

УДК 556.5:551.468.4

ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ ПІСЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ З'ЄДНУЮЧОГО З МОРЕМ КАНАЛУ

**Ю. С. Тучковенко, М. О. Мартинюк, Ю. І. Богатова, О. П. Гаркуша,
С. Г. Бушуєв, К. С., Калашнік**

*ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»
вул. Пушкінська, 37, 65048, Одеса, Україна,
tuch2001@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3275-9065>*

У 2016-2017 роках проводилась реконструкція з'єднувального каналу «Тилігульський лиман - Чорне море» з метою покращення гідроекологічного стану лиману шляхом збільшення його зовнішнього водообміну з морем. Стаття присвячена аналізу змін гідроекологічного стану лиману за комплексом гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик його екосистеми, які відбулися після реконструкції з'єднувального каналу. В основу порівняльного аналізу покладені дані отримані в результаті щомісячного гідроекологічного моніторингу лиману протягом 2025 року, а також ретроспективні дані щодо характеристик його гідроекологічного стану отримані до реконструкції каналу.

Встановлено, що реконструкція з'єднувального каналу не досягла своєї основної мети, оскільки не відбулось зменшення солоності вод в лимані в результаті інтенсифікації зовнішнього різноспрямованого водообміну лиману з морем, збільшилися концентрації мінерального і органічного азоту та фосфору в водах лиману порівняно з періодом до реконструкції каналу, зменшилось видове різноманіття фітопланктону, в основному з переважанням морських видів; зменшилися видове розмаїття та улови риби у лимані; стан іхтіофауни та рибопродуктивність лиману не покращилися і залишаються нестабільними. Головна причина цього полягає у невідповідності проєктним вимогам морфометричних характеристик з'єднувального каналу, недотримання встановлених правил його експлуатації і, додатково, в будівництві нового мостового переходу через канал, який утруднив водообмін лиману з морем. Наприкінці червня 2025 року середня площа поперечних перерізів каналу була в 2,8 разів меншою за проєктну, а середня глибина каналу – в 2,2 рази меншою за проєктну (2,0 і 0,91 м відповідно).

Зроблений загальний висновок, що реконструкція з'єднувального каналу «море-лиман», проведена в період 2016-2017 рр., не досягла своєї мети. Надані рекомендації щодо здійснення заходів для поліпшення сучасного гідроекологічного стану Тилігульського лиману.

Ключові слова: північно-західна частина Чорного моря, Тилігульський лиман, гідроекологічний стан, з'єднувальний канал море-лиман, наслідки реконструкції

1. ВСТУП

Тилігульський лиман розташований на північному узбережжі північно-західної частини Чорного моря, в 40 км від м. Одеси на кордоні Одеської та Миколаївської областей (46° 39,3' - 47° 05,3' пн.ш., 30°57,3' - 31°12,7' сх.д.). Це найбільш великий та глибокий серед квазізакритих лиманів північно-західного Причорномор'я. Він є унікальною природною системою з численними природними ресурсами, які можуть бути використані для соціально-економічного розвитку прилеглих територій Одеської та Миколаївської областей України в сферах рекреації, екологічного туризму, охорони здоров'я, аквакультури та регламентованого

рибальства [1, 2]. Зокрема, лиман включений до територій двох регіональних ландшафтних парків в межах Одеської та Миколаївської областей. Також лиман включений до переліку ІВА-територій і міжнародного списку Рамсарської конвенції про захист водно-болотних угідь. В ньому розташоване одне з найбільших в Причорномор'ї родовищ мінеральних лікувальних магнієво-натрієвих мулових грязей.

Тилігульський лиман представляє собою затоплену морськими водами долину річки Тилігул, яка на теперішній час не має істотного зв'язку з морем. Довжина лиману становить близько 52 км, ширина змінюється на окремих

ділянках від 0,2 до 5,4 км. Лиман відокремлений від моря природним піщаним пересипом шириною від 3,3 до 4 км і завдовжки до 6,6 км. При позначці рівня води в лимані мінус 0,4 м БС (метрів у Балтійській системі висот і глибин) площа дзеркала його водної поверхні становить 129 км², об'єм вод – 693 млн. м³. Південна і центральна частини лиману є улоговинами з переважаючими глибинами в діапазоні 10-16 м, які розділені мілководною перемичкою. Максимальна глибина в південній частині лиману досягає 22,2 м. Північна частина лиману, в яку впадає річка Тилігул, мілководна, з глибинами менше 4 м. Середня глибина лиману становить 5,4 м. Площа водозбірної басейну Тилігульського лиману – 5420 км², основна частина прісного стоку в лиман (більше 85 %) надходить від річки Тилігул [1, 3].

Наприкінці 50-х років ХХ сторіччя в рибогосподарських цілях у пересипу Тилігульського лиману був побудований і в 1958 р. введений в експлуатацію штучний канал довжиною 3,3 км, який з'єднав лиман з морем. Канал повинен був забезпечити вхід навесні з моря в лиман чорноморської кефалі та інших видів морських риб, а також прісноводних риб, які виносилися в період весняного паводку з Дніпровсько-Бузького лиману до моря. Одночасно будівництво цього каналу вирішувало задачу регулювання водного балансу лиману з метою стабілізації рівня води в ньому. Первинна глибина каналу становила 3 м, а ширина – 30 м, на вході з боку моря канал був обладнаний шлюзом. Проте рибогосподарські цілі, поставлені при будівництві каналу, не були досягнуті через: по-перше, подальше зарегулювання стоку р. Дніпро каскадом гідроелектростанцій і, зокрема, створення Каховського водосховища із загальним об'ємом вод 18,2 км³ і корисним (робочим) об'ємом 6,8 км³, що призвело до зменшення інтенсивності весняного паводку і різкого скорочення виносу прісноводних риб з Дніпровського-Бузького лиману до прилеглої частини моря; по-друге, поступове багаторічне підвищення солоності води в самому Тилігульському лимані, зумовлене надходженням до нього солоних морських вод через штучний сполучний канал «море-лимани» [1, 4].

Гідрологічні і екологічні особливості Тилігульського лиману за даними моніторингу в період 2010-2015 рр. детально описані в роботах [1, 5-6]. В них, зокрема, відзначається, що внаслідок кліматичних змін в лимані посилюється дефіцит річного прісного водного

балансу, який за оцінками [7] в перші десятиліття ХХІ століття складав 35 млн. м³/рік (5% від загального об'єму в лимані). Тому забезпечення вільного водообміну лиману з прилеглою акваторією моря є необхідною умовою стабілізації його гідрологічного режиму і гідроекологічних умов.

За минулі роки після спорудження каналу, його південна частина, що примикає до моря, сильно обміліла внаслідок транспортування піску з боку моря. У ХХІ ст. канал функціонував нерегулярно, протягом 25-40 діб навесні та восени, після розчищення перших сотень метрів морської частини каналу від піщаних наносів. В результаті зменшення пропускної здатності каналу і інтенсивного випаровування з водної поверхні лиману влітку, з 2007 року почався період значного зниження рівня води в лимані, який тимчасово вдалося зупинити лише в 2010 р., коли канал був відкритий в період з квітня до серпня. До 2015 р. розчищення морської частини каналу стало неефективним через значне зменшення глибин на більшій частині його довжини. Було прийнято рішення про реконструкцію каналу, оскільки при тривалій відсутності зв'язку з морем в лимані не тільки виникає багаторічна тенденція зменшення об'єму води і, отже, відбувається його обміління, але й також швидкими темпами збільшується солоність води, концентрації біогенних і забруднюючих речовин [1, 6].

Реконструкція з'єднувального каналу шляхом його поглиблення до позначки мінус 2,2 м БС, що відповідає глибині в каналі $\approx 2,0$ м, проводилась в основному в 2016-2017 рр. В цей час канал був закритий. Хоча відкриття каналу відбулось на початку 2018 р., однак реконструкція каналу не була завершена остаточно, особливо в прилеглій до моря частині каналу, де станом на 2021 рік потрібно було провести додаткові роботи з відновлення внутрішньої частини каналу, укріплення його стінок, улаштування наносотримуючої споруди та ін. З початком війни у 2022 році ці роботи були припинені.

Мета роботи полягає у визначенні змін гідроекологічного стану Тилігульського лиману за комплексом гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик його екосистеми, які відбулися після реконструкції з'єднувального каналу «море-лимани» та основних природних і антропогенних чинників, які зумовили ці зміни.

2. МЕТОДИ І МАТЕРІАЛИ

Для досягнення мети використовувались виконані протягом 2025 року фахівцями Інституту морської біології НАН України щомісячні польові дослідження характеристик поточного гідроекологічного стану Тилігульського лиману, а саме: гідрологічних (температура, солоність, відмітки рівня води, морфометричні характеристики з'єднувального каналу та ін.), гідрохімічних (розчинені мінеральні та органічні речовини азоту (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , N_{org}) і фосфору (PO_4^{3-} , P_{org}), кремнію (SiO_3^{2-}), вмісту розчиненого у воді кисню та % його насичення, БСК₅), гідробіологічних (фітопланктону, макрофітобентосу, стану іхтіофауни). Спостереження та відбір проб проводили за стандартною схемою станцій в прибережній зоні лиману і на прилеглому узмор'ї (на вході в з'єднувальний канал «море-лиман») до глибини 1 м (рис. 1). У липні та серпні 2025 р. проби на станції Кордон у верхів'ї лиману додатково відбирали на глибині 4 м, а в північній частині лиману, прилеглій по каналу, - на глибинах 5 і 10 м. За період з лютого по грудень 2025 р. було зібрано та оброблено 52 проби.

Визначення значень гідрохімічних показників проводили згідно з прийнятими міжнародними методиками для морських вод, з використанням повіреного вимірювального обладнання [8-10].

Також, з лютого по вересень 2025 р. було зібрано та оброблено 40 проб фітопланктону. Проби об'ємом 1 л фіксували 40% формаліном, а потім згущували осадовим методом, доводячи об'єм фільтрату до 25-60 мл [11]. Клітини фітопланктону рахували у краплі фільтрату об'ємом 0,05 мл. Біомасу мікродоростей визначали підрахунком "істинних" об'ємів клітин [12]. Номенклатурні назви мікродоростей приводяться згідно зведенням [13-16].

Відбір проб макрофітобентосу в Тилігульському лимані проводився на чотирьох прибережних станціях, з глибин від 0 до 0,5 м з використанням перифітонної рамки розміром 10x10 см. За період досліджень було відібрано і оброблено 205 кількісних проб макрофітобентосу. Для відбору й аналізу проб альгологічного матеріалу використовувалися класичні методи обліку макрофітів, включно з визначенням флористичного складу, проективного покриття, біомаси [17-19]. Номенклатура водоростей визначалась за міжнародним електронним каталогом AlgaeBase [20], імена авторів таксонів представлені у стандартному скороченні [21]. Визначення

категорій галобності і сапробності макрофітів Тилігульського лиману і порівняння їх з ретроспективними даними проводилося за монографією [22].

Дослідження біологічних характеристик іхтіофауни проводили за загальноприйнятими стандартними методиками [23-25]. Проби риб та безхребетних у Тилігульському лимані відбирали щосезонно біля с. Коблево та с. Кошари з уловів промислових ставних неводів (довжина крила 10–20 м, розмір вічка у котлі 6,5 мм) та бичкових ятерів (вічко 18 мм). Для оцінки видового складу та вивчення структури іхтіоценозу використовувалися різновічкові зяброві сітки відповідно стандарту EN 14757:2015 Water quality – Sampling of fish with multimesh gillnets.

Ретроспективні дані щодо характеристик гідроекологічного стану Тилігульського лиману у ХХІ столітті, до початку реконструкції з'єднувального каналу «море-лиман», брались з науково-технічних звітів за результатами досліджень виконаних в Одеському державному екологічному університеті та Інституті морської біології НАН України [26-28], а також з особистих архівів первинної інформації співавторів цієї статті, які склали основу наукових публікацій того періоду [1, 5, 6, 29], та інших дослідників [22, 30-32]. При аналізі багаторічних змін солоності води в лимані додатково залучались результати досліджень регіональних ландшафтних парків.

Характеристики гідрологічного режиму. Рівень води в Тилігульському лимані визначається об'ємами припливу вод з його водозбірної басейну, співвідношенням кількості атмосферних опадів, які випадають на водне дзеркало лиману, і об'ємами випаровування з нього, наявністю водообміну лиману з морем через штучний з'єднувальний канал [1]. В роки, коли водообмін з морем був тривалий час відсутній, рівень води в лимані знижувався на 1-1,5 м, порівняно з рівнем моря.

В 2025 році подача морської води в лиман через з'єднувальний канал розпочалась у березні. До кінця липня був відкритий тільки один шлюз, а в серпні – вже два шлюзи, які залишались відкритими до кінця листопаду.

Вимірювання рівня води в лимані, які виконувались раз на місяць під час польових виїздів на лиман в північній (с. Калинівка) та південній (с. Кошари) його частинах, показали, що відмітка рівня води в лимані зменшувалась від мінус 0,35 м БС (метрів Балтійської системи) навесні 2025 року до мінус 0,54 м БС у липні

(23.07.2025) і потім до мінус 0,72 м БС у вересні (24.09.2025). В той же час, відмітка рівня моря (оцінена як середнє значення між спостереженими відмітками в портах Південний та Очаків) була завжди вищою, ніж в лимані, і змінювалась від мінус 0,11 м БС у квітні до

мінус 0,27 м БС наприкінці серпня. Це свідчить про те, що водообмін з морем через з'єднувальний канал «море-лиман» був недостатнім для вирівнювання рівнів води в лимані і морі.



Рис. 1 – Карта-схема станцій відбору проб на акваторії Тилигульського лиману

Fig. 1 –Map diagram of sampling stations in the water area of the Tylihul Estuary

Характеристики гідрологічного режиму. Рівень води в Тилигульському лимані визначається об'ємами припливу вод з його водозбірною басейну, співвідношенням кількості атмосферних опадів, які випадають на водне дзеркало лиману, і об'ємами випаровування з нього, наявністю водообміну лиману з морем через штучний з'єднувальний канал [1]. В роки, коли водообмін з морем був тривалий час відсутній, рівень води в лимані знижувався на 1-1,5 м, порівняно з рівнем моря.

В 2025 році подача морської води в лиман через з'єднувальний канал розпочалась у березні. До кінця липня був відкритий тільки

один шлюз, а в серпні – вже два шлюзи, які залишались відкритими до кінця листопаду.

Вимірювання рівня води в лимані, які виконувались раз в місяць під час польових виїздів на лиман в північній (с. Калинівка) та південній (с. Кошари) його частинах, показали, що відмітка рівня води в лимані зменшувалась від мінус 0,35 м БС (метрів Балтійської системи) навесні 2025 року до мінус 0,54 м БС у липні (23.07.2025) і потім до мінус 0,72 м БС у вересні (24.09.2025). В той же час, відмітка рівня моря (оцінена як середнє значення між спостереженими відмітками в портах Південний та Очаків) була завжди вищою, ніж в лимані, і

змінювалась від мінус 0,11 м БС у квітні до мінус 0,27 м БС наприкінці серпня. Це свідчить про те, що водообмін з морем через з'єднувальний канал «море-лиман» був недостатнім для вирівнювання для вирівнювання рівнів в лимані і моря.

У червні 2025 року були виконані промірні роботи у з'єднувальному каналі «море-лиман» (рис. 2), які показали (табл. 1), що при позначці рівня води в ньому з боку моря мінус 0,27 м БС і на виході каналу в лиман (біля мосту) - мінус 0,4 м БС, максимальні глибини в каналі змінюються від 0,53 м до 1,25 м, а середні глибини по профілям не перевищують 0,91 м, середня площа поперечних перерізів дорівнює $S_{\text{ср}} = 16,3 \text{ м}^2$. Середня глибина за перерізами зменшується впродовж каналу по мірі наближення до лиману, а ширина каналу суттєво збільшується (до 37 м на поперечному перерізі № 4), що свідчить про розмивання і обвалення стінок каналу, оскільки

пластиковим шпунтом укріплені стінки лише перших 200 м каналу від наносотримуючої споруди. Аналіз «Правил експлуатації гідротехнічної споруди «З'єднувальний канал Тилігульський лиман-Чорне море», оновлених у 2024 році Державним регіональним проектно-вишукувальним інститутом «УКРПВДЕН ДІПРОВОДГОСП» (м. Одеса), показав, що сучасний стан каналу не відповідає проєктним вимогам і за фактом унеможливає його експлуатацію. У відповідності з конструктивними рішеннями, після реконструкції з'єднувального каналу відмітка його дна повинна підтримуватись на позначці мінус 2,11 м БС (що відповідає його глибині 2,0 м), а всередині приймального ковша морської наносотримуючої споруди - мінус 2,61 м БС. При замуленні приймального ковша до відмітки дна каналу (мінус 2,11 м БС) рух води по каналу у бік лиману повинен припинятися.

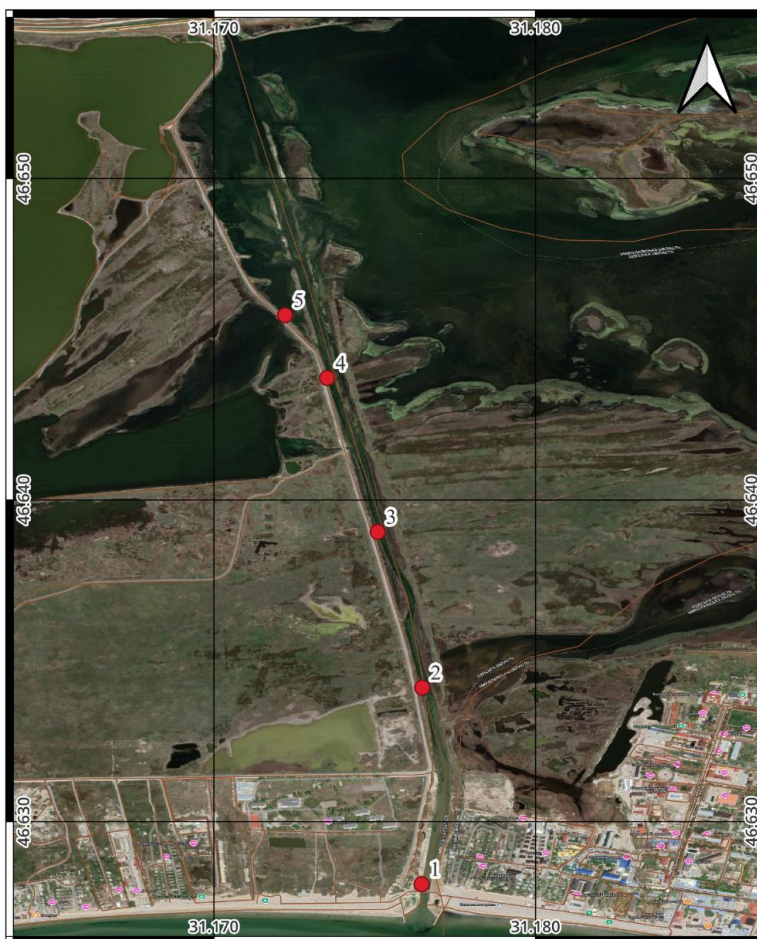


Рис. 2- Станції проведення промірних робіт в каналі «море-лиман» 25.06.2025 р.

Fig. 2 – Survey stations for channel measurements in the «sea-estuary» channel on 25.06.2025

Таблиця 1 - Основні морфометричні характеристики поперечних перерізів каналу

Table 1 - Main morphometric elements of the channel cross-sections

Поперечний переріз, №	Ширина русла В, м	Середня глибина $h_{\text{сер}}$, м	Максимальна глибина h_{max} , м	Площа поперечного перерізу S , м ²	Довжина змоченого периметру Р, м	Гідравлічний радіус R, м
1	22,5	0,61	0,74	13,7	23,2	0,59
2	20,3	0,91	0,97	18,5	24,1	0,77
3	20,8	0,75	0,94	15,6	21,2	0,74
4	37	0,47	1,25	17,3	37,5	0,46
5	53	0,31	0,53	16,6	53,0	0,31

Отже, сучасні глибини в з'єднувальному каналі, виміряні наприкінці червня 2025 р., були в декілька разів меншими за проєктні. Більш того, протягом літа спостерігалось значне обміління каналу на ділянці прилеглої до шлюзу-регулятора через інтенсивне занесення каналу піском, який надходив до нього транзитом через майже повністю заповнений приймальний ківш морської наносотримуючої споруди. При проєктній глибині каналу 2,0 м і ширині 23 м, площа поперечного перерізу каналу повинна становити 46 м², тобто бути в 2,8 рази більшою, ніж та, що була виміряна у 2025 році.

Суттєве занесення каналу піском і його обміління відбувалось в період з 23.07.25 р. по 27.08.25 р. (рис. 3). За відсутності днопоглиблювальних робіт, станом на 19.11.25 р. робоча ширина каналу в районі наносотримуючої споруди зменшилась більш ніж вдвічі. Зменшенню глибин в каналі і його інтенсивному занесенню сприяло значне

зниження рівня моря у серпні-вересні (на 0,2 м порівняно з весняними місяцями).

Додатковим антропогенним фактором, який негативно вплинув на водообмін лиману з прилеглою частиною моря, стало будівництво у 2025 році на вході з'єднувального каналу «море-лиман» до лиману, замість старого мостового переходу через канал, який не заважав вільному водообміну, нового – у вигляді 10 частково занурених у воду труб діаметром 140 см (рис. 4). Труби покладені на бетону основу. Навіть за високого рівня води в морі труби заповнюються лише до половини, а за низького рівня моря труби майже повністю осушуються. Зокрема, у вересні 2025 р. найбільш низько закладені центральні труби були заповнені водою лише на 35 см від їхнього нижнього краю. Ця споруда значно погіршила можливості водообміну лиману з морем, а також створила значні перешкоди для сезонної міграції риб каналом. Окрім того, її конструкція робить безглуздим поглиблення каналу до проєктних позначок дна у майбутньому.



Рис. 3 - Занесення піском каналу і наносотримуючої споруди на ділянках прилеглих до шлюзу-регулятору станом на 27.08.2025 р.

Fig. 3 – Sand deposition in the channel and the sediment-retaining structure in areas adjacent to the sluice regulator as of 27.08.2025



Рис. 4 - Побудований у 2025 році мостовий перехід через сполучний канал «море-лиман» на вході до лиману станом на 24.09.2025 р.

Fig. 4 – Bridge crossing over the «sea-estuary» connecting channel at the estuary entrance, constructed in 2025, as of 24.09.2025

Як було показано в [3, 7] дефіцит річного прісного водного балансу Тилігульського лиману в сучасних кліматичних умовах складає 35 млн. м³/рік. Для його компенсації і запобігання обмілінню лиману необхідно його поповнення морською водою. Але постійне надходження до лиману разом з морською водою додаткової кількості солей, без забезпечення належної промивки (водооновлення) лиману шляхом різноспрямованого водообміну з морем, призводить до виникнення багаторічної тенденції підвищення солоності його вод (засолення лиману).

Одна з головних цілей реконструкції з'єднувального каналу полягала у запобіганні підвищенню солоності вод в лимані шляхом збільшення інтенсивності його зовнішнього водообміну з прилеглою ділянкою моря [33]. Дослідження мінливості солоності води у лимані протягом 2025 року показали, що ця мета не була досягнута (рис. 5). Після поновлення роботи з'єднувального каналу у 2018 році, солоність води в центральній частині лиману стабілізувалася на рівні 28-29 ‰, але не зменшилась. У північній мілководній частині лиману солоність води більша за 30 ‰ через інтенсивне випаровування і значне зменшення стоку р. Тилігул (рис. 5) внаслідок кліматичних змін, що відбуваються.

На рис. 6 показаний просторовий розподіл солоності вод на акваторії Тилігульського лиману у квітні-червні 2015 і 2025 рр., який свідчить про те, що збільшення солоності води у вказаний період відбулося в усіх частинах лиману. Причиною цього є відсутність або суттєве зменшення стоку р. Тилігул, оскільки в 2025 році найбільші значення солоності води, на відміну від 2015 р., спостерігались в північній частині лиману.

Характеристики гідрохімічного режиму. Моніторинг лиману, який виконувався у 2000-2010 рр. та 2012-2015 рр., показав значні відмінності в гідрохімічних умовах мілководної північної і глибокої південної частин лиману: концентрації речовин фосфору в північній частині, куди впадає річка Тилігул, були вищими, ніж в південній, для мінеральних речовин азоту спостерігалась зворотна тенденція. Була відзначена тенденція зростання вмісту речовин фосфору у 2012-2015 рр. порівняно з 2000-2010 рр. (табл. 2). Характерною особливістю гідрохімічних умов лиману були надвисокі концентрації $R_{\text{мін}}$ і $R_{\text{орг}}$, високі концентрації кремнію і низький вміст $N_{\text{мін}}$. Було встановлено, що лиман – це так звана «фосфорна водойма», в якій створення первинної продукції органічної речовини автотрофами лімітується низькими концентраціями $N_{\text{мін}}$. Гідрохімічний моніторинг лиману також показав, що донні

відкладення лиману накопичують відмерлу органічну речовину і є «депо» мінеральних речовин азоту та фосфору. Концентрації в порових розчинах донних відкладень мінеральних і органічних речовин майже на

порядок перевищують їх концентрації в воді лиману. Іонний обмін на геохімічній межі «вода-донні відкладення» збагачує водну товщу лиману речовинами N і P, тобто призводить до посилення евтрофікації екосистеми [6].

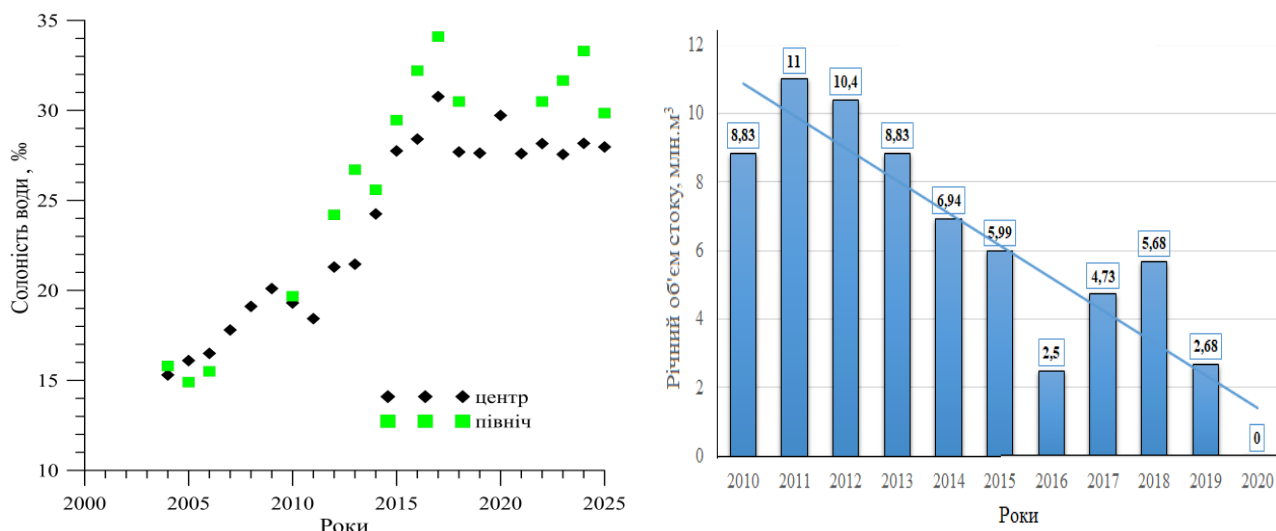


Рис. 5 - Багаторічні зміни середньої солоності вод, ‰, в центральній і північній частинах лиману, визначеної в літні місяці року (червень-вересень) в період 2000-2025 рр. (ліворуч) та річних об'ємів стоку р. Тилігул, млн.м³, (праворуч) за даними спостережень в створі смт Березівка

Fig. 5 – Long-term changes in average water salinity (‰) in the central and northern parts of the estuary, measured during the summer months (June–September) over the period 2000–2025 (left), and annual runoff volumes of the Tylihul River (million m³) (right), based on observations at the Berezivka station

Моніторинг лиману у 2025 р. показав подальше збільшення концентрації у воді мінеральних речовин фосфору, мінеральних та органічних речовин азоту, яке відбувалось після реконструкції з'єднувального каналу «море-лиман». Таки зміни свідчать, що евтрофування водойми триває. Щомісячний моніторинг лиману зафіксував стабільно надвисокі концентрації фосфатів і органічного фосфору (рис. 7). Максимальні концентрації фосфатів відзначали у серпні в південній частині лиману (3,5 ГДК за фосфатами для водойм рибогосподарського призначення [34]).

Основною формою азоту у лимані, як і раніше, був азот органічний. Протягом року у балансі речовин азоту в екосистемі лиману він становив від 90 до 97 %. Основною формою мінеральних речовин азоту був азот амонійний – форма азоту, яка найбільш легко засвоюється мікро- та макрофітами. Дефіцит мінеральних та надлишок органічних речовин азоту свідчать про

порушення природного циклу синтезу та деструкції органічної речовини у екосистемі.

Порівняння даних, отриманих у 2025 рр., з даними авторів, отриманими до початку реконструкції з'єднувального каналу в періоди 2000-2010 та 2012-2015 рр., свідчить (див. таблицю 2) про зростання в водах лиману мінеральних та органічних речовин азоту, фосфору, а також, як і до реконструкції з'єднувального каналу, про незбалансованість екосистеми за вмістом основних біогенних елементів – азоту і фосфору. В збалансованих природних системах $N_{\min} : P_{\min}$ повинно бути близьким до співвідношення Редфільда – 16:1 в атомних одиницях (молях) або 7,2:1 в масових одиницях [35]. Однак у лимані влітку 2025 р. воно становило 1:7. Це свідчить про лімітацію мінеральним азотом первинного продукування органічної речовини автотрофами і домінування у складі органічного азоту фракцій, стійких до біохімічного окислення, оскільки відомо, що

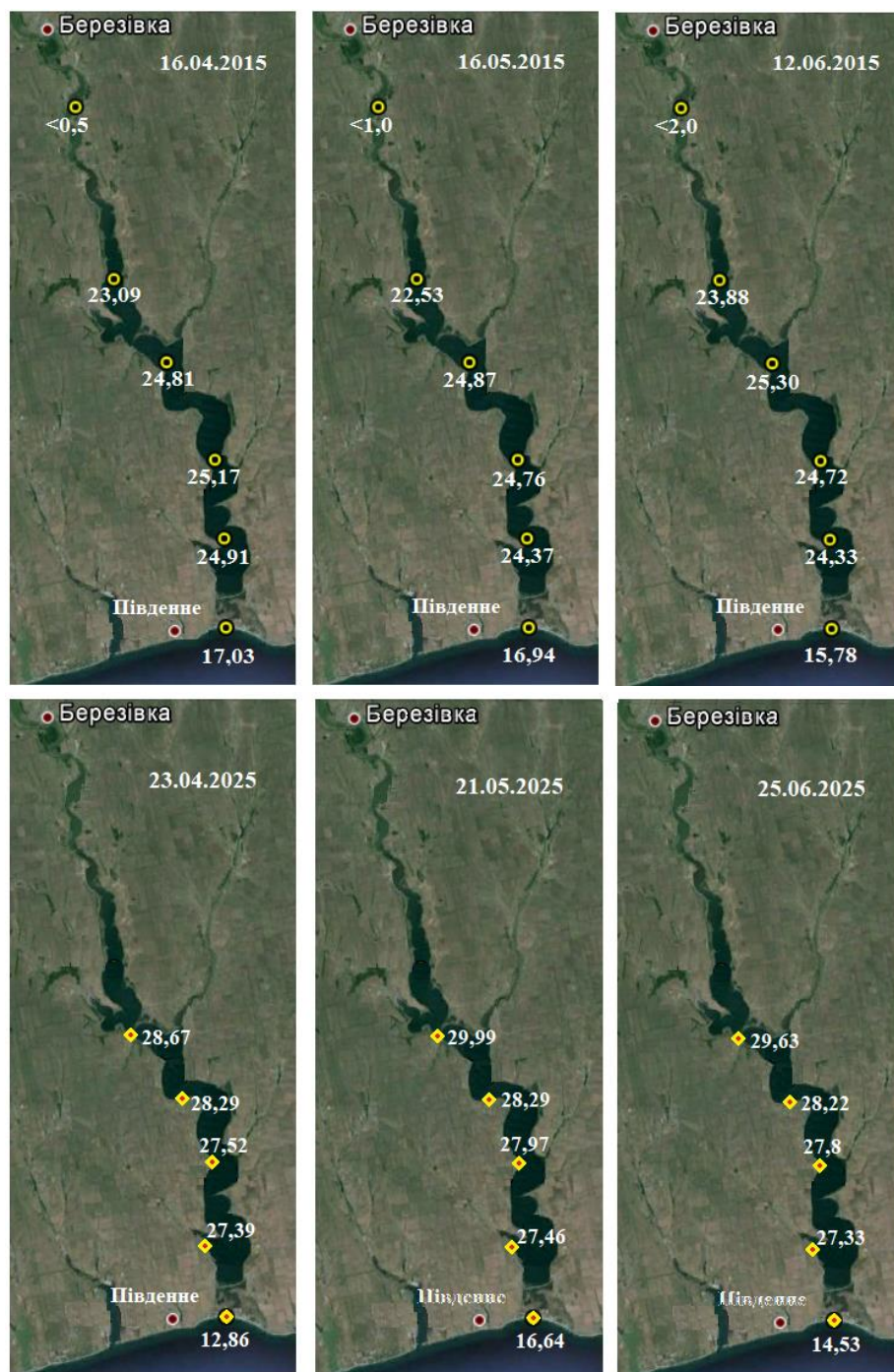


Рис. 6 – Просторова мінливість солоності, ‰, вод поверхневого шару Тилігульського лиману у квітні-червні 2015 р. (зверху) і 2025 р. (знизу)

Fig. 6 – Spatial variability of surface-layer water salinity (‰) in the Tylihul Estuary in April-June 2015 (top) and 2025 (bottom)

швидкість мінералізації органічного азоту значно нижча, ніж органічного фосфору.

Накопичення в екосистемі Тилігульського лиману біогенних речовин і особливо речовин фосфору пов'язано з їх постійним надходженням з антропогенних джерел на узбережжі лиману (з сільгоспугідь, фермерських господарств і т. ін.),

із донних відкладень (особливо в період розвитку придонної гіпоксії), з екскрементів птахів, колонії яких мешкають у південній частині лиману, та з інтенсивною втратою води на випаровування влітку разом з недостатньою промивкою лиману морською водою в

результаті різноспрямованого водообміну через сполучний канал «море-лиман».

На початку серпня 2025 р. в пробах води взятих з човна на окремій станції в південній

частині лиману, прилеглої до з'єднувального каналу, були виявлені ознаки розвитку гіпоксії на глибинах 5, 10 м, де насиченість вод киснем була 44 і 42 %, відповідно.

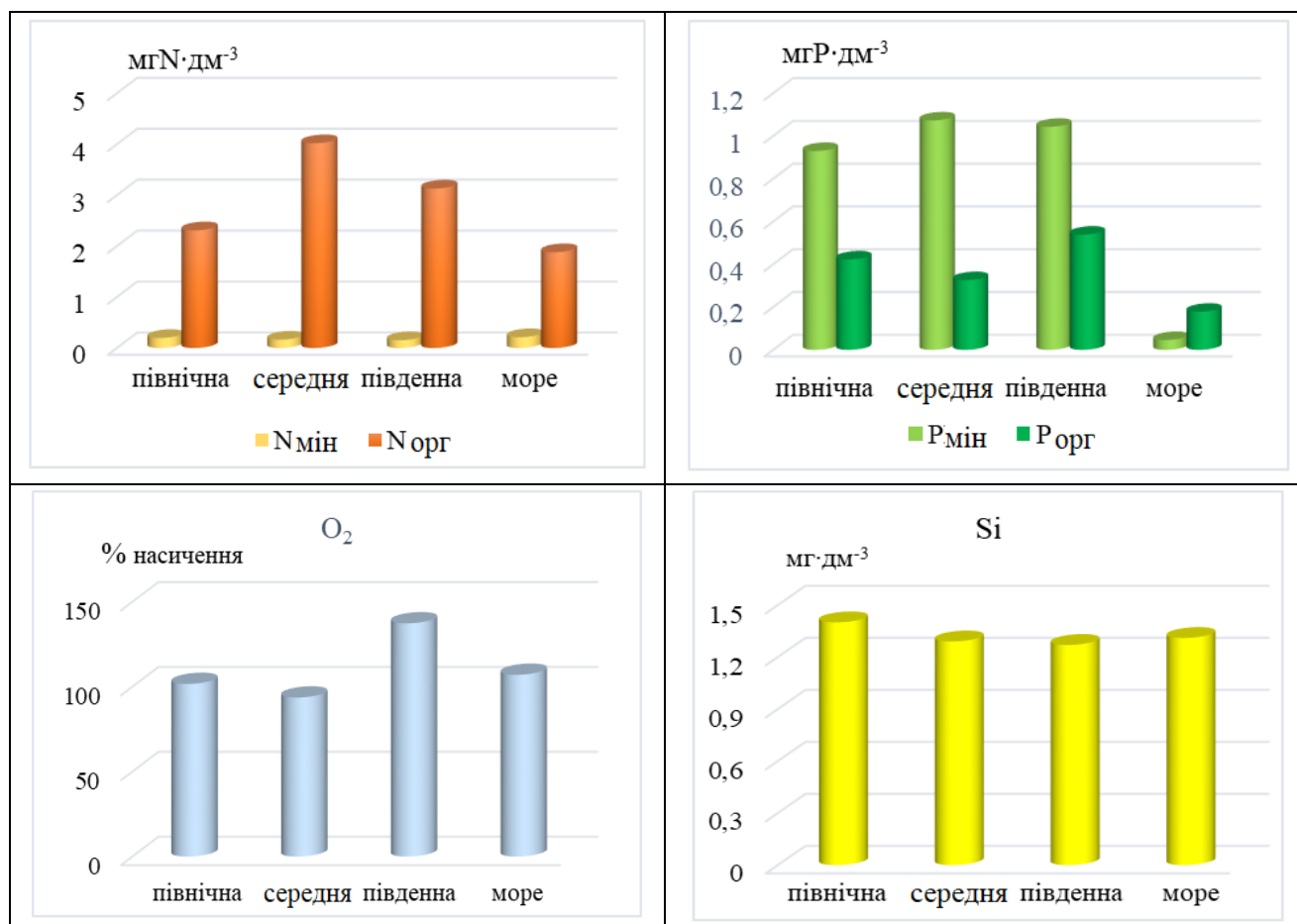


Рис. 7 - Середньорічні значення концентрацій мінерального та органічного азоту (Nмін, Nорг), фосфору (Рмін, Рорг), % насичення вод киснем (O₂), кремнію (Si) у водах Тилігульського лиману (в північній, середній, південній частинах) та на прилеглому узмор'ї у 2025 р.

Fig. 7 – Mean annual values of mineral and organic nitrogen (Nmin, Norg) and phosphorus (Pmin, Porg) concentrations; percentage of water saturation with oxygen (O₂), silicon (Si) in the Tylihul Estuary (in its northern, central and southern parts) and in the adjacent coastal waters in 2025

Таблиця 2 - Середні значення концентрацій кремнію (Si), мінерального і органічного азоту (Nмін, Nорг), фосфору (Рмін, Рорг), в Тилігульському лимані влітку 2000-2010, 2012-2015, 2025 рр.

Table 2 - Average values of concentrations of mineral and organic nitrogen (Nmin, Norg), phosphorus (Pmin, Porg), silicon (Si) in the Tylihul Estuary in summer for 2000-2010, 2012-2015, and 2025

Період, рік	N _{мін}	N _{орг}	P _{мін}	P _{орг}	Si, мг·дм ⁻³	N _{мін} : P _{мін}
	мгN·дм ⁻³		мгP·дм ⁻³			
2000-2010	0,054	2,36	0,456	0,254	1,40	1:8
2012-2015	0,036	3,03	0,564	0,312	2,50	1:16
2025 (V-IX)	0,151	3,90	1,083	0,437	1,54	1:7

Характеристики фітопланктону. Дослідження фітопланктону Тилігульського лиману показали, що у 2025 році в лимані відзначали 20 видів, представників п'ятох

таксонів мікроводоростей (Cyanoprokaryota, Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Euglenophyta). В основному, 65 % складали діатомові, 20 % дінофітові та 15 % решта водоростей. Масовими видами були дінофітові *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D.Dodge, *P. micans* Ehrenberg, *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) F.Stein та діатомові *Skeletonema*

costatum (Greville) Cleve, *Pseudosolenia calcaravis* (Schultze) B.G.Sundström. У складі фітопланктону 80 % складали морські види і по 10 % приходилося на солонуватоводні і прісноводні. Необхідно відмітити, що у 2001-2003 рр. і в 2015 р. дане співвідношення було схожим – 79, 12,3, 8,7% та 78 і 22%, відповідно [30, 32] (рис. 8).

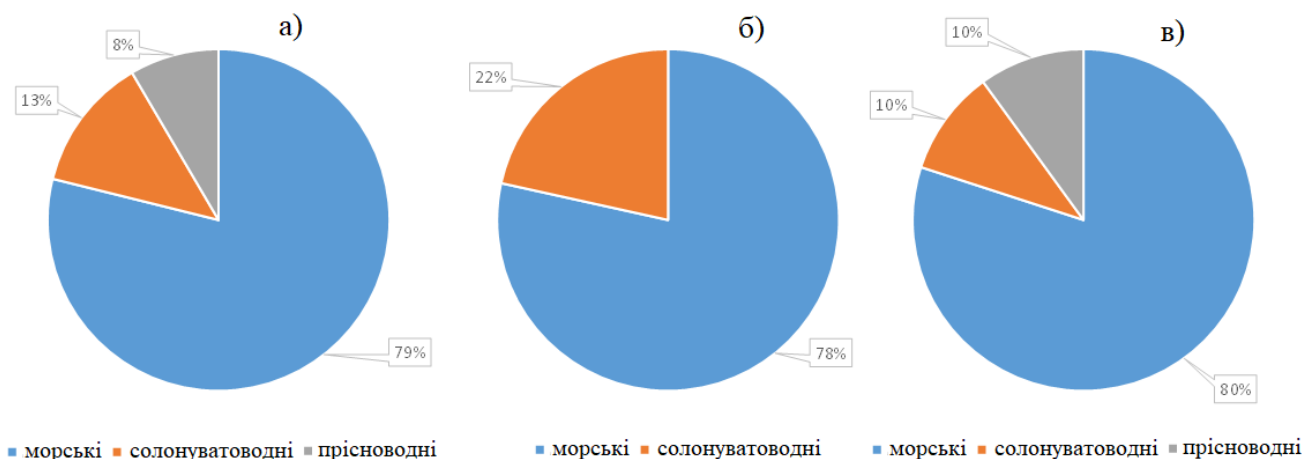


Рис. 8 – Розподіл мікроводоростей планктону по відношенню до солоності в Тилігульському лимані у 2001-2003 рр. (а), 2015 р. (б) та у 2025 р. (в) за літературними і власними даними

Fig. 8 – Distribution of planktonic microalgae in relation to salinity in the Tylihul Estuary in 2001-2003 (a), 2015 (b), and 2025 (c) (literature and own data)

Протягом 2025 р. спостерігали три піки розвитку біомаси фітопланктону в лимані (рис. 9): в березні, липні та вересні. Весняний пік пов'язаний з «цвітінням» води викликаним дінофітовою водорістю *Heterocapsa triquetra*, з чисельністю $1,058 \cdot 10^6$ кл.л⁻¹ та біомасою 7606,03 мг·м⁻³. Влітку «цвітіння» води викликала дінофітова *Prorocentrum cordatum*, з чисельністю $3,080 \cdot 10^6$ кл.л⁻¹ та біомасою 4427,18 мг·м⁻³. Восени значна біомаса фітопланктону (6202,21 мг·м⁻³) в лимані формувалась за рахунок розвитку крупноклітинної дінофітової *Prorocentrum micans*, з максимальною чисельністю $0,671 \cdot 10^6$ кл.л⁻¹. Необхідно відмітити, що «цвітіння» мікроводоростей відбувалось на станції Кордон (верхів'я лиману).

Кількісний розвиток фітопланктону в лимані у зимово-весняний період був значно нижчий, ніж на прибережній станції в прилеглий частини Чорного моря (рис. 9), однак влітку тенденція була зворотною, окрім серпня, коли в морі значну біомасу ($1514,262$ мг·м⁻³) створювала велико-клітинна діатомова *Pseudosolenia calcaravis*.

Для порівняння, у 2015 році (до реконструкції каналу), в лимані і на прибережних морських

станціях було виявлено 65 видів мікроводоростей, які в основному були представлені діатомовими (44) та дінофітовими (12 видів). Масовими видами були діатомові водорості. Біомаса зафіксована майже однакова в північній і центральній частинах лиману ($1,618$ – $1,955$ г·м⁻³), а в його південній частині – у 5 разів нижчою ($0,358$ г·м⁻³).

У 2025 р. розподіл мікроводоростей планктону в акваторії лиману був теж досить нерівномірний (рис. 10). Взимку найвища біомаса фітопланктону була в центральній і південній частинах лиману. Навесні мікроводорості в акваторії лиману розподілялись майже рівномірно. Однак, влітку і восени тенденція змінилась: біомаса фітопланктону в північній частині перевищувала показники в центральній і південній у 150 разів - влітку, і в 60 разів - восени, що пов'язано з явищем «цвітіння» води саме у північній частині лиману.

Загалом, у 2025 р. біомаса фітопланктону в лимані була подібною до значень у попередні роки (рис. 11).

Отже, порівняно з 2015 роком (до реконструкції каналу), в лимані відбулось зменшення видового різноманіття

фітопланктону у 3 рази, в основному з переважанням морських видів і повністю змінився комплекс домінуючих видів, з масовими дінофітовими і діатомовими водоростями. При цьому кількісні показники

фітопланктону Тилігульського лиману, практично не змінилися. В той же час, протягом 2025 р. зафіксовані два випадки «цвітіння» води, збудником яких були дінофітові мікрроводорості – *Heterocapsa triquetra* та *Prorocentrum cordatum*.

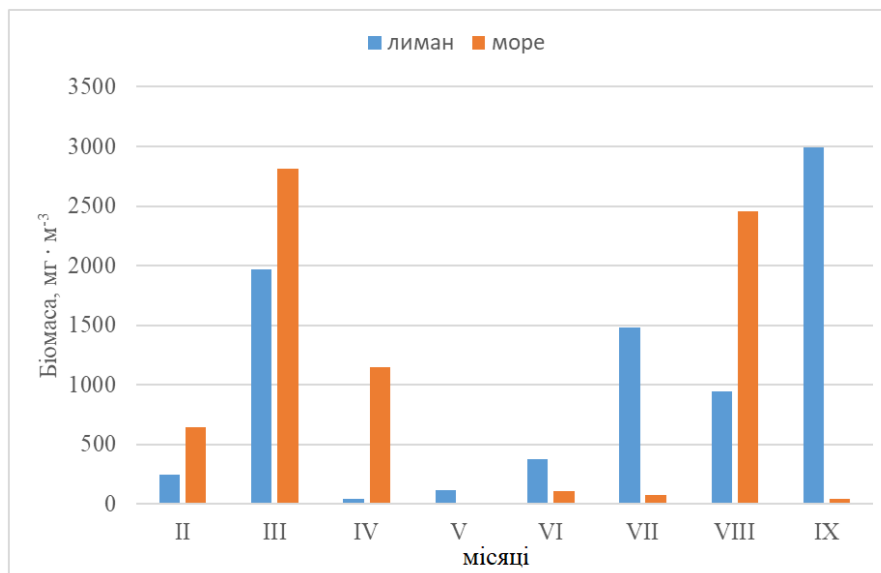


Рис. 9 – Внутрішньорічна динаміка середньої біомаси фітопланктону в Тилігульському лимані та прилеглій частині Чорного моря у 2025 р.

Fig. 9 – Intra-annual dynamics of average phytoplankton biomass in the Tylihul Estuary and the adjacent part of the Black Sea in 2025

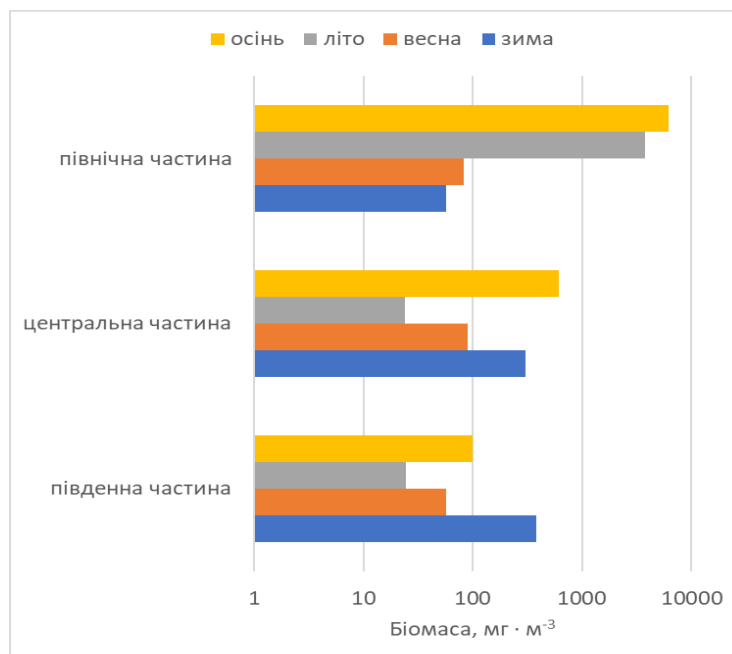


Рис. 10 – Розподіл біомаси фітопланктону в акваторії Тилігульського лиману у 2025 р.

Fig. 10 – Spatial distribution of phytoplankton biomass in the water area of the Tylihul Estuary in 2025

Характеристики макрофітобентосу. В результаті досліджень макрофітобентосу у прибережній зоні Тилігульського лиману на

глибинах від 0 до 0,5 м, в 2025 році було виявлено 39 видів водоростей і один вид морських трав *Zostera noltii* Hornem.

Найбільшою кількістю видів представлені відділи Chlorophyta і Rhodophyta – по 14 видів. До бурих водоростей відноситься 6 видів і до

синьозелених – 5 видів. Найбільше видів мають роди *Ulva* (6 видів), *Cladophora* (5 видів) та *Ceramium* (4 види).

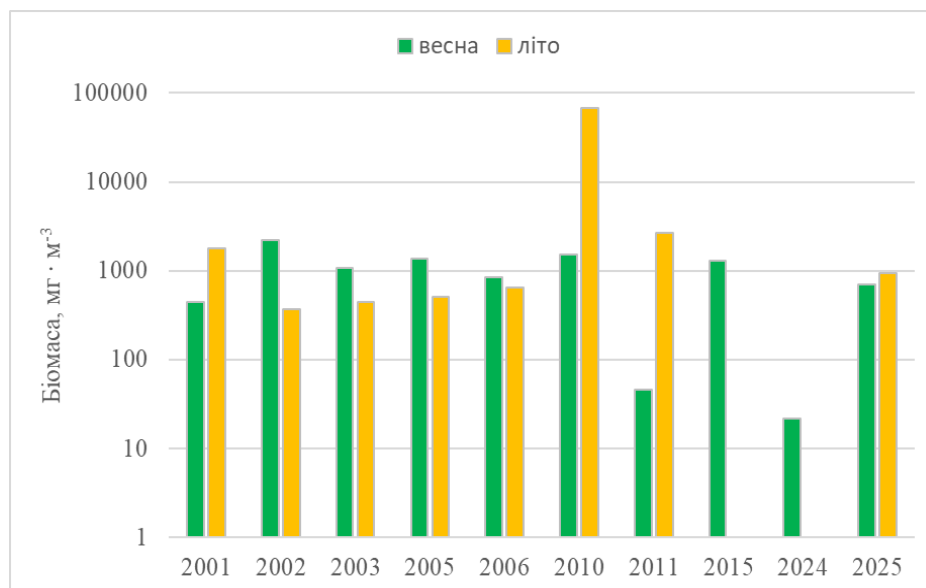


Рис. 11 – Багаторічна динаміка біомаси фітопланктону Тилігульського лиману у 2001-2025 рр.: за літературними [32, 36] і власними даними

Fig. 11 – Long-term dynamics of phytoplankton biomass in the Tylihul Estuary in 2001–2025: based on published [32, 36] and original data

Найбільші біомаса і різноманіття макрофітобентосу (35 видів) відмічені в південній частині лиману на станції Кошари, де наявний твердий природний субстрат на глибинах від урізу води до 1,5 м. На цій станції проводяться дослідження протягом багатьох років, що дало змогу провести порівняння сучасних даних щодо стану макрофітобентосу з ретроспективними, зокрема, з роками до реконструкції каналу.

Визначена сезонна динаміка макрофітобентосу – найбільша кількість видів відмічена в березні (28 видів), коли наявні сезонні бурі водорості. Найбільші показники біомаси макрофітобентосу зафіксовані в літні місяці (червень-липень), коли масового розвитку набувають представники зелених і червоних водоростей (рис. 12).

Проведене порівняння біомаси фітобентосу в літній сезон на станції Кошари за 6 років до реконструкції каналу (2010-2015 рр.) і 6 років після реконструкції (2020-2025 рр.) показало, що за останні роки біомаса фітобентосу зросла майже в два рази (рис. 13).

У відношенні до солоності, серед виявлених в 2025 році в лимані видів макрофітобентосу до морських відноситься 46 %, до солонуватоводних-морських – 40 %, до

солонуватоводних – 6,5%, до прісноводно-солонуватоводних – 7,5 %. Відсоткове співвідношення морських і солонувато-морських видів залишилося на рівні 1990-2004 рр. (45 % і 38 % відповідно) [22].

У відношенні до сапробності води макрофіти поділялися на мезосапроби – 49 %, олігосапроби – 23 % і полісапроби – 28 %. В порівнянні з даними 1990-2004 рр. [22] частка полісапробів зросла більше ніж в два рази, що свідчить про підвищення органічного забруднення лиману.

Одним з видів – індикаторів екологічного стану Тилігульського лиману є багаторічна бура водорість цистозіра (*Gongolaria barbata* (Stackh.) Kütz.), локальна популяція якої наявна в південній частині лиману. В 80-х роках минулого століття, у зв'язку з евтрофікацією, даний вид повністю зник з морських водойм Дунай-Дніпровського узбережжя. Єдиним місцем в даному регіоні, де впродовж останніх 30-років продовжився розвиток цистозіри, стала південна частина Тилігульського лиману. Під час досліджень 2025 р. було встановлено, що стан популяції *G. barbata* перебуває в задовільному стані: таломи досягали 50-60 см у довжину, їхня середня біомаса складала 5,3 кг·м⁻² (максимальна біомаса – 8,55 кг·м⁻²). Показники біомаси цистозіри в 2025 році досить

високі і перевищують показники, які були до відкриття каналу. Так, в період 2008-2010 рр. спостерігалось пригнічення популяції цистозіри в Тилігульському лимані, в ці роки її середня біомаса становила $1,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$. З 2011 року відбувалося відновлення популяції, і в 2013 р. відмічений пік розвитку – середня біомаса фітоценозів цистозіри на глибинах від 0,3 до 1 м склала $3,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ при максимумі до $7,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$. Середня біомаса за 2008-2015 рр. складала

близько $2,00 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$, що більш ніж в 2,5 рази менше показника 2025 року. Вищенаведене свідчить, що популяція *G. barbata* в Тилігульському лимані схильна до міжрічної мінливості, і за несприятливих умов (кліматичні фактори, зниження прозорості води в результаті скаламучення глинистих домішок, та т.ін.) відбувається пригнічення її розвитку, що призводить до зменшення показників чисельності і біомаси.

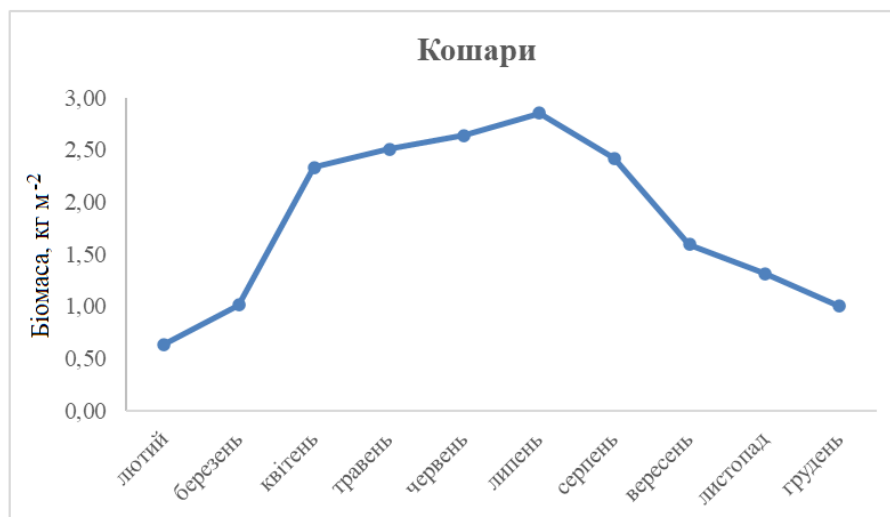


Рис. 12 - Сезонна динаміка біомаси макрофітобентосу, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$, на станції Кошари

Fig. 12 - Seasonal dynamics of macrophytobenthos biomass, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, at the Koshary station

Талом цистозіри є додатковим субстратом для розвитку епіфітних макроводоростей, зокрема рідкісних. Під час досліджень було виявлено 4 види водоростей, які включені до Червоної книги України. Серед них бурі водорості *Punctaria latifolia* Grev. та *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellm., зелена водорість *Cladophora dalmatica* Kütz., червона водорість із мікроскопічним таломом *Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M.Drew. Всі наведені види відмічені і в обростаннях таломів *G. barbata*, що робить її угруповання в Тилігульському лимані ще більш цінними і такими, що потребують збереження і подальшого моніторингу.

Характеристики іхтіофауни. Дослідження складу іхтіофауни показали, що реконструкція з'єднувального каналу у 2016-2017 роках не призвела до збільшення видового розмаїття іхтіофауни лиману, яке залишилося на рівні значно нижчому, ніж на початку 2000-х років. З 2003 по 2013 рр. у лимані було знайдено 39 представників іхтіофауни [29, 31]. З 2014 по 2017 рр., у період підвищення значень солоності вод в лимані, видовий список скоротився більше,

ніж в півтора рази. У цей час було знайдено всього 24 види риб, що належали до 18 родів та 12 родин [29]. В 2019 - 2025 рр., після проведення реконструкції з'єднувального каналу, дослідженнями ІМБ НАНУ в уловах зареєстровано також 24 види риб (13 родин). При цьому у 2025 р. в осінніх уловах ставних неводів кількість зареєстрованих видів риб знизилася до 12, порівняно з 19 у 2024 р.

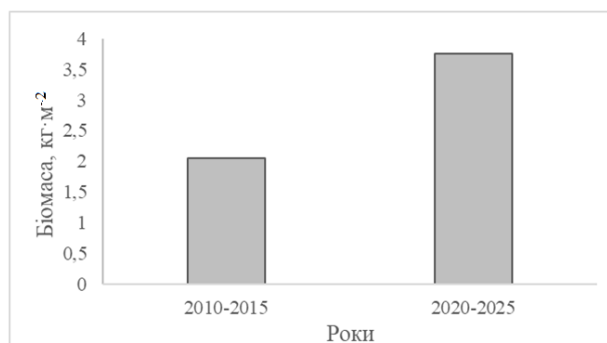


Рис. 13 - Біомаса фітобентосу, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$, Тилігульського лиману на станції Кошари в роки до реконструкції каналу (2010-2015 рр.) та після (2020-2025 рр.)

Fig. 13 - Biomass of phytobenthos, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$, in the Tylihul Estuary at the Koshary station in the pre-reconstruction period (2010-2015) and post-reconstruction period (2020-2025) of the channel

Порівняння розмірно-масових показників основних промислових видів риби в осінніх уловах ставних неводів демонструє зниження їх середніх розмірів у 2025 р. по відношенню до 2015 р.: атерини - на 0,3 см, хамси - на 1,4 см, бичка зеленчака - на 4,0 см. Відповідно нижчими були й середні значення маси риби - на 0,1 г, 1,75 г та 25,2 г (рис. 14). Чинниками, які

негативно впливали на розвиток іхтіофауни в лимані у 2025 р., стали погіршення кормових умов для нагулу риби через значне зменшення рівня води в лимані восени, обміління прибережних ділянок із макроводоростями і їх гниття в південній частині лиману, де здійснювався промисел. Імовірно, що додатковим фактором, який спричинив погіршення зростання риби в лимані у 2025 р., стало будівництво мостового переходу у верхній частині каналу на місці старого автомобільного мосту.

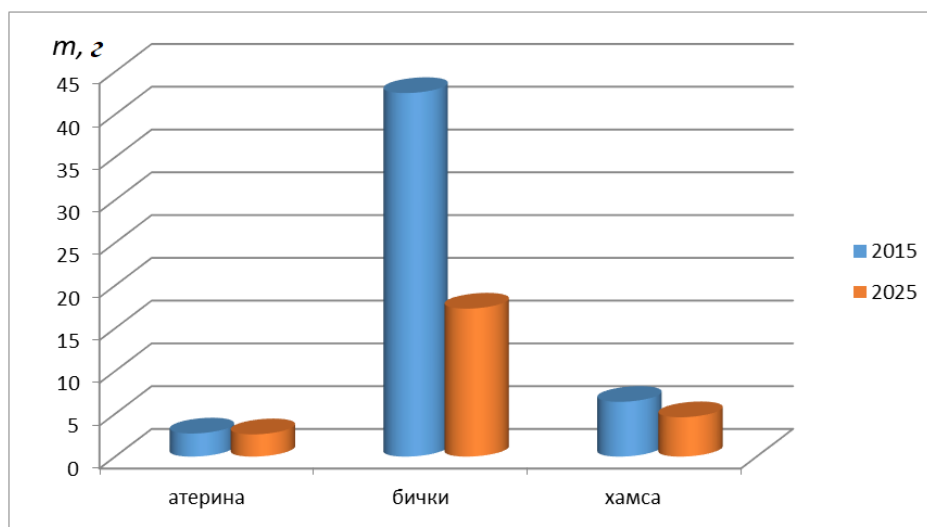


Рис. 14 – Зниження середньої маси (в грамах) основних промислових видів риби в осінніх уловах ставних неводів у Тилігульському лимані від 2015 р. до 2025 р.

Fig. 14 – Decrease in the average weight (g) of major commercial fish species in autumn catches from stationary seine nets in the Tylihul Estuary from 2015 to 2025

Динаміка уловів у Тилігульському лимані останніми роками представлена на рис. 15. Різкі коливання величини уловів викликані переважно причинами суб'єктивного характеру. Припинення промислу у 2016 та 2017 роках було спричинено закриттям каналу на реконструкцію. Перший рік після початку функціонування каналу - 2018, був цілком вдалим, улови за рахунок доброго заходу атерини склали 345 т. У 2019 р. промисел у лимані знову було припинено через те, що Держрибгентство не затвердило ліміти вилову водних біоресурсів у лимані. Надалі почалися зволікання з видачою дозволів рибалкам на лов у об'єктах природно-заповідного фонду - обох регіональних ландшафтних парках в межах Одеської та Миколаївської областей. Далі позначився вплив реформування рибної галузі та проведення аукціонів на право лову водних біоресурсів. Після цього вилов у лимані не перевищував 72 т,

а у 2024 р. скоротився до 18 т. Максимальний за останні роки вилов кефалі у водоймі спостерігався у 2023 році - 29,6 т, проте вже у 2024 р. він знизився до 0,76 т. У 2025 р. спостерігалось деяке зростання уловів, насамперед за рахунок збільшення вилову атерини. Загальний вилов риби в лимані склав 72 т, у тому числі чорноморської кефалі - 5,3 т.

Таким чином, можна констатувати, що середні улови в період після проведення реконструкції каналу скоротилися в 3-4 рази порівняно з попередніми роками.

4. ВИСНОВКИ

Моніторинг гідроекологічного стану Тилігульського лиману за комплексом гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик його екосистеми, виконаний у 2025 році показав, що реконструкція з'єднувального каналу «море-лимани», проведена

в основному в період 2016-2017 рр., не досягла своєї мети, оскільки не відбулось зменшення солоності вод в лимані в результаті інтенсифікації зовнішнього різноспрямованого водообміну лиману з морем. Збільшилися концентрації мінерального і органічного азоту та фосфору у водах лиману порівняно з періодом до реконструкції каналу. Все це свідчить про те, що лиман залишається недостатньо проточною водоймою.

Основні особливості гідрохімічного режиму лиману залишилися такими ж, які були до реконструкції каналу: лиман є так званою «фосфорною» водоймою, в якій за стехіометричним співвідношенням переважає мінеральний фосфор і створення первинної продукції органічної речовини автотрофами може лімітуватись низькими концентраціями мінерального азоту.

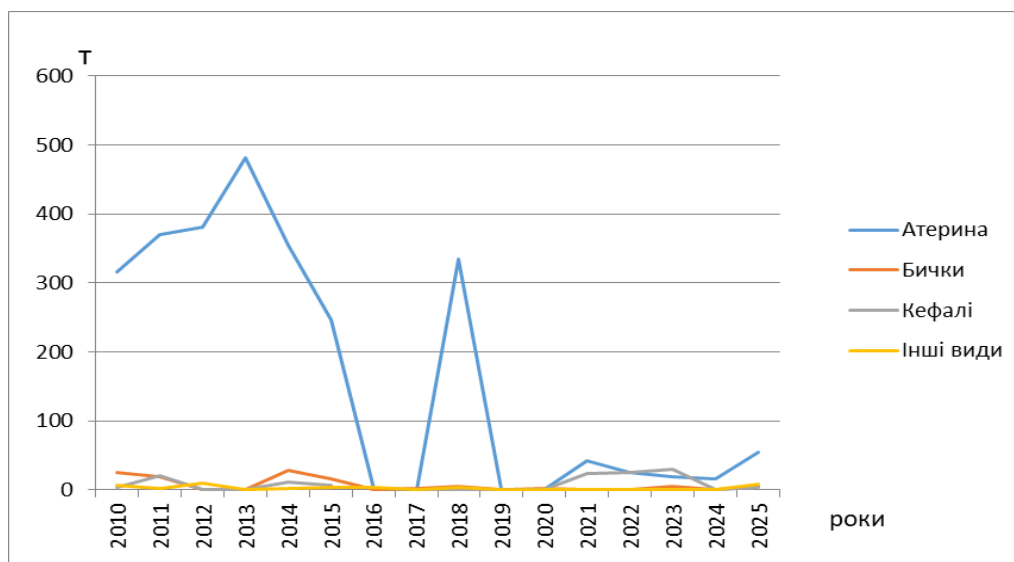


Рис. 15 - Динаміка уловів в Тилігульському лимані (в тонах) у 2010 – 2025 рр.

Fig. 15 - Dynamics of fish catches in the Tylihul Estuary (in tonnes) in 2010 – 2025

У відношенні до гідробіологічних характеристик, станом на 2025 рік, порівняно з періодом до реконструкції каналу, відбулось зменшення видового різноманіття фітопланктону у три рази, в основному з переважанням морських видів, і повністю змінився комплекс домінуючих видів. Протягом 2025 р. зафіксовані два випадки «цвітіння» води, збудником яких були дінофітові мікроводорості – *Heterocapsa triquetra* та *Prorocentrum cordatum*, що свідчить про високу трофність лиману. Стан іхтіофауни та рибопродуктивність Тилігульського лиману не покращилися і залишаються нестабільними. Спостерігається певне зниження видового розмаїття та уловів риби.

Головна причина не досягнення мети, з якою здійснювалась реконструкція з'єднувального каналу «море-лиман» в період 2016-2017 рр., полягає у невідповідності проєктним вимогам морфометричних характеристик з'єднувального каналу, недотриманні встановлених правил експлуатації каналу, що не забезпечило збільшення зовнішнього різноспрямованого

водообміну лиману з морем (промивку водойми). Додатковим негативним чинником, який значно погіршує різноспрямований водообмін лиману з морем, стало будівництво у 2025 році несанкціонованого природоохоронними службами нового мостового переходу через з'єднувальний канал.

В той же час слід відзначити, що до позитивних наслідків реконструкції каналу можна віднести відносну стабілізацію рівня солоності вод Тилігульського лиману в останні роки, хоча і на досить високих значеннях. Також позитивним можна вважати те, що практично не змінилися кількісні показники фітопланктону Тилігульського лиману; зберіглася популяція бурої водорості цистозіри в південній частині лиману і збільшилися показники її біомаси.

Для поліпшення сучасного гідроекологічного стану Тилігульського лиману рекомендується:

1) знести побудований у 2025 році без належної екологічної експертизи мостовий перехід через з'єднувальний канал «море-лиман», який погіршує водообмін лиману з морем та заважає проходженню міграції риби. У

разі господарської необхідності існування такої транспортної споруди має бути побудований повноцінний міст, який не перекриватиме русло каналу;

2) проведення ремонтного днопоглиблення з'єднувального каналу разом з наносотримуючою морською спорудою, з доведенням їх морфометричних характеристик (зокрема, глибини) до величин, передбачених проектом реконструкції з'єднувального каналу «Тилігульський лиман-Чорне море», укріпленням стінок каналу;

3) безумовне дотримання Правил експлуатації гідротехнічної споруди «З'єднувальний канал Тилігульський лиман-Чорне море»

ПОДЯКА

Дослідження здійснено в Інституті морської біології НАН України в рамках виконання НДР за фінансуванням НАН України “Визначення оптимальних сценаріїв управління гідроекологічним режимом екотонів українського сектору Азово-Чорноморського регіону із застосуванням методів сценарного математичного моделювання (на прикладі Тилігульського лиману)” (2025–2027 рр., номер державної реєстрації №0125U002058).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: монографія / Одеський державний екологічний університет; під ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. Одеса: ТЕС, 2014. 276 с.
- Gubanova O., Tuchkovenko Y., Khokhlov V., Stepanenko S., & Baggett S. (2015). The Management Story of Tyligul'skyi Liman Lagoon. *Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies* / Edited by A.I. Lillebø, P. Stålnacke, G.D. Gooch. London : IWA Publishing, 2015. Pp. 87–96.
- Тучковенко Ю.С., Хохлов В.М., Лобода Н.С., Кушнір Д.В., Серга Е.М. Вплив змін клімату на гідрологічний і гідроекологічний режими лиманів північно-західного Причорномор'я: монографія / Одеський державний екологічний університет. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 202 с.
- Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов одесских лиманов: монография. Киев : Наукова думка, 1974. 217 с.
- Тучковенко Ю.С., Адобовский В.В., Тучковенко О.А. Характеристика изменчивости термохалинных условий Тилигульского лимана в современный период. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2014. 17. С. 197–204.
- Тучковенко Ю.С., Богатова Ю.И., Тучковенко О.А. Гидрохимический режим Тилигульского лимана в современный период. *Вісник Одеського державного екологічного університету*, 2015, 19. С. 126–133.
- Тучковенко Ю.С., Хохлов В.М., Лобода Н.С. Вплив змін клімату на водний баланс квазізакритих лиманів північно-західного Причорномор'я. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2022, 29. С. 32–47. <https://doi.org/10.31481/uhmj.29.2022.03>
- РД 52.10.243-92 Настанова з хімічного аналізу морських вод. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77071 (дата звернення: 15.04.2026)
- РД 52.24.420-2006 «Біохімічне споживання кисню у водах. Методика виконання вимірювання склянковим методом». URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76349 (дата звернення: 15.04.2026)
- Таблицы растворимости кислорода в морской воде. Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. 165 с.
- Moncheva S., Part B. Black Sea Monitoring Guidelines. Phytoplankton. 2014. URL: http://www.noelsportraits.com/index.php?main_page&id=28&chapter=50 (дата звернення: 04.03.2026)
- Брянцева Ю.В., Лях А.М., Сергеева А.В. Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря. Севастополь, 2005. 25 с.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta. Eds. P. Tsarenko, S. Wasser and E. Nevo. Rugell: Gantner Verlag, 2006. 713 p.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2. Bacillariophyta. Eds. P.M. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Rugell: Gantner Verlag, 2009. 413 p.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 3. Chlorophyta. Eds. P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Rugell: Gantner Verlag, 2011. 510 p.
- Електронна база WoRMS (World Register of Marine Species). URL: www.marinespecies.org (дата звернення: 04.03.2026)
- Зинова А.Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.-Л.: Наука, 1967. 397 с.
- Калутина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. К.: Наукова думка, 1975. 248 с.
- Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. (2020). *Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos*. Dnipro: Seredniak T.K., 2020. 81 p.
- Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway, 2026. URL: <https://www.algaebase.org> (дата звернення: 05.02.2026)
- IPNI. *International Plant Names Index*. Publ. Int. Roy. Bot. Gardens Kew, Harvard Univ. Herbaria & Librar. and Austral. Nat. Herbar, 2026. URL: <http://www.ipni.org>. (дата звернення: 05.02.2026)
- Ковтун О.А. Фитобентос Тилигульского лимана (Черное море, Украина). LAP Saarbrücken, Deutschland: Lambert Academic Publishing, 2012. 360 с.
- Midway, S.R., Hasler, C.T., Chakrabarty, P. (eds.). *Methods for Fish Biology*. 2nd ed. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2022, 824 p.
- Методика збору і обробки іхтіологічних та гідробіологічних матеріалів. К.: Інститут рибного господарства, 1998. 67 с.
- Методичні рекомендації з організації інвентаризації, оцінки, моніторингу водно-болотного угіддя міжнародного значення та складання інформаційного опису / За заг. ред. В. Демченка, О. Петрович. Херсон: Видавництво «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 228 с.
- Комплексне управління водними ресурсами

Тилигульського лиману та його гідроекологічним станом в умовах антропогенного впливу і кліматичних змін: Звіт з НДР заключний (наук. кер.: Ю.С. Тучковенко), ДР № 0113U000696. Од. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2014. 375 с.

27. Характеристика сучасного гідрохімічного та гідрологічного режиму лиману, вироблення рекомендацій щодо його поліпшення в складі ТЕР по об'єкту: «Розробка проектно-кошторисної документації з реконструкції з'єднувального каналу між Тилигульським лиманом і Чорним морем на території Комінтернівського району Одеської області». Звіт про науково-дослідну роботу заключний (наук. кер. Ю.С. Тучковенко) ДР №0115U006850/ Од. держ. еколог. ун-т. Одеса, 2015. 267 с.
28. Характеристика сучасного гідробіологічного режиму лиману, вироблення рекомендацій щодо підтримання біологічного різноманіття та хорошого екологічного стану в складі ТЕР по об'єкту: «Розробка проектно-кошторисної документації з реконструкції з'єднувального каналу між Тилигульським лиманом і Чорним морем на території Комінтернівського району Одеської області». Звіт про науково-дослідну роботу заключний (наук. кер. Г.Г. Мінічева)/ Інститут морської біології НАН України. Одеса, 2015. 122 с.
29. Снігирьов С.М., Бушуєв С.Г., Черніков Г.Б., Ковтун О.О., Заморов В.В., Куракін О.П. Іхтіофауна Тилигульського лиману на початку XXI століття. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. 7(4). С. 35-45. https://doi.org/10.15421/2017_84
30. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология: монография / В.В. Адобовский, Ю.И. Богатова и др.; ред. Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева; Одесский филиал Ин-та биологии южных морей НАН Украины. Киев: Наукова думка, 2006. С. 358-371.
31. Шекк П.В. Характеристика стану іхтіофауни і перспективи рибогосподарського використання Тилигульського лиману. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія*. 2015. 3 (68), С. 54-60.
32. Снігирьова А.О., Богатова Ю.І. Фітопланктон Тилигульського лиману в умовах зміни режиму солоності. *Морський екологічний журнал*. 2020. 2. С. 31-38. <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2020.2.04>
33. Тучковенко Ю.С., Кушнір Д.В., Лобода Н.С. Оценка влияния условий водообмена с морем на изменчивость уровня и солености воды в Тилигульском лимане. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2015. 16. С. 232-241. <https://doi.org/10.31481/uhmj.16.2015.30>
34. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм: [№12-04-11 чинний від 09-08-1990]. Київ : Міністерство рибного господарства, СРСР. 1990. 45 с.
35. Redfield A.C., Ketchum B.H., Richerds F.A. The influence of organisms on the composition of sea water. *The Sea*. Ed. M. N. Hill. 1963. №4, 2. P. 26-49.
36. Зотов А.Б., Богатова Ю.И. Влияние изменчивости содержания биогенных веществ на структуру фитопланктона Тилигульського лимана в весенне-летний период. *Науковий Вісник Ужгородського університету*. 2012. 32. С. 24-34.

REFERENCES

1. Tuchkovenko, Yu.S., Loboda, N.S. (eds). (2014). *Vodni resursy tahidroekologichnyi stan Tylihul'skoho lymanu [Water resources and hydroecological conditions of the Tylihul'skiy Liman Lagoon]*. Odessa State Environmental University. Odessa: TES Publ. (in Ukr.)
2. Gubanova O., Tuchkovenko Y., Khokhlov, V., Stepanenko, V., & Baggett, S. (2015). The Management Story of Tylihul'skiy Liman Lagoon. In: Lillebø, A.I., Stålnacke, P. & Gooch, G.D. (eds.), *Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies*. London, UK: IWA Publishing, pp. 87–96.
3. Tuchkovenko, Yu. S., Khokhlov, V. M., Loboda, N. S., Kushnir, D. V., Serga, E. M. (2022). *Vplyv zmin klimatu na hidrolohiichni i hidroekologichni rezhymy lymaniv pivnichno-zakhidnoho Prychornomoria [Climate change impact on hydrological and hydroecological regimes of lagoons on the North-Western Black Sea coast]*. In: Tuchkovenko, Yu.S. (ed.). Odessa: Odessa State Environmental University. (in Ukr.)
4. Rozengurt, M.Sh. (1974). *Gidrologiya i perspektivy rekonstruktsii prirodnykh resursov odesskikh limanov [Hydrology and prospects for the reconstruction of the natural resources of the Odessa limans]*. Kyiv: Naukova dumka. (in Russ.).
5. Tuchkovenko, Y.S., Adobovskiy, V.V., Tuchkovenko, O.A. (2014). [Characteristics of variability in thermohaline conditions of the Tylihul'skiy Liman lagoon in the present period]. *Bulletin of Odessa State Environmental University*, 17, pp. 197-204. (in Russ)
6. Tuchkovenko, Yu.S., Bogatova, Yu.I., Tuchkovenko, O.A. (2015). [Contemporary hydrochemical regime of Tylihul'skiy liman]. *Bulletin of Odessa State Environmental University*, 19, pp. 126-133. (in Russ)
7. Tuchkovenko, Y., Khokhlov, V., Loboda, N. (2022). [Climate change impact on water balance of quasi-closed lagoons in the North-Western Black Sea coast]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 29, pp. 32-47. (in Ukr.) <https://doi.org/10.31481/uhmj.29.2022.03>
8. RD 52.10.243-92. (1992). *Nastanova z khimichnoho analizu morskikh vod [Marine Water Analysis manual]*. (in Russ). Available at: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77071 (Accessed: 10.03.2026)
9. RD 52.24.420-2006. (2006). *Biokhimichne spozhyvannia kysniu u vodakh. Metodyka vykonannya vymiryuvannya skliankovym metodom [Biochemical oxygen demand in waters. Methodology for measuring by the glass method]*. (in Russ). Available at: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76349 (Accessed: 10.03.2026)
10. *Tablicy rastvorimosti kisloroda v morskoy vode [Tables of oxygen solubility in seawater]* (1976). Leningrad: Gidrometeoizdat. (in Russ)
11. Moncheva S., Parr B. (2014). *Black Sea Monitoring Guidelines. Phytoplankton*. Available at: http://www.noelsportraits.com/index.php?main_page&id=28&chapter=50 (Accessed: 10.03.2026)
12. Bryantseva, Yu.V., Lyakh, A.M., Sergeeva, A.V. (2005). *Raschet ob'emov i ploshchadey poverkhnosti odnokletochnykh vodorosley Chernogo morya [Calculation of volumes and surface areas of unicellular algae of the Black Sea]*. Sevastopol, 2005. (in Russ)
13. Tsarenko, P., Wasser, S. and Nevo, E. (eds). (2006). *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and*

- Rhodophyta*. Rugell: Gantner Verlag.
14. Tsarenko, P.M., Wasser, S., Nevo, E. (eds). (2009). *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 2. *Bacillariophyta*. Rugell: Gantner Verlag.
15. Tsarenko, P.M., Wasser, S., Nevo, E. (eds). (2011). *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 3. *Chlorophyta*. Rugell: Gantner Verlag.
16. Electronic database WoRMS (World Register of Marine Species). Available at: www.marinespecies.org (Accessed: 18.02.2026)
17. Zinova, A.D. (1967). *Opredelitel zelyonyh, buryh i krasnyh vodoroslej yuzhnyh morej SSSR* [Identification manual of green, brown and red algae of the Southern Seas of the USSR]. Moskva-Leningrad: Nauka. (in Russ.)
18. Kalugina-Gutnik, A.A. (1975). *Fitobentos Chyornogo moray* [Phytobenthos of the Black Sea]. Kyiv: Naukova Dumka. (in Russ.)
19. Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. (2020). *Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos*. Dnipro: Seredniak T.K.
20. Guiry M.D., Guiry G.M. (2026). *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway. Available at: <https://www.algaebase.org> (Accessed: 05.02.2026)
21. IPNI (2026). *International Plant Names Index*. Publ. Int. Roy. Bot. Gardens Kew, Harvard Univ. Herbaria & Librar. and Austral. Nat. Herbar. Available at: <http://www.ipni.org>. (Accessed: 05.02.2026)
22. Kovtun, O.A. (2012). *Fitobentos Tyligul'skogo limana (Chernoe more, Ukraina)* [Phytobenthos of the Tyligul Estuary (Black Sea, Ukraine)]. LAP Saarbrücken, Deutschland: Lambert Academic Publishing. (in Russ.)
23. Midway, S.R., Hasler, C.T., Chakrabarty, P. (eds.). (2022). *Methods for Fish Biology*. 2nd ed. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society.
24. Institute of Fisheries (1998). *Metodyka zboru i obrobky ikhtiologichnykh ta hidrobiologichnykh materialiv* [Methodology for collecting and processing ichthyological and hydrobiological materials]. Kyiv: Institute of Fisheries.
25. Demchenko, V., Petrovych O. (eds.) (2020). *Metodychni rekomendatsii z orhanizatsii inventaryzatsii, otsinky, monitorynhu vodno-bolotnoho uhiddia mizhnarodnoho znachennia ta skladannia informatsiinoho opysu* [Methodological recommendations for organizing inventory, assessment, monitoring of wetlands of international importance and compiling an information description]. Kherson: Publishing House "OLDI-PLUS"
26. Tuchkovenko, Yu.S. (scient. chief). (2014). *Kompleksne upravlinnia vodnymy resursamy Tyligul'skoho lymanu ta yoho hidroekologichnym stanom v umovakh antropohenoho vplyvu i klimatichnykh zmin: Zvit pro NDR zakliuchnyi. DR № 0113U000696* [Integrated management of water resources in the Tyligul'skiy Liman Lagoon and its hydroecological conditions in the context of anthropogenic influence and climate change: Final Report. SR 0113U000696]. Odessa State Environmental University. Odessa. (in Ukr.)
27. Tuchkovenko, Yu.S. (scient. chief). (2015). *[Description of the modern hydrochemical and hydrological conditions of the lagoon, development of recommendations for its improvement. Part of technical-economic calculation on the project "Development of designing estimates for reconstruction of the connecting channel between the Tyligul'skiy Liman Lagoon and the Black Sea in the area of Kominternivskiy district of Odesa Region": Final Report. SR 0115U006850]*. Odessa State Environmental University. Odessa. (in Ukr.)
28. Minicheva, G.G. (scient. chief). (2015). *[Characteristics of the modern hydrobiological regime of the lagoon, development of recommendations for maintaining biological diversity and good ecological condition. Part of technical-economic calculation on the project "Development of designing estimates for reconstruction of the connecting channel between the Tyligul'skiy Liman Lagoon and the Black Sea in the area of Kominternivskiy district of Odesa Region": Final Report]*, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, Odessa. (in Ukr.)
29. Snigirov, S., Bushuev, S., Chernikov, G., Kovtun, O., Zamorov, V., Kurakin, A. (2017). [Ichthyofauna of the Tyligul'skiy Lyman (Estuary) in the beginning of XXI century]. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 35–45. (in Ukr.). https://doi.org/10.15421/2017_84
30. Zaitsev Yu.P., Aleksandrov B.G., Minicheva G.G. (Eds.) (2006). *Severo-zapadnaja chast' Chernogo morja: biologija i jekologija* [The North-Western part of the Black Sea: Biology and Ecology]. Kiev: Naukova Dumka, 2006, pp. 358–370. (in Russ.)
31. Shekk, P.V. (2015). [Characteristics of the state of ichthyofauna and the prospects of fishery use of the Tyligul'skiy liman]. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv: Biology*, 3 (68), pp. 54–60.
32. Snigirova, A.A., Bogatova, Yu.I. (2020). [Phytoplankton of Tyligul'skiy liman in conditions of change of salt regime]. *Marine ecological journal*, 2, pp. 31–38 (in Ukr.). <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2020.2.04>
33. Tuchkovenko Y.S., Kushnir D.V., Loboda N.S. (2015). [Estimation of the influence of water exchange with the sea conditions on the water level and salinity variability in the Tyligul'skiy Liman lagoon]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 16, pp. 232–241. <https://doi.org/10.31481/uhmj.16.2015.30> (in Russ.)
34. Ministry of Fisheries, USSR. (1990). *Hranychno dopustymy znachennia pokaznykiv yakosti vody dlja rybohospodarskykh vodoim. Zahalnyi perelik HDK i OBRV shkidlyvykh rehovyn dlja vody rybohospodarskykh vodoim: (№12-04-11 chynnyi vid 09-08-1990)* [Maximum permissible values of water quality indicators for fishery reservoirs. General list of MPC and OBRV of harmful substances for water of fishery reservoirs: (№12-04-11 effective from 09-08-1990)]. (in Ukr.)
35. Redfield, A.C., Ketchum, B.H., Richerds, F.A. (1963). The influence of organisms on the composition of sea water. *The Sea*. Ed. M. N. Hill, No 4, 2, pp. 26–49.
36. Zotov, A.B., Bogatova, Yu.I. (2012). [Influence of the variability of organic matter content on phytoplankton abundance of the Tyligul'skiy liman during the spring-summer period]. *Scientific Bulletin of Uzhgorod University*, 32, 24–34. (in Russ.)

CHANGES IN THE HYDROECOLOGICAL STATUS INDICATORS OF THE TYLIHUL ESTUARY AFTER THE RECONSTRUCTION OF THE SEA-CONNECTING CHANNEL

**Yu. S. Tuchkovenko, M. O. Martyniuk, Yu. I. Bogatova, O. P. Garkusha,
S. G. Bushuiev, K. S. Kalashnik**

*Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine,
37 Pushkinska Str., Odesa, 65048, Ukraine
tuch2001@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3275-9065>*

In 2016-2017, the connecting channel “Tylihul Estuary - Black Sea” was reconstructed with the aim of improving the hydroecological status of the estuary by increasing its external water exchange with the sea. This article is devoted to analyzing changes in the hydroecological status of the estuary based on a set of hydrological, hydrochemical, and hydrobiological characteristics of its ecosystem that occurred after the reconstruction of the connecting channel. The comparative analysis is based on data obtained from monthly hydroecological monitoring of the estuary during 2025, as well as retrospective data on its hydroecological characteristics collected prior to the channel reconstruction.

It was established that the reconstruction of the connecting channel did not achieve its main objective, as no decrease in water salinity in the estuary occurred as a result of intensified bidirectional water exchange with the sea. Concentrations of mineral and organic nitrogen and phosphorus in the estuary waters increased compared to the period before the reconstruction. Phytoplankton species diversity decreased, with a predominance of marine species; fish species diversity and catches in the estuary also declined. The state of the ichthyofauna and fish productivity of the estuary did not improve and remain unstable. The main reason for this is the discrepancy between the actual morphometric characteristics of the channel and the design specifications, non-compliance with established operational rules, and additionally, the construction of a new bridge crossing over the channel, which hindered water exchange between the estuary and the sea. By the end of June 2025, the average cross-sectional area of the channel was 2.8 times smaller than the design value, and the average depth was 2.2 times less than the design specification (2.0 m and 0.91 m, respectively).

The general conclusion is that the reconstruction of the “sea-estuary” connecting channel carried out in 2016-2017 did not achieve its intended goal. Recommendations are provided for measures to improve the current hydroecological status of the Tylihul Estuary.

Keywords: Northwestern Black Sea region, Tylihul Estuary, hydroecological status, sea-estuary connecting channel, consequences of reconstruction.

*Подання до редакції : 18. 02. 2026
Надходження остаточної версії : 22. 04. 2026
Публікація статті : 25. 05. 2026*