018	2,0	52,7	9,7	39,9	25,3	0,05		0,061	0,08	0,039	4,7	
27270	02.05.2018	3,5	6,7	8,3	35,0	24,0	0,06		0,061	0,05	0,009	3,2	
27270	05.06.2018	6,1	24,0	9,3	29,8	23,4	0,02		0,031	0,04	0,004	2,8	
27270	19.07.2018	3,8	70,3	6,8	29,6	36,0	0,18		0,044	0,14	0,011	3,6	
27271	23.01.2018	2,1	18,5	12,2	28,4	28,4	0,04	6,4	0,072	0,11	0,010	3,0	
27271	20.04.2018	1,4	26,0	9,3	42,8	28,1	0,16		0,070	0,06	0,019	3,3	
27271	23.07.2018	1,0	34,3	6,9	28,6	30,2	0,27		0,093	0,21	0,018	3,6	
27272	23.01.2018	3,7	39,0	12,2	29,6	26,9	0,06	6,8	0,056	0,06	0,013	3,7	
27272	21.02.2018	1,9	18,5	12,0	33,9	36,5	0,11		0,092	0,12	0,021	3,0	
27272	21.03.2018	4,7	64,7	10,7	38,7	37,2	0,06		0,070	0,12	0,013	5,9	
27272	20.04.2018	2,4	28,0	9,7	33,1	23,2	0,16		0,068	0,07	0,027	3,6	
27272	17.05.2018	2,0	148,0	8,5	31,9	25,6	0,16		0,075	0,14	0,000	4,9	
27272	22.06.2018	1,7	100,7	7,9	33,1	29,8	0,08		0,083	0,13	0,012	3,4	
27272	19.07.2018		34,0		30,6	39,9	0,11		0,064	0,06	0,015	4,0	

Таблиця 3.15 – Середньомісячні витрати води р. Дунай (м3/с), – м. Рені

Рік	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2004	4547	5967	6738									
2005	5607,4	5482,5	8511,3	12796,7	12800	10242	9209,7	8920,6	9662,7			
2006	-											
2007	4460	6350	7820	6910	4660	4880	3910	3300	4820	4920	6870	8380
2008	5620	5870	6580	9520	8490	6780	5030	5890	3890	3970	3660	6230
2009	5480	7920	9350									
2010	10400	7360	11900	10500	9320	13200	12400	8050	6620	7010	6220	10700
2011	10500	7980	6550	6830	5090	5020	4690	4900	3160	3390	3150	2950
2012	5620	5870	6580	9520	8490	6780	5030	5890	3890	3970	3660	6230
2013	6280	7840	9580	12900	11300	10000	7430	3360	3280	4360	4750	5110
2014	4060	5670	6980	6330	11400	9720	5640	7530	8320	8030	8320	8280
2015	7400	9840	9980	10100	7610	7240	4460	3150	3000	4100	4120	4560
2016				8110	8010	8370	6740	5480	4180	4100	6230	
2017	3940	6230	8000	5890	7370	5380	3710	3680	3760	4390	4700	6910

Таблиця 3.16 – Середньомісячні витрати води р. Дунай (м3/с), рук. Бистрий – рп. Бистре

Рік	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2004	832	1072	1236									
2005	1037,9	952,4	1456,1	2151,36	2181,3	1815	1574,2	1567,4	1695			
2006	-											
2007	819	1120	1380	1280	866	923	747	638	857	934	1210	1480
2008	1040	1100	1140	1640	1520	1230			750	753	696	1090
2009	1030	1380	1590									
2010	1760	1300	2030	1810	1610	2200	2180	1440	1190	1270	1120	1790
2011	1910	1510	1200	1300	979	963	908	937	661	673	659	585
2012	63,1	89,9	115	110	114	126	74,5	58,5	45,5	51	75,5	71,9
2013	1150	1440	1700	2380	2090	1800	1450	694	651	847	894	994
2014	785	1050	1320	1140	2040	1890	1060	1390	1480	1510	1540	1540
2015	-											
2016				1550	1450	1570	1280	1050	834	795	1140	
2017	765	1160	1460	1120	1360	1050	748	731	732	869	877	1260

Таблиця 3.17 – Рівні води р. Дунай (см) – м. Рені

Рік	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2004										136,8	215,4	253
2005	196,6	190,3	331	492,6	492,6	399,7	358	352	378,4			
2006	-											
2007	-											
2008	198	210	241	374	330	256	164	210	97	102	83	225
2009	186	308	363									
2010	407	281	462	414	364	506	475	314	248	266	228	418
2011	412	309	244	258	169	165	146	158	53	67	52	40
2012	113	270	272	269	282	301	145	92	59	74	158	146
2013	231	304	375	498	440	393	278	65	61	126	147	168
2014	108	199	265	230	445	375	198	291	322	308	326	323
2015	282	385	391	397	295	272	130	53	43	108	110	137
2016				314	314	328	253	190	115	111	226	
2017	101	224	311	211	284	184	86	85	90	127	145	261

Таблиця 3.18 – Рівні води р. Дунай (см), рук. Бистрий – рп. Бистре

Рік	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2004										46,9	53,8	57,4
2005	58,15	59,06	67,8	99,8	106,5	87,7	81,7	77,6	86			
2006	-											
2007	-											
2008	9	-5	-3	9	10	9	2	1	-6	-2	-3	4
2009	0,2	16	18									
2010	123	125	128	126	118	124	128	119	107	106	108	121
2011	121	114	111	109	106	103	103	100	91	92	84	84
2012	97	92	84	97	104	103	99	92	84	86	93	107
2013	102	116	116	126	122	117	111	99	86	95	97	91
2014	102	106	106	106	113	115	111	113	108	109	106	105
2015	103	116	111	108	107	108	102	99	91	95	83	84
2016				110	115	118	112	103	98	97	96	
2017	78	85	94	94	101	102	98	100	90	85	94	97

Висновки до розділу 3

1. База даних геоінформаційної системи заповнена інформацією про гідрохімічні та альгологічні показники за період 2004-20017 рр., яка дозволяє досліджувати часові тенденції зміни цих показників і здійснювати короткотермінове прогнозування їх значень.

2. Заповнення бази даних геоінформаційної системи інформацією про гідрологічні показники (витрати і рівні води в різник рукавах дельти р. Дунай) забезпечує можливість моделювання процесів формування якості річкових вод в районах скидання зворотних вод.

4. РОЗРОБЛЕННЯ БЛОКІВ АНАЛІТИЧНОЇ ПІДСИСТЕМИ ГІС, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ КОМПЛЕКСНУ ОЦІНКУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ РІЧКОВОЇ ВОДИ

4.1 Розроблення інструментів, що реалізують функцію прогнозування якості річкової води

При розробленні інструментів, що реалізують функцію прогнозування якості води в рукавах р. Дунай, був використаний алгоритм, запропонований на першому етапі роботи. Згідно даного алгоритму в аналітичній підсистемі ГІС було передбачено застосування інструменту, який дозволяє визначати часові тенденції зміни показників якості річкових вод і оцінювати їх значущість. В залежності від наявності або відсутності значимої часової тенденції показника якості води в розробленому інструменті ГІС застосовуються різні методи прогнозування. Якщо значуща тенденція часової зміни показника не виявлена, для прогнозування використовується метод простого експоненціального згладжування. Інакше для прогнозування використовується метод Хольта або метод Хольта-Винтерса. Метод Хольта застосовується для прогнозування середньорічних значень показників; метод Хольта-Винтерса – для прогнозування середньомісячних або середньоквартальних значень (врахування сезонних індексів).

Тестування інструменту ГІС, що реалізує функцію визначення часових тенденцій показників якості води та оцінки їх значущості, виконувалося для гідрохімічних і гідробіологічних показників. При тестуванні інструменту для гідрохімічних показників були використані результати спостережень якості води Дунайською гідрометеообсерваторією, оскільки ці дані містять більш показників якості води і характеризуються більшою частотою вимірювань. Часові тенденції визначалися як для даних, осереднених по усім пунктам моніторингу української частини дельти Дунаю (див. табл. 3.12), так і для даних по окремих пунктах моніторингу. Розрахункові значення часових тенденцій та рівні їх значущості для даних, осереднених по усім пунктам

моніторингу, наведені у табл. 4.1. Розрахункові значення часових тенденцій та рівні їх значущості для окремих пунктів спостережень наведені у табл. 4.3.

Тестування інструменту для гідробіологічних показників здійснювалося для усереднених по пунктам спостережень значень 4-х розрахункових альгологічних показників (див. табл. 3.11), а також для значень цих показників по окремих пунктах спостережень. Розраховані значення часових тенденцій альгологічних показників, усереднених по пунктах спостережень, та відповідні рівні значущості наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.1 – Часові тенденції показників якості води, усереднених по усіх пунктах спостережень в українській частині дельти р. Дунай

Рік спостережень	Показники якості річкової води, мг/дм ³								
	Завислі речовини	Розчинений кисень	БСК-5, мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО/дм ³	Азот амонійний	Азот нітритний	Фосфор фосфатів	Mn, мкг/ дм ³	Cr ⁺⁶ , мкг/ дм ³
Часова тенденція, од.вим./рік	-5,194	0,081	-0,047	-0,474	-0,238	-0,002	-0,010	2,693	-0,904
Рівень значущості тенденції	0,08	0,07	0,02	0,07	0,05	0,02	0,01	0,05	0,004

Таблиця 4.2 – Часові тенденції альгологічних показників, усереднених по усіх пунктах спостережень в українській частині дельти р. Дунай

	Альгологічні показники			
	Біомаса фітопланктону, мг/дм ³	Індекс сапробності Пантле-Букка	Індекс різноманітності Шенону за чисельністю, біт/екз.	Індекс різноманітності Шенону за біомасою, біт/мг
Часова тенденція, од.вим./рік	0,032	-0,028	-0,119	0,070
Рівень значущості тенденції	0,72	0,05	0,02	0,07

Таблиця 4.3 – Тенденції часової зміни показників (b , мг/дм³) та їх значущість (α) по окремих пунктах спостережень в українській частині дельти р. Дунай

Код ПС	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R13
Показники	Тенденції часової зміни показників (b , мг/дм ³) та їх значущість (α): $\frac{b}{\alpha}$										
БСК-5	<u>-0,06</u> 0,06	<u>-0,05</u> 0,23	<u>-0,06</u> 0,09	<u>-0,08</u> 0,07	<u>-0,03</u> 0,19	<u>-0,04</u> 0,18	<u>-0,08</u> 0,07	<u>-0,07</u> 0,06	<u>-0,05</u> 0,14	<u>-0,02</u> 0,47	<u>-0,13</u> 0,02
Азот амонійний	<u>-0,01</u> 0,004	<u>-0,01</u> 0,09	<u>-0,92</u> 0,05	<u>-0,01</u> 0,04	<u>-0,009</u> 0,03	<u>-0,01</u> 0,01	<u>-0,01</u> 0,03	<u>-0,01</u> 0,01	<u>-0,01</u> 0,01	<u>-0,01</u> 0,01	<u>-0,02</u> 0,02
Фосфор фосфатів	<u>-0,002</u> 0,02	<u>-0,004</u> 0,02	<u>-0,03</u> 0,04	<u>-0,003</u> 0,04	<u>-0,003</u> 0,02	<u>-0,002</u> 0,06	<u>-0,004</u> 0,03	<u>-0,004</u> 0,02	<u>-0,004</u> 0,01	<u>-0,003</u> 0,06	<u>-0,01</u> 0,01
Фосфор загальний	<u>0,003</u> 0,35	<u>-0,004</u> 0,08	<u>0,0005</u> 0,83	<u>-0,003</u> 0,12	<u>-0,004</u> 0,05	<u>0,002</u> 0,48	<u>-0,003</u> 0,17	<u>-0,004</u> 0,07	<u>-0,005</u> 0,02	<u>0,002</u> 0,47	<u>-0,002</u> 0,06
Завислі речовини	<u>-5,09</u> 0,09	<u>-13,43</u> 0,002	<u>-5,48</u> 0,09	<u>-8,75</u> 0,02	<u>-9,58</u> 0,01	<u>-5,11</u> 0,11	<u>-9,70</u> 0,001	<u>-9,03</u> 0,01	<u>-9,08</u> 0,01	<u>-4,79</u> 0,12	<u>-8,91</u> 0,03
Марганець	<u>2,09</u> 0,10	<u>2,78</u> 0,05	—	—	<u>4,37</u> 0,11	—	—	—	—	<u>2,28</u> 0,16	—
Перманганат на окисність	<u>-0,03</u> 0,54	<u>-0,14</u> 0,004	<u>-0,03</u> 0,54	<u>-0,09</u> 0,01	<u>-0,09</u> 0,02	<u>-0,03</u> 0,57	<u>-0,11</u> 0,003	<u>-0,12</u> 0,003	<u>-0,12</u> 0,01	<u>-0,03</u> 0,56	<u>-0,72</u> 0,003
Азот нітритний	<u>-0,001</u> 0,21	<u>-0,001</u> 0,06	<u>-0,0065</u> 0,04	<u>-0,001</u> 0,19	<u>-0,001</u> 0,11	<u>-0,001</u> 0,06	<u>-0,0004</u> 0,51	<u>-0,001</u> 0,25	<u>-0,001</u> 0,24	<u>-0,002</u> 0,02	<u>-0,001</u> 0,05
Феноли	<u>-0,00002</u> 0,82	<u>-0,0001</u> 0,21	<u>-0,00014</u> 0,06	<u>-0,0002</u> 0,02	<u>-0,0002</u> 0,70	<u>-0,00002</u> 0,74	<u>-0,0002</u> 0,04	<u>-0,0002</u> 0,03	<u>-0,0002</u> 0,02	<u>-0,0002</u> 0,24	<u>0,00002</u> 0,57
ХСК	<u>0,04</u> 0,86	<u>-0,28</u> 0,32	<u>-1,72</u> 0,07	<u>0,33</u> 0,10	<u>0,15</u> 0,47	<u>0,29</u> 0,06	<u>0,20</u> 0,31	<u>0,40</u> 0,06	<u>0,31</u> 0,12	<u>0,27</u> 0,15	<u>-2,49</u> 0,003
Розчинений кисень	<u>0,07</u> 0,16	<u>0,09</u> 0,07	<u>0,08</u> 0,15	<u>-0,005</u> 0,86	<u>-0,01</u> 0,83	<u>0,08</u> 0,11	<u>0,01</u> 0,81	<u>0,01</u> 0,74	<u>0,01</u> 0,75	<u>0,06</u> 0,11	<u>-0,03</u> 0,58

Як видно з наведених у табл. 4.1 результатів розрахунків, за більшістю показників якості річкової води у середньому по пунктах моніторингу в українській частині дельти р. Дунай були визначені тенденції до поліпшення якості води. Спостерігалось зменшення значень показників завислі речовини, азот амонійний, азот нітритний, фосфор фосфатів, БСК-5, ХСК, хром⁶⁺ та збільшення розчиненого кисню. Тенденція до погіршення якості води була визначена тільки за показником марганець. Значне збільшення концентрації марганцю спостерігалось, починаючи з 2013 р. Якщо до 2012 р. концентрації марганцю були на рівні рибогосподарської ГДК, то починаючи з 2013 р. вони в декілька разів перевищували рибогосподарські нормативи. Однак, навіть після різкого підвищення у 2013 році концентрації марганцю не перевищували верхньої границі третьої екологічної категорії якості води (досить чисті).

Як видно з даних, наведених у табл. 4.3, тенденція до збільшення концентрації марганцю спостерігалась вже у вхідному створі української частини дельти р. Дунай (вище м. Рені). Тобто ця тенденція обумовлена погіршенням якості води за межами української частини дельти. Імовірно, підвищення концентрації марганцю пов'язане з добуванням марганцю на території Румунії (родовища Якобені, Ватра-Дорней в басейні лівої притоки Дунаю – р. Бистриця) або обумовлено природними процесами.

Як видно з наведених у табл. 4.2 даних, у середньому по українській частині дельти р. Дунай за період досліджень спостерігалось незначне поліпшення якості води згідно з індексом сапробності. У той же час спостерігалось незначне збільшення індексу різноманітності Шенону, розрахованого за біомасою фітопланктону, і певне зменшення індексу різноманітності Шенону, розрахованого за чисельністю фітопланктону, що свідчить про зменшення кількості дрібноклітинних видів водоростей. Значимих змін загальної біомаси фітопланктону не спостерігалось. На рис. 4.1 наведені діаграми зміни індексу різноманітності Шенону за чисельністю фітопланктону в 4-х пунктах моніторингу, де спостереження проводилися більш регулярно.

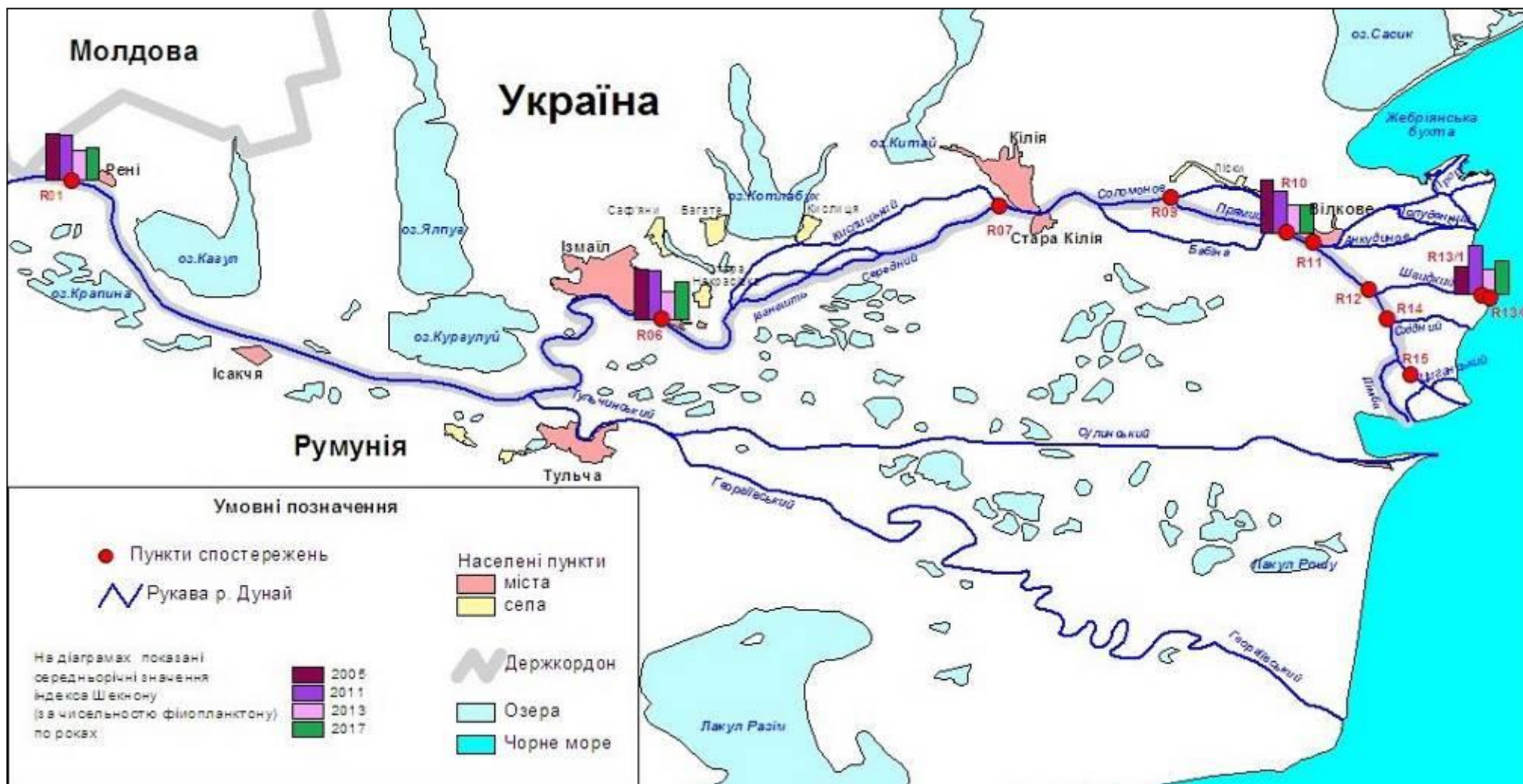


Рисунок 4.1 – Діаграми зміни індексу різноманітності Шенону за чисельністю фітопланктону

Як видно з наведеної схеми, значне зменшення індексу Шенону за чисельністю спостерігалось, починаючи приблизно з 2013 р. Причому виявлені тенденції спостерігалися вже у вхідному створі української частини дельти р. Дунай (пункт моніторингу R01), тобто вони обумовлені факторами, що діють за межами України.

Середнє за період спостережень значення біомаси фітопланктону ($2,33 \text{ мг/дм}^3$) відповідно використовуваний в Україні екологічної класифікації [57] відповідає 4-й категорії якості води («слабко забруднені»), а середнє значення індексу сапробності (1,7) відповідає 3-й категорії якості води («досить чисті»).

Оскільки прогнозування якості води здійснювалося за середньорічними значеннями показників, для побудови прогнозів застосовувався метод Хольта. Цей метод є модифікацією метода експоненціального згладжування, яка враховує часову тенденцію показника, що прогнозується. Результати прогнозування для усереднених по усіх пунктах моніторингу значень гідрохімічних показників на період часу до 2020 р. наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Короткотерміновий прогноз змін гідрохімічних показників якості води в середньому по пунктах моніторингу

Показники якості води	Згладжена тенденція, од.вим.рік	Рік спостережень			
		2017	2018	2019	2020
Завислі речовини, мг/дм^3	-2,55	40,8	40,29	37,75	35,20
Розчинений кисень, мг/дм^3	0,11	9,5	9,53	9,64	9,75
БСК-5, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$	0,03	1,81	1,74	1,77	1,80
ХСК, $\text{мгO}/\text{дм}^3$	-0,26	17,6	16,9	16,6	16,4
Азот амонійний, мг/дм^3	0,008	0,08	0,08	0,09	0,10
Азот нітритний, мг/дм^3	-0,001	0,02	0,017	0,016	0,015
Фосфор фосфатів, мг/дм^3	-0,01	0,04	0,035	0,027	0,019
Марганець, мкг/дм^3	0,82	27,6	28,4	29,3	30,1
Хром+6, мг/дм^3	-0,49	2,8	2,4	1,9	1,4

Як видно з наведених у табл. 4.4 результатів прогнозування, погіршення якості води у найближчі роки прогнозується не лише за показником марганець, але й за показниками БСК-5 та азот амонійний, оскільки для даних показників у 2017 році спостерігалася позитивна згладжена тенденція. Однак збільшення показників БСК-5 та азот амонійний очікується несуттєвим; їх значення залишаться на рівні нижче ніж рибогосподарські ГДК. Концентрація марганцю згідно прогнозу на 2020 р. досягне рівня більш трьох ГДК. Тенденції до погіршення якості води за всіма зазначеними показниками спостерігаються вже у вхідному створі української частини дельти р. Дунай (вище м. Рені). Тобто ці тенденції обумовлені погіршенням якості води за межами української частини дельти.

4.2 Розроблення інструменту, що реалізує функцію комплексної оцінки якості річкової води

При розробленні інструмента, що реалізує функцію комплексної оцінки якості води в рукавах р. Дунай, згідно алгоритму, запропонованому на першому етапі роботи, в аналітичній підсистемі ГІС було передбачено застосування трьох методик комплексної оцінки якості річкових вод:

- 1) методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями якості [57];
- 2) методика, що базується на використанні індексу забруднення води (ІЗВ) [58];
- 3) методика, що базується на використанні коефіцієнта забрудненості (КЗ) [59].

Перші 2 методики засновані на порівнянні концентрацій забруднюючих речовин із гранично припустимими концентраціями для конкретних видів водокористування (рибогосподарського або комунально-побутового). Третя методика заснована на оцінці екологічної класифікації якості води по 3-м блокам показників: 1) блок показників сольового складу; 2) блок еколого-санітарних показників; 3) блок показників вмісту специфічних речовин токсичної дії.

Розраховані значення середнього інтегрального екологічного індексу за різні роки спостережень по окремих пунктах моніторингу, де спостереження здійснювалися регулярно, і в середньому по усім пунктам спостережень української частини дельти Дунаю наведені у табл. 4.5; значення максимального інтегрального екологічного індексу – у табл. 4.6.

Таблиця 4.5 – Значення середнього інтегрального екологічного індексу для окремих пунктів моніторингу і в середньому по дельті Дунаю

Роки	Пункти моніторингу						В середньому у по дельті
	R01	R02	R03	R04	R05	R10	
2010	2,8	2,6	2,5	2,2	2,4	2,5	2,5
2011	2,8	2,8	2,6	2,5	2,8	2,8	2,72
2012	2,9	2,8	2,7	2,5	3	2,9	2,8
2013	2,9	2,7	2,4	2,3	2,9	2,9	2,68
2014	2,8	2,5	2,1	2,1	2,6	2,5	2,43
2015	2,8	2,7	2,2	2,2	2,7	2,8	2,57
2016	2,7	2,5	2,1	2,1	2,7	2,5	2,43
2017	2,5	2,5	2,2	2,1	2,5	2,3	2,35

Таблиця 4.6 – Значення максимального інтегрального екологічного індексу для окремих пунктів моніторингу і в середньому по дельті Дунаю

Роки	Пункти моніторингу						В середньому по дельті
	R01	R02	R03	R04	R05	R10	
2010	4,7	4,7	4	4	4	4,3	4,28
2011	4,7	4,7	4	4	4,7	4,7	4,47
2012	5,3	5,3	4	4	5,3	5,3	4,87
2013	5	5	4	4	5	5	4,67
2014	5	4,7	4	4	5	4,7	4,57
2015	4,7	5	4,7	4	5	5	4,73
2016	4,7	4,7	4	4	5	4,7	4,52
2017	4,7	4,7	4	4	4,7	4	4,35

Як видно з наведених у табл. 4.5-4.6 результатів розрахунку, значення середнього інтегрального екологічного індексу в середньому по українській частині дельти Дунаю за період досліджень змінювалися в межах від 2,5 (2017 р.) до 2,9 (2013 р.). Таким чином, річкові води в українській частині дельти Дунаю при класифікації по середньому екологічному індексу ставилися до 3-й категорії

якості води («досить чисті»). Значення максимального інтегрального екологічного індексу в середньому по українській частині дельти Дунаю за період досліджень змінювалися в межах від 4,3 (2010 р.) до 4,9 (2012 р.). При цьому екологічна категорія якості води змінювалася від «слабко забруднені» (2010, 2011 і 2017 рр.) до «помірковано забруднені» (2012-2016 рр.).

Найгірше значення блокових індексів припадають на блок еколого-санітарних показників: середній блоковий індекс змінювався в межах від 3,4 до 3,8. У даному блоці найбільш погана якість води відзначалася за наступними показниками: прозорість води (7 категорія), нітрати (6 категорія), зважені речовини (5-6 категорії), нітрити (4-5 категорії).

Розраховані значення показника КЗ за різні роки спостережень по окремих пунктах моніторингу, де спостереження здійснювалися регулярно, і в середньому по усім пунктам спостережень української частини дельти Дунаю наведені у табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Значення показника КЗ для окремих пунктів моніторингу і в середньому по дельті Дунаю

Роки	Пункти моніторингу						В середньому по дельті
	R01	R02	R03	R04	R05	R10	
2010	2	1,9	1,5	1,5	1,5	2,1	1,83
2011	2	2	2	2	2,2	1,9	1,67
2012	2,3	2,3	2	2	2,4	2,3	1,81
2013	2,7	2,5	1,6	1,6	2,6	2,8	1,89
2014	2,1	1,9	1,3	1,5	2,3	1,8	1,56
2015	1,9	1,9	1,2	1,2	2	2	1,41
2016	1,7	2	1,2	1,3	2,2	1,2	1,44
2017	1,4	1,6	1,2	1,1	1,6	1,2	1,22

Як видно з наведених у табл. 4.7 результатів розрахунку показника КЗ, величина цього критерію в середньому по дельті змінювалася в межах від 1,22 до 1,89. Таким чином, у середньому річкові води в українській частині дельти Дунаю за критерієм КЗ належали до категорії «слабко забруднені». Максимальне значення критерію спостерігалось в 2013 р. У цей рік на окремих пунктах

моніторингу (R01, R02, R05 і R10) величина КЗ перевищувала 2,5, тобто в даних пунктах річкові води належали до категорії «помірковано забруднені».

Для усереднених по усім пунктам моніторингу значень показника КЗ та інтегральних екологічних індексів були розраховані часові тенденції і виконана оцінка їх значущості. За результатами розрахунків була визначена тенденція до зменшення усередненого по пунктах моніторингу середнього екологічного індексу – величина часової тенденції: $-0,04$ од./рік; рівень значущості: 0,1. Для усередненого по пунктах моніторингу показника КЗ за період досліджень також спостерігалася значима тенденція до зменшення – величина часової тенденції:

$-0,08$ од./рік; рівень значущості: 0,006.

Тенденції до поліпшення якості води, що спостерігалися за комплексними показниками КЗ і середніми екологічними індексами, мали місце вже у вхідному створі української частини дельти Дунаю, тобто обумовлені факторами, що діють за межами України. Істотних відмінностей між значеннями комплексних показників якості води в різних пунктах моніторингу виявлене не було.

За результатами досліджень, виконаних на даному етапі робіт, опубліковано 2 статті [59-60].

Висновки до розділу 4

1. Тестування інструменту аналітичної підсистеми ГІС, що забезпечує визначення часових тенденцій зміни показників якості річкових вод, дозволило виявити наявність значущих часових тенденцій зміни за період, починаючи з 2004 р., таких показників якості річкової води: завислі речовини, розчинений кисень, БСК-5, ХСК, азот амонійний, азот нітритний, фосфор фосфатів, хром⁶⁺ і марганець.

2. В середньому за зазначений період спостережень за показником марганець спостерігалася тенденція до погіршення якості води, а за рештою показників – тенденція до поліпшення якості води.

3. 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. спостерігалось суттєве перевищення рибогосподарських нормативів.

4. Перевищення нормативів за показником марганець і тенденція до його збільшення спостерігалися вже у вхідному створі української частини дельти р. Дунай (вище м. Рені), тобто ця тенденція обумовлена погіршенням якості води за межами української частини дельти.

5. Тестування інструменту аналітичної підсистеми ГІС, що забезпечує короткострокове прогнозування змін якості води виявило, що у найближчі роки слід очікувати погіршення якості води за показниками азот амонійний, БСК-5 і марганець.

6. Збільшення значень показників азот амонійний і БСК-5 очікується несуттєвим: ці показники залишаться на рівні нижче рибогосподарських ГДК. Концентрація марганцю буде перевищувати ГДК приблизно у 3 рази. За рештою показників очікується поліпшення якості води.

ВИСНОВКИ

Для України р. Дунай має значну водогосподарську цінність, зокрема для цілей судноплавства, рекреації, риборозведення та як джерело прісної води.

Проблеми дельти Дунаю викликають занепокоєність урядів як України, так і Румунії та вимагають подальшого розвитку транскордонного співробітництва.

На даний час питання перерозподілу стоку в дельті Дунаю з урахуванням розвитку судноплавства і відповідних гідротехнічних робіт є одним з основних. З метою запобігання значних змін природного середовища, збереження унікальних екосистем дельти Дунаю та задоволення водогосподарських потреб необхідним є наукове-обґрунтування гідротехнічних робіт з урахуванням даних багаторічних моніторингових спостережень.

При проведенні аналізу масштабів впливу на перерозподіл стоку вод між рукавами Дунаю і рукавами Кілійської дельти, які виникли внаслідок будівництва та експлуатації об'єктів ГСХ р. Дунай – Чорне море за результатами комплексного екологічного моніторингу варто зазначити, що перерозподіл стоку у Дунайській дельті залежить від низки природних та антропогенних чинників. Необхідність забезпечення потреб розвиненого агропромислового та господарського комплексу як з боку Румунії, так і України обумовлює значні впливи на перерозподіл стоку у Дельті Дунаю. Найбільш значимий вплив на перерозподіл стоку на цій території мало проведення багаторічних гідротехнічних робіт.

Розвиток морської Кілійської дельти знаходиться під впливом постійного зменшення стоку у витoku Кілійського рукава. Сучасну еволюцію рукава Бистрий визначають як зменшення стоку в верхів'ї Кілійської дельти Дунаю, так і проведення гідротехнічних робіт по поглибленню цього рукава. Як показує аналіз даних вимірювань, ці зміни, в основному, компенсують один одне. У цілому стік рукава Бистрий (винос води і наносів) незначно змінився за останні роки. Теж відноситься і до Старостамбульського рукава. Зменшення стоку Кілійської системи в основному позначається на водності Очаківського рукава. Цілком ймовірно, що

в майбутньому, при підтримці суднохідних умов в рукаві Бистрий та на перекатах Кілійського рукава, у верхів'ї дельти Дунаю та на великих водотоках Кілійського рукава встановиться відносна рівновага у перерозподілі стоку.

Проведення гідротехнічних робіт на барі рукава Бистрий не викликало змін тенденцій перерозподілу стоку у верхів'ї дельти при поділенні Дунаю на рукава Кілійський та Тульчинський. Багаторічні гідрологічні дослідження в дельті та на узмор'ї Дунаю показали, що рукав Бистрий продовжує нарощувати стік. Цей процес спостерігався у рукаві останні 50 років і був трохи підсилений завдяки гідротехнічним роботам на його барі, починаючи з 2004 р. Однак проведення робіт на барі рукава Бистрий не позначилося на тенденції збільшення/зменшення частини стоку рукавів з ростом водності Дунаю, не викликало змін тенденцій перерозподілу стоку у розвилках основних рукавів дельти: Кілійського, Тульчинського, Сулінського та Георгієвського, а також не змінило природних тенденцій розвитку водотоків Кілійської дельти: рукава, які знижували стік (Очаківський та система його водотоків; Старостамбульській, нижче витоків рукава Бистрий і система його водотоків) продовжили його зниження.

Втрати стоку води Кілійського рукава на ділянці від Ізмайльського Чаталу (вершина дельти Дунаю) до Вилкове складають до 120 м³/с, що пов'язані із заповненням придунайських озер і водозабором на господарсько-побутові потреби. Таким чином, частка стоку Кілійського рукаву в районі Вилкове (гідроствор 20 км) зменшилася до 2015 року до 47,1%.

Аналіз екологічних процесів у дельті Дунаю та у прибережній частині моря з використанням космічних знімків у період 2000-2019 рр., а також наявної інформації за кілька попередніх десятиріч свідчить про сезонні коливання змін берегової лінії Дунайського гирла зі збереженням загальної форми структурних елементів. Зокрема, зберігається загальна тенденція висування морського краю Кілійської дельти на ділянці від гирла рукава Потапівського до гирла рукава Циганського. На південному краї коси Пташиної відмічається її зміщення у бік берега в межах природної еволюції. Вплив днопоглиблювальних робіт на морфодинамічні процеси обмежується лише ділянкою узбережжя, що прилягає до

гирла рукава Бистрий, і навіть на цій ділянці не є значним, а вплив дампінгу ґрунту, як і днопоглиблювальних робіт у русловій частині, є локальним.

Аналіз космічних знімків острова Єрмаків за літні місяці періоду 2000 - 2019 рр., 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.

Після відновлення гідрологічного режиму о. Єрмаків у 2009 р. відбувається швидка реабілітація природних водно-болотних екосистем та збагачення біорізноманіття острова та Дунайського біосферного заповідника в цілому, що має особливу актуальність у теперішній час, коли багато екосистем України потребують наближення до природного стану.

Можна прогнозувати, що підсилення руху суден у зв'язку з відновленням ГСХ сприятиме активізації міграції видів-вселенців, оскільки Дунай вважається великим інвазійним коридором з України до країн Європи, а також одним з потужних міграційних шляхів проникнення видів-вселенців до України. Загалом під час комплексного екологічного моніторингу відновлення та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море у період 2004 – 2018 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.

У ході досліджень були відмічені певні зміни та закономірності на рівні угруповань і екосистем, зокрема:

- побудова захисної дамби у баровій частині гирла Бистре призводить до змін у складі піщано-літоральної рослинності у приморській частині острова Стамбульський із збільшенням частки лучних видів та очерету звичайного, а на узмор'ї – формування детрито-піщаної рослинності з перевагою рудеральних видів;

- у деякі роки в періоди низького рівня води і слабкої течії в р. Дунай спостерігалася присутність клину солоної морської води у пониззі гирла Бистре –

від барової частини до 5-6 км; разом з морською водою у гирло проникали морські види гідробіонтів;

- опріснення прилеглих до дельти естуарних зон призвело до змін у видовому складі макрзообентосу: солонуватоводна фауна заміщувалась прісноводною, але загалом кількісні характеристики макрзообентосу не зазнали істотних змін;

- у баровій частині рукаву Бистрий (особливо у мілководних водоймах, що добре прогриваються) складаються сприятливі умови для розвитку понто-каспійської фауни (головним чином, дрібних ракоподібних), яка має високу продуктивність. Протягом періоду досліджень кількість цих видів по рукавах та водоймах пониззя дельти змінювалась у дуже невеликих межах, що опосередковано свідчить про незначні зміни умов зовнішнього середовища досліджених водних об'єктів.

Загалом аналіз результатів комплексного екологічного моніторингу 2004-2019 рр. свідчить про відсутність значного впливу судноплавства та робіт з днопоглиблення на біорізноманіття, зокрема, водні й прибережні екосистеми Дунайського біосферного заповідника. Помітних порушень у стані екосистеми р. Дунай, а також суттєвого транскордонного впливу за біологічними показниками виявлено не було. На збереження нормального функціонування природного комплексу дельти р. Дунай в цілому спрямовані природоохоронні заходи, передбачені проектом ГСХ на повний розвиток.

База даних геоінформаційної системи була заповнена інформацією про гідрохімічні та альгологічні показники за період 2004-20017 рр., яка дозволяє досліджувати часові тенденції змін цих показників і здійснювати короткотермінове прогнозування їх значень.

Заповнення бази даних геоінформаційної системи інформацією про гідрологічні показники (витрати і рівні води в різних рукавах дельти р. Дунай) забезпечує можливість моделювання процесів формування якості річкових вод в районах скидання зворотних вод.

Тестування інструменту аналітичної підсистеми ГІС, що забезпечує

визначення часових тенденцій зміни показників якості річкових вод, дозволило виявити наявність значущих часових тенденцій зміни за період, починаючи з 2004 р., таких показників якості річкової води як: завислі речовини, розчинений кисень, БСК-5, ХСК, азот амонійний, азот нітритний, фосфор фосфатів, хром⁶⁺ і марганець.

В середньому за зазначений період спостережень за показником марганець спостерігалася тенденція до погіршення якості води, а за рештою показників – тенденція до поліпшення якості води.

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. спостерігалось суттєве перевищення рибогосподарських нормативів.

Перевищення нормативів за показником марганець і тенденція до його збільшення спостерігалися вже у вхідному створі української частини дельти р. Дунай (вище м. Рені), тобто ця тенденція обумовлена погіршенням якості води за межами української частини дельти.

Тестування інструменту аналітичної підсистеми ГІС, що забезпечує короткострокове прогнозування змін якості води виявило, що у найближчі роки слід очікувати погіршення якості води за показниками азот амонійний, БСК-5 і марганець.

Збільшення значень показників азот амонійний і БСК-5 очікується несуттєвим: ці показники залишаться на рівні нижче рибогосподарських ГДК. Концентрація марганцю буде перевищувати ГДК приблизно у 3 рази. За рештою показників очікується поліпшення якості води.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гидрология дельты Дуная / Михайлов В.Н., Морозов В.Н., Михайлова М.В и др./ Под ред. В.Н. Михайлова – М.: ГЕОС, 2004.– 448 с.
2. Анотований звіт «Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море у 2011 році» //Харків: УКРНДІЕП, 2012.
3. Анотований звіт «Комплексний екологічний моніторинг при виконанні експлуатаційних днопоглиблювальних робіт на морському підхідному каналі ГСХ Дунай - Чорне море у 2010 році» //Харків: УКРНДІЕП, 2011.
4. Анотований звіт «Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море у 2012 році» //Харків: УКРНДІЕП, 2013.
5. Анотований звіт «Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море у 2013 році» //Харків: УКРНДІЕП, 2014.
6. Анотований звіт «Комплексний екологічний моніторинг довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2014 році. Район Морського підхідного каналу з розробкою проекту «Виконання експлуатаційного днопоглиблення» //Харків: УКРНДІЕП, 2015.
7. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва, 1990 г.
8. Остаточне рішення щодо реалізації проекту „Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток.”, 2009 р. – 11 с
9. Анотований звіт «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» //Харків: УКРНДІЕП, 2016.

10. 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.
11. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://wwf.panda.org/wwf_news/?193584/ermakov-island Острів Єрмаков: все тільки починається. 27.05.2010
12. 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.
13. 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>
14. Літопис природи. Книга 25. – Вилкове; Дунайський біосферний заповідник, 2006. – С.47.
15. Літопис природи. Книга 29. – Вилкове; Дунайський біосферний заповідник, 2010. – С.245.
16. Объединенный отчет (краткая версия) Комплексный экологический мониторинг окружающей природной среды при возобновлении глибоководного судового хода Дунай - Черное море в 2004 г. - Договор № 4.1-390 от 26.10.2004. – Харьков: УкрНДІЕП, 2005. – 161 с.
17. Звіт по темі: «Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море у 2015 році». (технічний звіт за III етап виконання Програми комплексного екологічного моніторингу у IV кварталі 2015 року) за договором № 28 від 17 серпня 2015 року). - Вилкове; Дунайський біосферний заповідник, 2016. – 84с.
18. Звіт по темі: «Моніторинг рослинних та тваринних угруповань берегової лінії та плавнів Дунайського біосферного заповідника при експлуатації

- глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море». (за договором № 14 від 24 липня 2017 року). - Вилкове; Дунайський біосферний заповідник, 2018. – 172с.
19. Ковалев А.В. Таксономический состав зоопланктона Черного моря // Современное состояние биообразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор). – Севастополь, 2003. – С. 44-49.
 20. Перерозподіл стоку по рукавах дельти Дунаю в умовах існування судноплавних каналів / О. І. Черой // Український гідрометеорологічний журнал. - 2013. - № 13. - С. 176-182. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2013_13_24
 21. Анотований звіт за результатами виконання Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море у 2007 р.//Харків: УКРНДІЕП, 2008.
 22. XXIVth Conference of the Danubian Countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management. Slovenia, Bled, 2–4.06.2008. Conference E-papers. 1-4 p.
 23. Оцінка імовірних транскордонних впливів на довкілля у складі робочого проекту «Створення глибоководного суднового ходу р. Дунай - Чорне море на українській ділянці дельти. Повний розвиток». Звіт НДР. / УкрНДІЕП. – Харків, 2009. – 340 с.
 24. Анотований звіт про НДР «Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай-Чорне море у 2009 році”// Одеса: НДУ «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ»,2010
 25. Анотований звіт по 1 етапу «Комплексний екологічний моніторинг при виконанні експлуатаційних днопоглиблювальних робіт на морському підхідному каналі ГСХ Дунай - Чорне море//Харків: УКРНДІЕП, 2006.
 26. Звіт про НДР «Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море» //Харків: УКРНДІЕП, 2009.

27. Анотований звіт за результатами виконання Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні та експлуатації ГСХ Дунай – Чорне море у 2007 р. //Харків: УкрНДІЕП, 2007.
28. Конвенція про біологічне різноманіття. П'ятий національний звіт України. Мінприроди України, Київ, 2015. - 68 с. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/UKRAINE_5th_Nat_Rep_CBD_ua.pdf
29. 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.
30. 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.
31. 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.,
32. 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.
33. 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.
34. 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 2004-2017років та результатів натурних контрольних спостережень (принаймні у транскордонному контексті)» //Харків: УКРНДІЕП, 2019.
35. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов / Т. А. Харченко, М. В. Тимченко, А. А. Ковальчук и др. – К.: Наук. думка, 1993. – 328с.https://www.researchgate.net/profile/Andrey_Kovalchuk/publication/262723861_Hydroecology_of_the_Ukrainian_part_of_the_Danube_and_adjacent_basins_Gidroekologia_ukrainskogo_ucastka_Dunaa_i_sopredelnyh_vodoemov_In_Russian/links/0a85e5388a787e857a000000/Hydroecology-of-the-Ukrainian-part-of-the-Danube-and-adjacent-basins-Gidroekologia-ukrainskogo-ucastka-Dunaa-i-sopredelnyh-vodoemov-In-Russian.pdf
36. Гидробиологические исследования пресноводных экосистем дельты Дуная в зоне влияния ГСХ Дунай-Черное море / Отчет по хоздоговорной теме № 15/2004 от 29 ноября 2004 года. - ИГБ НАН Украины, 2004.
37. 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.
38. 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.

39. 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.
40. Марковский Ю. М. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования. III. Водоемы Килийской дельты Дуная.— Киев: Изд-во АН УССР, 1955. - 280 с.
41. Мовчан Ю.В. Первая находка головешки (ротана) — *Percottus glehnii* Dybowski (Pisces, Eleotridae) в водоемах Украины // Вестн. зоологии. — 1989. — № 5. - С. 87.
42. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. /под ред. акад. РАН А.Ф. Алимова и Н.Г. Богуцкой. - М.: Товарищество научных изданий КМК. 2004. - 436 с.
43. Збірник матеріалів до курсу «Наукові основи збереження біорізноманіття». Розділ 5. Інвазійні види та механізми інвазії / К. Фінлейсон, А. Альохін. – Київ, 2015.
44. Національний план управління басейном р. Тиса – Україна (версія 3.0) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://buvrtysa.gov.ua/download/National%20plan%203.0.pdf>
45. Волошкевич О.В., Волошкевич О.М. Інвазійні види макрозообентосу акваторії дунайського біосферного заповідника// Екологія водно-болотних угідь і торфовищ.– Київ, 2013. – С. 30–34.
46. 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, 2019. – 14 с.
47. Наказ Міністра аграрної політики та продовольства України №471 від 30.07.12, зареєстр. 14.08.12, №1369/21681 “Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об’єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних

- та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту)».
48. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения СанПиН № 4630–88. Министерство здравоохранения СССР, Москва, 1988 г.
 49. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін., Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями К.: Символ-Т, 1998.- 28 с. (затверджено наказом Мінекобезпеки України № 44 від 31.03.98, погоджено з Держкомгідрометом та Держводгоспом України, надано чинності з 1 січня 1999 р.).
 50. Water Quality in the Danube River Basin – 2006 /Ed. I. Liška. – ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River. – TNMN – Yearbook: Vienna, 2006 – 39 p.
 51. Анализ речного бассейна реки Прут на территории Украины и Республики Молдова: Проект «Охрана окружающей среды международных речных бассейнов» (SC № 2011/279-666); Environmenatl Protection of International River Basins Project [Електронний ресурс]:-http://blackseariverbasins.net/sites/default/files/RBA_Joint%20Prut_Consolidated.pdf
 52. Международный Свободный Порт Джурджулешт / офіційний сайт [Електронний ресурс]:- www.gifp.md
 53. Єврорегіональне співробітництво України та ЄС / С. І. Ткаленко // Стратегія розвитку України. - 2015. - № 1. - С. 148-152. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sru_2015_1_25)
 54. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. УНДІ ЦЗ ДСНС України. – Київ, 2013. – 542 с. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html.
 55. Екологічний паспорт Одеської області 2017 р. – Режим доступу до ресурсу: <https://menr.gov.ua/news/32629.html>
 56. Дані державного моніторингу поверхневих вод. Інформація щодо якісного стану поверхневих вод України у 2008-2017 роках. Офіційний сайт

Державного водного агентства України. URL: <https://www.davr.gov.ua/site/material?lang=ua%2F&psevd=https%3A%2F%2Fdavr.gov.ua%2Fvidkrdan> (дата звернення 19.10.2019).

57. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М: Госкомгидромет СССР, 1988. – 8 с.
58. Белогуров В.П., Бакланова В.Ю. Применение коэффициента загрязненности для оценки состояния водных объектов // Технологический аудит и резервы производства — № 1/4(21), 2015. С. 17-19.
59. Васенко А.Г., Брук В.В., Свиридов Ю.В. Геоинформационная система для анализа данных экологического мониторинга украинской части дельты Дуная. Science Review. 4(21). С. 20-24.
60. 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.