

УДК 504.06(1/9); 504.06(100), 502.3
КП 87.51
№ держреєстрації 0126U002524
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ, ДОВКІЛЛЯ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ
НДУ “УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ” (УкрНЦЕМ)
65009, м. Одеса, Французький бульвар, 89. тел.: (094) 9468721
e-mail: accem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор УкрНЦЕМ,
канд. геогр. наук, доцент

Олег ГРИБ

2025 року



ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА РОЗДІЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ДОПОВІДІ УКРАЇНИ:
ОЦІНКА СТАНУ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ
у 2024 РОЦІ

Науковий керівник НДР:
Начальник відділу АМЕАН
- начальник МІАЦ

Андрій ТІТЯПКИН

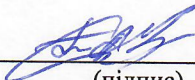
2025

Рукопис закінчено 26 грудня 2025 р.

Результати роботи розглянуто Вченою радою УкрНЦЕМ,
протокол від 30 грудня 2025 р. № 9

СПИСОК АВТОРІВ


Керівник НДР,
Начальник відділу АМЕАН
- начальник МІАЦ



(підпис)
«26» 12 2025

А.С. Тітяпкин
(вступ; розділ 1.1,
1.2)

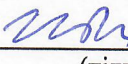
Відповідальний виконавець,
в.о. ученого секретаря



(підпис)
«26» 12 2025

О. В. М'яснікова
(висновки,
загальна редакція)


Виконавці:
В.о. начальника відділу наукових
досліджень та охорони морських
біоценозів



(підпис)
«26» 12 2025

І.П. Трет'як
(розділ 2)

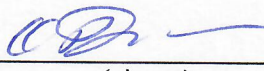
Начальник відділу аналітичних
досліджень та організації
моніторингу



(підпис)
«26» 12 2025

Ю.В. Олейнік
(розділ 1.3)

Науковий співробітник
сектору геоінформаційного аналізу
відділу інформаційних систем



(підпис)
«26» 12 2025

О.С. Братченко
(графічні
матеріали)

Технічні виконавці: Л.І. Ткачук

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 69 с., рис. 36; табл. 8.

ЧОРНЕ МОРЕ, АЗОВСЬКЕ МОРЕ, МОРСЬКА ЕКОСИСТЕМА, ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ЕВТРОФІКАЦІЯ, НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ ЗАБРУДНЕННЯ МОРЯ, СТАН ГІДРОБІОЦЕНОЗІВ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА, БІОІНДИКАЦІЯ, БІОТЕСТУВАННЯ, ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД.

Об'єктом дослідження є морська екосистема Чорного і Азовського морів у межах територіальних вод України.

Мета роботи - комплексна оцінка екологічного стану Чорного і Азовського морів для Національної доповіді України.

Метод дослідження - аналіз за традиційними методами аналітичного узагальнення даних та статистичний аналіз експедиційних спостережень, картографічний аналіз даних супутникових зйомок.

На підставі історичного і сучасного масиву даних гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних спостережень та супутникових даних проведена оцінка стану екосистем Чорного і Азовського морів у 2024 році. Розглянуто сучасний стан евтрофікації шельфових вод та пов'язаних з нею екологічно небезпечних явищ. Дана оцінка забруднення токсичними хімічними сполуками морського середовища. Представлена оцінка стану гідробіонтів (фіто- та зоопланктону, мейо- та макрзообентосу), а також оцінка екологічного стану окремих районів Азово-Чорноморського басейну методами біоіндикації і біотестування. Встановлено тенденції змін екологічного стану морських екосистем за останні роки. Надана інформація про стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду у Чорному і Азовському морях, а також про заходи щодо покращення екологічного АЧБ.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ..... | 5 |
| 1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЧОРНОГО МОРЯ..... | 7 |
| 1.1 Мінливість метеорологічного та гідрологічного режиму..... | 14 |
| 1.2 Стан евтрофікації морських вод | 16 |
| 1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами..... | 26 |
| 2 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ..... | 35 |
| 3 ОЦІНКА СТАНУ ГІДРОБІОЦЕНОЗУ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ОСТАННІ ТРИ РОКИ..... | 48 |
| ВИСНОВКИ..... | 62 |

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АЧБ – Азово-Чорноморський басейн;
- БР – біогенні речовини;
- ГДК – гранично-допустима концентрація;
- ГЕС - гідроелектростанція;
- ГМС – гідрометеорологічна станція;
- ГХЦГ – гексахлорциклогексан;
- ДЕС - Добрий екологічний стан;
- ДЗ – джерела забруднення;
- ДДТ – діхлордіфенілтрихлоретан;
- ЕН – екологічні нормативи;
- ЄС – європейський союз;
- ЗР – забруднююча речовина;
- Кз - коефіцієнт забруднення;
- НВ – нафтові вуглеводні;
- ОЗСП – органічні забруднюючі речовини сільськогосподарського походження;
- ОЗПП – органічні забруднюючі речовини промислового походження;
- ОМР – Одеського морського регіону;
- ООН – Організація Об'єднаних Націй;
- опс - одиниця практичної солоності;
- ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;
- ПЗФ – природно заповідний фонд;
- ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря;
- ПХБ – поліхлоровані біфеніли;
- СБО – станція біологічної очистки;

США – Сполучені Штати Америки;

ТМ – токсичні метали;

СMEMS – Copernicus Marine Environment Monitoring Service (служба моніторингу морського середовища);

CW – прибережні води (coastal waters);

GESAMP – Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (група експертів з наукових аспектів захисту морського середовища);

NASA – National Aeronautics and Space Administration (Національне управління з аеронавтики та дослідження космічного простору);

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (Національне управління океанічних і атмосферних досліджень);

N(NH₄) – азот амонійний;

N(NO₃) – азот нітратний;

N(NO₂) – азот нітритний;

ShW – шельфові води (shelf waters)

TW – транзитні (перехідні) води (transitional waters)

TN – азот загальний;

TP – фосфор загальний;

P(PO₄) – фосфор фосфатний;

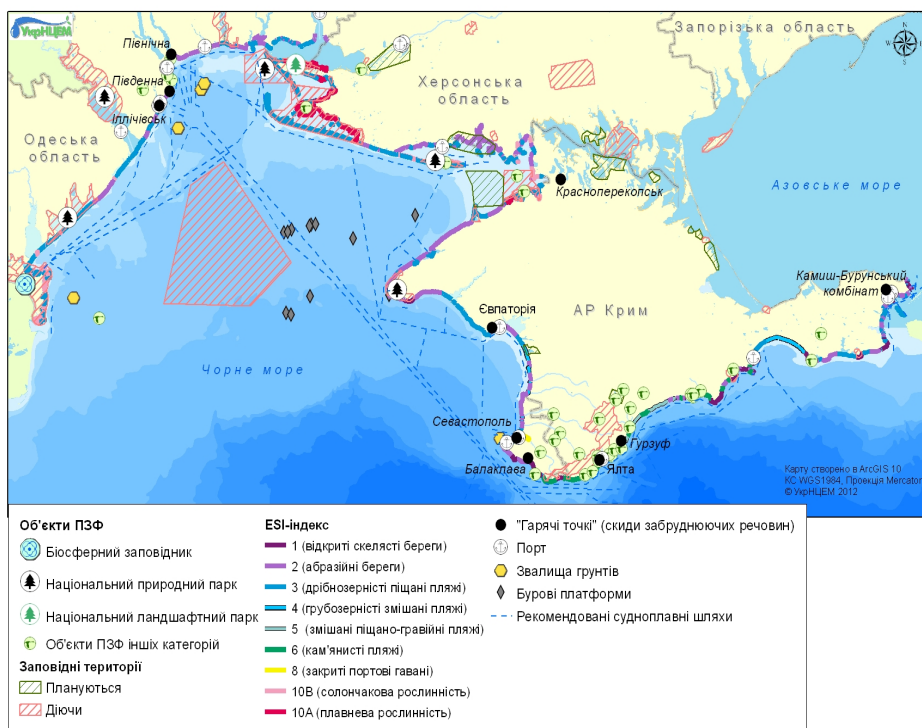
MSFD – Marine Strategy Framework Directive (Рамкова Директива про морську стратегію).

1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЧОРНОГО МОРЯ

Природні ресурси Азово-Чорноморського басейну (АЧБ) відіграють важливу роль в економіці України. Проте, у морські води України надходить стік з територій 18 країн, що розташовані у басейнах Дунаю, Дніпра та Дністра. Ці країни, з населенням більш 80 мільйонів людей, мають розвинену індустрію, сільське господарство та комунальну інфраструктуру.

Антропогенний (техногенний) вплив на морське та річкове середовище, згідно з визначенням групи експертів ООН (GESAMP, 2001), являє собою «сукупне проявлення будь-яких форм діяльності людини, які призводять до явних або прихованих порушень стану екосистем, гідрології та геоморфології водних об'єктів, зниження рибогосподарської та рекреаційної цінності і інших негативних наслідків екологічного, економічного і соціального характеру».

Забруднення від промислових викидів, сільськогосподарських стоків та інших діяльностей негативно впливає на якість води, рибогосподарство та рекреаційні можливості регіону. Головні антропогенні джерела забруднення (ДЗ) морського середовища, карти основних показників екологічної чутливості (ESI-індекс) прибережжя АЧБ до нафтового забруднення, які побудовані за методикою Environmental Sensitivity Index Guidelines Version 3.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11 (США), а також об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ), наведені на рис. 1.1.



а)



б)

Рисунок 1.1 – Головні антропогенні джерела забруднення, показники екологічної чутливості прибережжя Чорного (а) і Азовського (б) морів до нафтового забруднення та основні об'єкти природно-заповідного фонду

Характерною особливістю Чорного моря є те, що його води на глибинах 100-200 м позбавлені кисню. Сірководнева товща займає 87 % об'єму Чорного моря.

Азовське море є складовою частиною басейну Чорного моря. Воно з'єднується з Чорним морем через Керченську протоку. Море мілководне, а його дно має нахил. Північна частина моря надзвичайно мілководна (зона шириною 20 - 30 км має глибину всього лиш 2-3 м); південний схил більш занурений (глибина там досягає 11-12 м).

Азовське море наймілкіше море в світі. Середня глибина дорівнює 8 метрам. Морське дно відносно пласке, плавно понижується від берегів до центру. Максимальна глибина 15 метрів, а основна площа моря має глибини 5-13 метрів. Ізобата 5 метрів проходить на відстані в середньому 2 км від берегів. В західній та східній частина глибини наростають повільніше – ізобата 10 метрів знаходиться на відстані 50- 60 км від берегів. Тоді як в північній частині вона знаходиться на відстані 10-20 км, а на півдні моря від 500 метрів до 5 км від берегової лінії.

Екологічний стан Чорного та Азовського морів залежить від впливу сукупності антропогенних та природних чинників. До природних факторів, перш за все, відноситься стік річок. Так у морські територіальні води України надходить стік з територій 18 країн, що розташовані у басейнах Дунаю, Дніпра та Дністра. На водозбірній площі (817000 км²) розташовані країни Центральної Європи з розвиненою індустрією, сільським господарством, комунальною інфраструктурою та з населенням більш 80 млн. чоловік. На формування екологічного стану мілководного Азовського моря значно впливає стік р. Дон у північно-східній частині і р. Кубань у південно-східній частині моря.

Масштаби антропогенного навантаження на морські екосистеми обумовлені, перш за все, масштабами основних видів господарчої діяльності,

таких як промисловість, сільське господарство, судноплавство, діяльність портів, гідротехнічне будівництво, рекреація та інші.

Основними екологічними проблемами, що виникли у Чорному та Азовському морях наприкінці ХХ століття, є евтрофікація шельфових вод (забруднення біогенними речовинами), забруднення морського середовища токсичними речовинами. Загалом незадовільний екологічний стан морів зумовлений значним перевищенням обсягу надходження забруднюючих речовин (ЗР) над асиміляційною спроможністю морських екосистем. Це призвело до значного забруднення морських вод, бурхливого розвитку евтрофікаційних процесів, широкомасштабних явищ гіпоксії, появи сірководневих зон, замулення місць існування донних біоценозів, втрати біологічних видів, скорочення обсягу рибних ресурсів, зниження якості рекреаційних ресурсів, виникнення загрози здоров'ю населення.

Відомо, що акваторія Чорного моря знаходиться у вельми забрудненому стані. Навряд чи є втіхою той факт, що Азовське море ще брудніше. Процес руйнування екосистеми Азовського моря протікає більш стрімко ніж інших морських екосистем внаслідок її більшої вразливості по відношенню до антропогенного фактору, що обумовлено фізико-географічними особливостями моря. А оскільки всі азовські потоки неминуче потрапляють в Чорне море, то можна упевнено прогнозувати його ще більше забруднення.

Система управління якістю морського довкілля в Україні визначається Морською природоохоронною стратегією України, що схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р.

Стратегічні цілі морської природоохоронної стратегії та завдання спрямовуються на досягнення та підтримку «доброго» екологічного стану морів України відповідно до Рамкової директиви про морську стратегію (MSFD – Marine Strategy Framework Directive, 2008/56/ЄС далі - Стратегія). Успішність реалізації Стратегії визначається за результатами екологічного моніторингу,

який здійснює Український науковий центр екології моря (УКРНЦЕМ) відповідно до Порядку здійснення державного моніторингу вод, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758 (Офіційний вісник України, 2018 р., № 76, ст. 2537).

Морські регіони водних масивів, в яких повинен здійснюватися моніторинг відповідно до водної рамкової Директиви 2000/60/ ЄС та Стратегії, представлено на рис. 1.2.

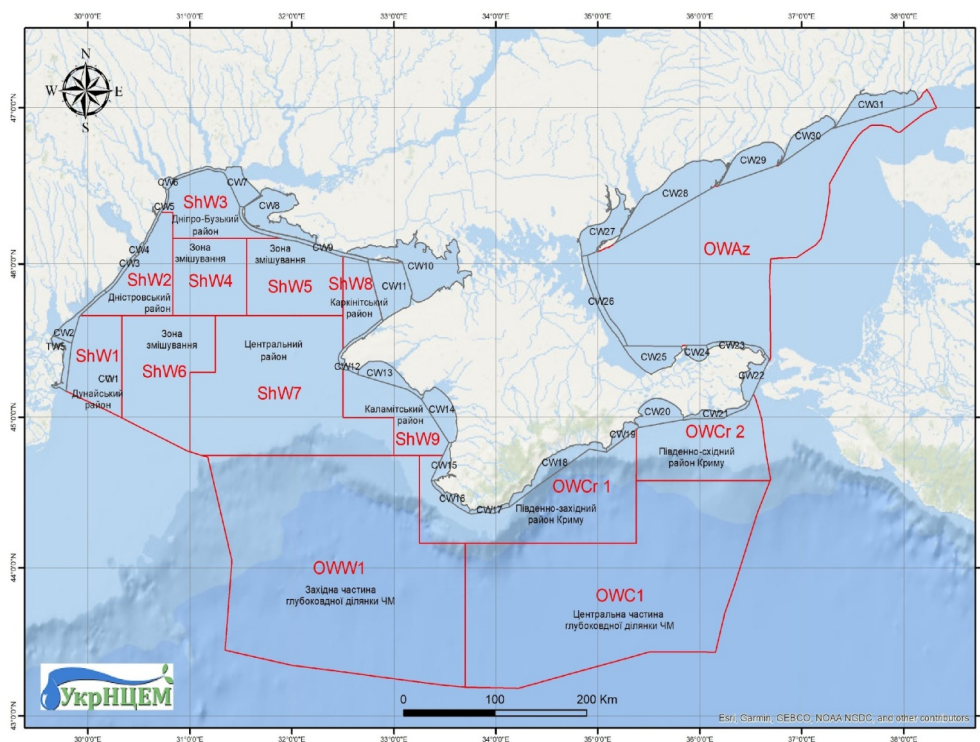


Рисунок 1.2 – Районування Чорного та Азовського морів відповідно водної рамкової Директиви 2000/60/ЄС та рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС

Впродовж 2024 року, внаслідок воєнних дій та воєнного стану, стандартний екологічний моніторинг в межах виключної морської економічної зони України, включаючи район узмор'я Дунаю і води відкритих морів, не проводився. Однак виконана спроба провести якісну оцінку екологічного стану шельфових вод (узмор'я р. Дунай, а саме: водні масиви CW1, TW5 та ShW1) за

даними морської служби CMEMS (The Copernicus Marine Environment Monitoring Service) програми Європейського Союзу зі спостереження за Землею Copernicus, яка створена в 2014 р. відповідно до регламенту ЄС № 377/2014 Європейського парламенту та Ради. Для оцінки екологічного стану морів України залучені також супутникові спостереження NASA, NOAA, Copernicus (SeaWiFS, MODIS, MERIS, VIIRS-SNPP, JPSS1, OLCI-S3A та S3B) та європейського космічного агентства ESA (ENVISAT).

Стандартні регулярні екологічні спостереження з дотриманням заходів безпеки проводилися лише у зоні прибережних вод Одеської затоки (район CW5). Карта-схема розташування станцій прибережного екологічного моніторингу УкрНЦЕМ у 2024 р. наведено на рисунку 1.3.

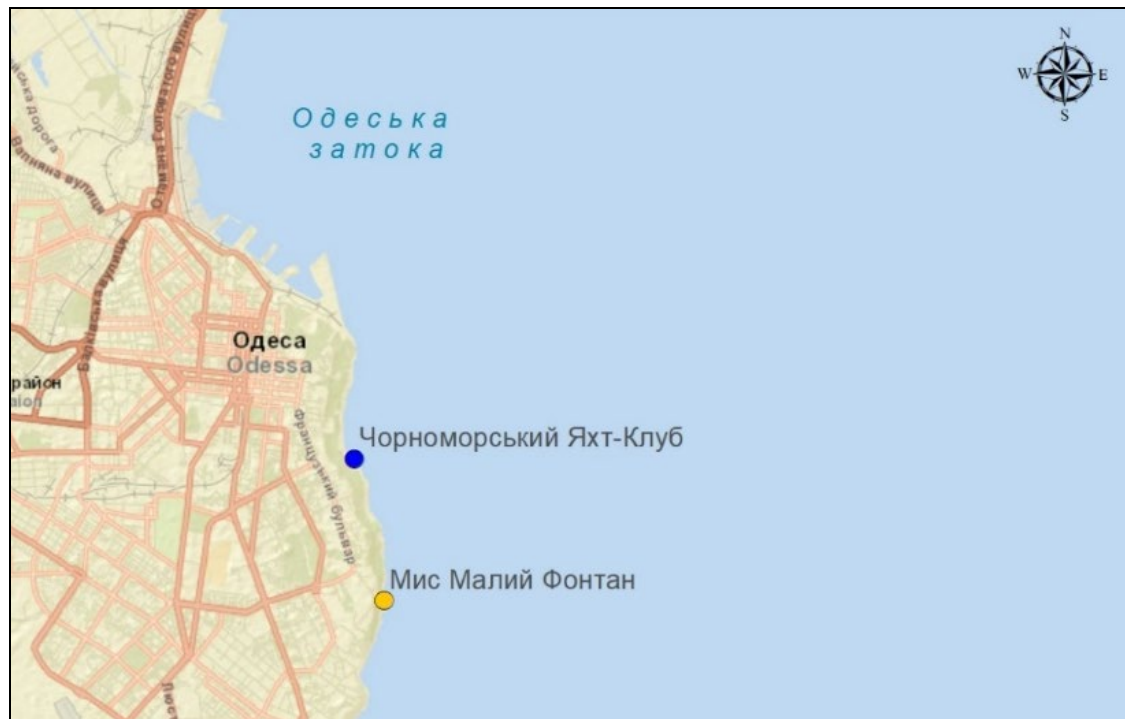


Рисунок 1.3 – Станції екологічного моніторингу УКРНЦЕМ у 2024 році

Прибережна зона морів є місцем підвищеної концентрації економічної та соціальної діяльності людини. Це унікальне ландшафтне утворення з

особливими природно-кліматичними умовами, великими водно-болотними угіддями міжнародного значення. Саме ця частина АЧБ є найчутливішою до антропогенного навантаження.

1.1 Мінливість метеорологічного та гідрологічного режиму

Зміни клімату у останні десятиріччя посилюють негативні екологічні прояви антропогенного впливу на морське середовище. Насамперед, це стосується Азовського моря і північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ).

Температурний режим. Зміни клімату в більшій мірі проявляються, як в підвищенні температури повітря, так і температури морської води, що особливо помітно на прикладі ПЗЧМ з 90-х років минулого сторіччя (рис. 1.4 - а, 1.4 - б).

Збереглися тенденції зростання середньорічних температур повітря і морської води. У 2024 році середня температура води за даними ГМС «Одеса-порт» становила 14,5 °С (це найвища середньорічна температура води за всю історію спостережень), температура повітря – 13,8 °С (з такою температурою 2024 рік став найтеплішим за 180-річну історію метеоспостережень в Одесі).

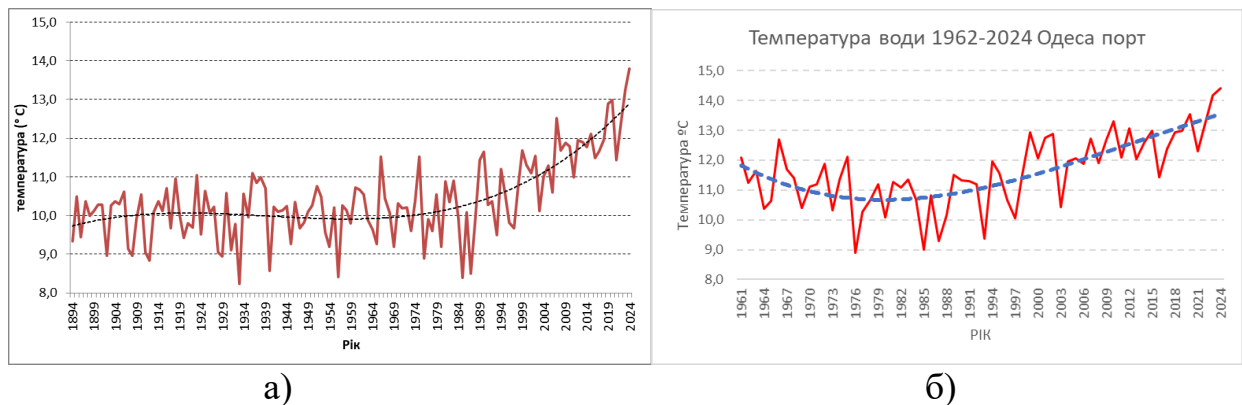


Рисунок 1.4 – Багаторічна мінливість середньої річної температури повітря на ПЗЧМ (а) та морської води (б) за даними багаторічних спостережень ГМС «Одеса-порт»

Атмосферні опади. У 2024 році річна сума опадів склала 552 мм при нормі 462 мм, тобто перевищила річну норму майже на 20%.

Солоність морської води. На режим солоності поверхневих вод, особливо на мілководному шельфі, значно впливає річковий стік, атмосферні опади,

температурний і вітровий режими, які формують циркуляцію і перенесення вод. Лінійний тренд на рисунку 1.5 до 2022 року демонстрував незначне підвищення солоності зі швидкістю 0,005 опс на рік. Проте середні річні значення солоності в останні два роки змінили знак тренду, що тепер становить -0,02 опс на рік.

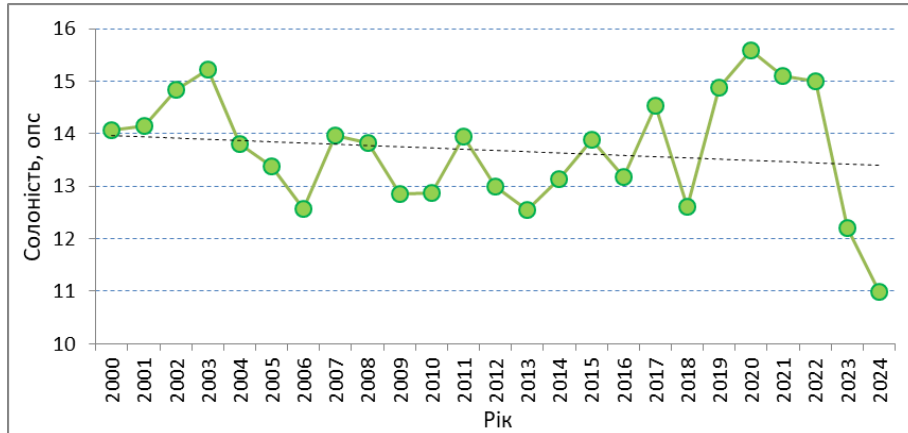


Рисунок 1.5 – Мінливість солоності у XXI столітті за даними спостережень ГМС «Одеса-порт»

У 2024 середнє річне значення солоності морської води в Одеській затоці склало 10,8 опс, це більш ніж на 2,0 опс менше середньої багаторічної величини (річна норма складає 13,97 опс) та на 1,4 опс менше, ніж у 2023 році. Суттєве зниження солоності може бути пов'язано з катастрофою, що сталась в результаті руйнування греблі Каховської ГЕС. Таке різке зниження солоності на тлі підвищення температури води цілком може вплинути на зміну гідрофізичного та гідрохімічного режиму вод, і, як наслідок, на зміну біорізноманіття водного середовища Одеської затоки.

1.2 Стан евтрофікації морських вод

Евтрофікація морських вод є одним із головних чинників антропогенних порушень, що спостерігаються в екосистемах Чорного та Азовського морів. Евтрофікація – це процес, який обумовлений збагаченням води біогенними речовинами (БР) особливо з'єднаннями азоту та фосфору, що призводить до значного збільшення росту первинної продукції мікробіотичних і обумовлює «цвітіння» води – так звані «зелені і червоні приливи». При інтенсивному розвитку водоростей, які відносяться до токсичних і умовно токсичних, «цвітіння» може призводити до загибелі риб та інших морських організмів. Негативним наслідком євтрофікації є також формування у теплий період року у придонному шарі вод зон гіпоксії і аноксії, що призводить до загибелі придонного біоценозу, формуванню зон вторинного замулення і далі – некрозон.

Згідно Стратегії «добрий» екологічний стан (ДЕС) вважається в тому випадку, якщо рівень кількісних показників концентрації БР, хлорофілу-а знаходиться в межах допустимих значень.

Біогенні речовини. Вміст розчиненого у воді кисню відноситься до первинних критеріїв оцінки рівня евтрофікації.

У 2024 р. в прибережних водах Одеської затоки вміст кисню змінювався в діапазоні від 4,0 мг/дм³ до 13,4 мг/дм³ (від 35,5 % до 118,8 % насичення, табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Показники мінливості біогенних речовин поверхневих прибережних вод Одеської затоки у 2024 році

| Показник | P(PO ₄) | TP | N(NO ₂) | N(NO ₃) | N(NH ₄) | TN | O ₂ | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мг/дм ³ | % насичення |
| Кількість визначень | 64 | 57 | 64 | 62 | 65 | 58 | 65 | 65 |
| Середнє | 19,2 | 87,2 | 3,9 | 289,5 | 19,3 | 5985,0 | 9,4 | 97,8 |
| Максимум | 55,0 | 716,0 | 24,2 | 1995,0 | 66,4 | 25669,0 | 13,4 | 118,8 |
| Мінімум | < 5,0 | 11,6 | 0,7 | 2,9 | 0,6 | 735,0 | 4,0 | 35,5 |
| СКВ* | 12,0 | 102,0 | 3,3 | 361,8 | 14,0 | 6552,7 | 2,3 | 13,6 |

*- середньо-квадратичне відхилення.

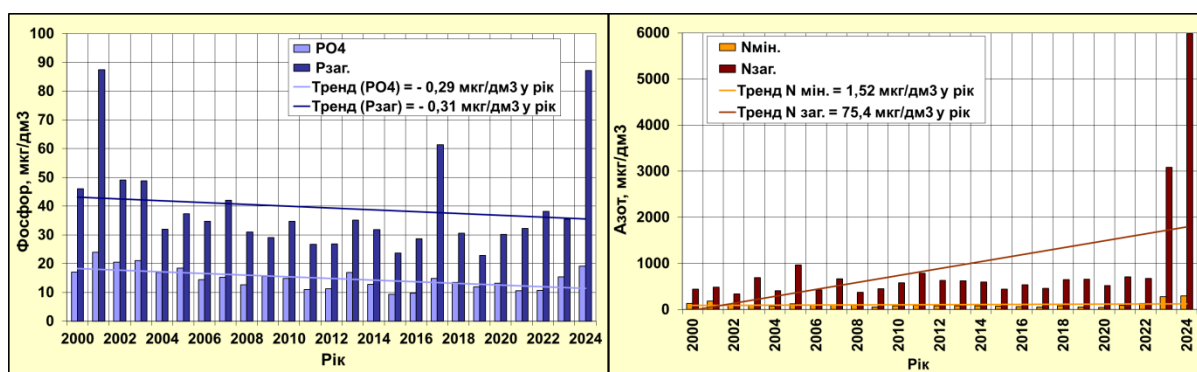
В цілому, за даними вимірювань, значення вмісту кисню рекреаційної зони м. Одеси не були нижчими за рівень гранично-допустимої концентрації 6,0 мг/дм³, визначеної для вод рибогосподарських водойм та за рівень гранично-допустимої концентрації 4,0 мг/дм³, визначеної для внутрішніх морських вод та територіальних морів України, за виключенням одного значення в грудні 2024 р. Значення вмісту кисню водного масиву CW5 відповідали «доброму» екологічному стану (ДЕС).

Вміст розчиненого фосфору фосфатного в прибережних водах рекреаційної зони м. Одеси у 2024 р. змінювався від аналітичного нуля < 5,0 мкг/дм³ до 55,0 мкг/дм³ (табл. 4.1) і в середньому складав 19,2 мкг/дм³, що за екологічною класифікацією не відповідало ДЕС, відповідало «задовільному» статусу. Максимальні концентрації фосфору фосфатного, які спостерігались в осінній та зимовий періоди (від 17,6 мкг/дм³ до 55,0 мкг/дм³) відповідали «задовільному», «посередньому» та «поганому» статусам і не відповідали ДЕС.

Вміст фосфору загального (TP - сума мінеральних і органічних сполук) змінювався в діапазоні від 11,6 мкг/дм³ до 716,0 мкг/дм³, а середнє річне значення склало 87,2 мкг/дм³, що за екологічною класифікацією якості відповідало «поганому» статусу. Найвищі середні місячні значення виявлені з травня по жовтень 2024 р. В річній мінливості концентрації фосфору загального переважав вміст його органічної форми.

Вміст азоту нітритного змінювався в діапазоні від 0,7 мкг/дм³ до 24,2 мкг/дм³ і в середньому складав 3,9 мкг/дм³, що відповідало «задовільному» екологічному статусу, а в осінній та зимовий періоди – «посередньому» та «поганому» статусу вод. Концентрації азоту нітратного коливалися в межах 2,9 мкг/дм³ до 1995,0 мкг/дм³ при середньому річному значенні 289,5 мкг/дм³ і фактично весь рік відповідав «поганому» екологічному статусу. За вмістом амонійного та загального азоту якість вод також відповідала «поганому» статусу.

У 2024 році зберігалася загальна тенденція до зниження концентрацій загального фосфору (рис.1.6 - а) та тенденція до збільшення вмісту загального азоту (рис.1.6 - б).



а)

б)

Рисунок 1.6 – Багаторічні зміни гідрохімічного стану поверхневих вод Одеської затоки (а - фосфору фосфатного та загального; б – мінеральних форм та загального азоту)

Концентрації кисню в поверхневих водах дунайського узмор'я в 2024 р. змінювались в діапазоні від 6,9 мг/дм³ до 12,5 мг/дм³ (від 82 % до 143 % насичення) при середньому значенні 9,6 мг/дм³ (104 % насичення). Водні масиви CW1, TW5 та ShW1 як за абсолютним, так і за відносним вмістом кисню відповідали ДЕС.

Просторовий розподіл вмісту кисню в межах Дунайського узмор'я та виключної морської економічної зони України наведено на рис. 1.7.

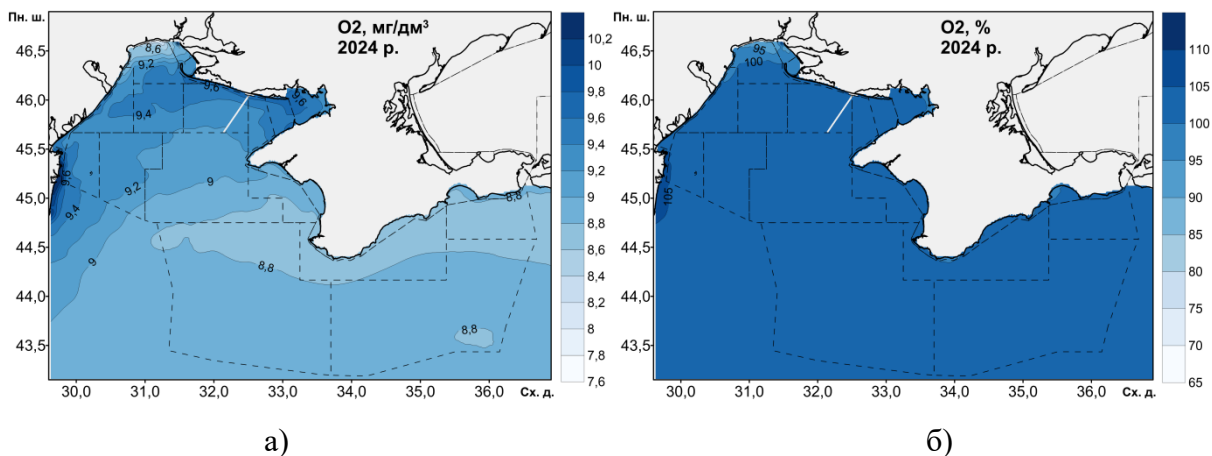


Рисунок 1.7 – Середньорічний просторовий розподіл абсолютного (а) та відносного (б) вмісту кисню в поверхневих водах виключної морської економічної зони України у 2024 році

Якість вод поверхневого шару за показником розчиненого кисню в межах виключної морської економічної зони України у 2024 році відповідала ДЕС.

Вміст фосфору фосфатного в поверхневому шарі на узмор'ї Дунаю в 2024 р. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля (< 5,0 мкг/дм³) до 56,7 мкг/дм³, а вміст азоту нітратного – від аналітичного нуля (< 5,0 мкг/дм³) до 1319,7 мкг/дм³. За класами екологічного статусу концентрації фосфору фосфатного відповідали статусу ДЕС. Середні річні значення азоту нітратного водних масивів CW1, TW5 та ShW1 відповідали «поганому» статусу (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Показники мінливості вмісту біогенних речовин в поверхневих водах Дунайського узмор'я у 2024 році за даними морської служби СМЕМС

| Показник | P(PO ₄) | N(NO ₃) | P(PO ₄) | N(NO ₃) | P(PO ₄) | N(NO ₃) |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ | мкг/дм ³ |
| Водний масив | CW1 | | TW5 | | ShW1 | |
| Кількість визначень | 366 | 366 | 366 | 366 | 366 | 366 |
| Середнє | 3,6 | 194,6 | 12,9 | 604,5 | 5,2 | 259,8 |
| Максимум | 22,8 | 716,3 | 56,7 | 1319,7 | 26,6 | 669,4 |
| Мінімум | < 5,0 | < 5,0 | < 5,0 | 155,4 | < 5,0 | 13,5 |
| СКВ | 5,7 | 146,3 | 9,5 | 245,0 | 7,3 | 166,9 |

Хлорофіл-а. Хлорофіл-а (Chl) з показниками вмісту БР, характеризує трофічність вод і їх екологічний стан.

Підвищені середні річні значення хлорофілу-а (більше 3 мкг/дм³) в Чорному морі спостерігались на узмор'ї р. Дунай, Дніпровсько-Бузького, Дністровського регіонів (рис. 4.8). Максимальні концентрації хлорофілу-а в поверхневих водах ПЗЧМ були визначені в Одеській затоці (14,8 мкг/дм³) та Дніпровсько-Бузькому регіоні (17,2 мкг/дм³).

З віддаленням від районів річкового стоку вміст хлорофілу-а значно зменшувався і знаходився на рівні 1,0-3,0 мкг/дм³. В водних масивах шельфу і відкритих районах Чорного моря середня річна концентрація хлорофілу-а не перевищувала 1,3 мкг/дм³, за виключенням Дунайського, Дніпровсько-Бузького, Дністровського регіонів з відповідними середніми за 2024 рік значеннями 2,6 мкг/дм³, 5,9 мкг/дм³ та 2,4 мкг/дм³, які знаходяться під впливом річкових стоків.

У річному сезонному ході підвищені концентрації хлорофілу-а в прибережних водах ПЗЧМ спостерігались в період весняної повені річок, а в відкритих районах моря його підвищений вміст – восени. В цілому, у 2024 році середньорічний вміст хлорофілу-а в усіх прибережних і частково в шельфових районах Чорного моря не відповідав ДЕС.

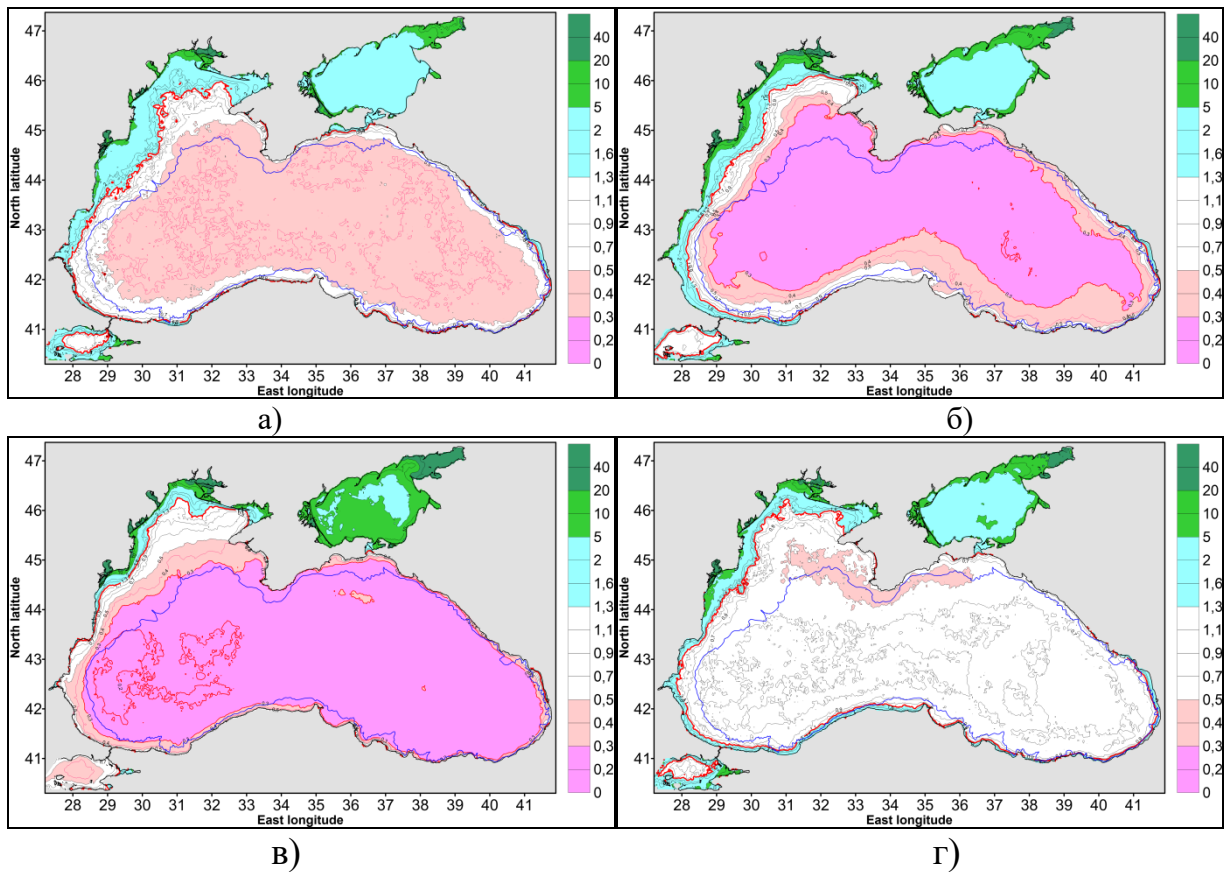


Рисунок 1.8 – Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного і Азовського морів за даними супутникових спостережень у 2024 році
(а-зима, б-весна, в- літо, г - осінь)

Підвищений вміст хлорофілу-а (до 30 мкг/дм³) в усі сезони відмічений на акваторії Азовського моря. Середня річна концентрація хлорофілу-а в водах відкритого моря складала 4,4 мкг/дм³. В цілому водні масиви Азовського моря за показниками вмісту хлорофілу-а не відповідали ДЕС.

Водночас у більшості районів Чорного і Азовському морів спостерігається тенденція до зменшення середньої річної концентрації хлорофілу-а (рис. 1.9). У відкритих районах Чорного моря (водний масив OWW1) тенденція до зменшення вмісту хлорофілу-а слабка і статистично не значима (рис. 1.9 - г).

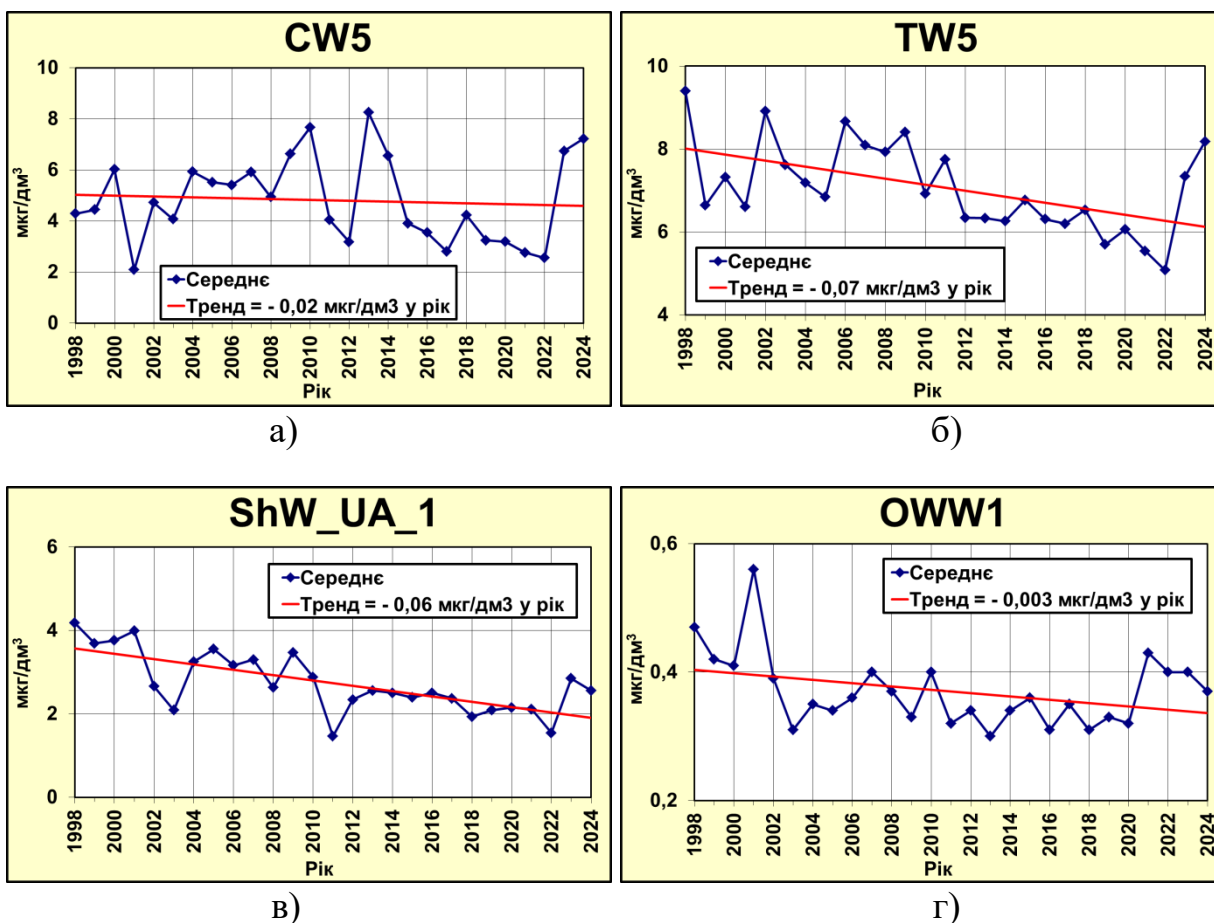


Рисунок 1.9 – Багаторічна мінливість середнього річного вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі вод Чорного моря: прибережних масивів CW5 (а), транзитних вод TW5 (б), шельфових масивів ShW1(в) та відкритої частини Чорного моря OWW1 (г)

Аналогічна тенденція спостерігається і для Азовського моря (рис. 1.10).

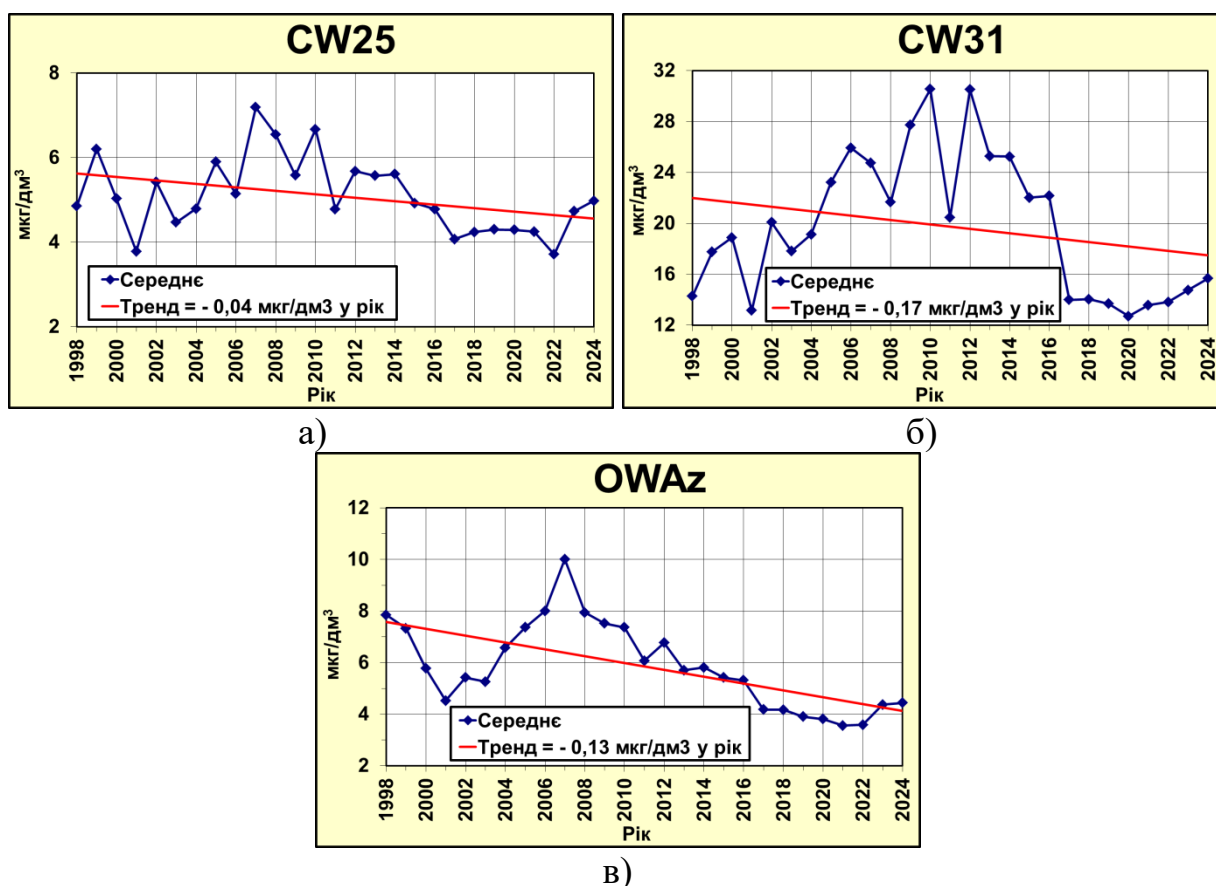


Рисунок 1.10 – Багаторічна мінливість середнього річного вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі вод Азовського моря: прибережних масивів CW25 (а), CW31 (б) та відкритої його частини OWAz (в)

Комплексна оцінка стану евтрофікації вод за показником *TRIX*.

Інтегральний показник трофності *TRIX*, пов'язаний з характеристиками первинної продукції фітопланктону і з концентрацією БР і змінюється відповідно з рівнем трофності вод від 0 до 10 (<4 – низький рівень, якість висока; 4-5 – середній рівень, якість гарна; 5-6 – високий рівень, якість середня; > 6 – дуже високий рівень, якість погана).

В прибережних водах Одеської затоки у 2024 р. середнє значення показника *TRIX* склало 5,5 од. Мінімальні значення показника трофності *TRIX* спостерігались в зимовий період, а максимальні – в осінній період. Трофність

морських вод відповідала «середньому» рівню в зимовий та весняний періоди та переважно «високому» – в літній та осінній періоди.

В прибережних водах Дунайського регіону значення показника TRIX змінювались впродовж року: в масиві CW1 від 2,5 од. до 6,8 од., в масиві TW5 – від 4,8 од. до 7,3 од., в масиві ShW1 – від 3,1 од. до 6,6 од., при середніх річних значеннях по районах досліджень 4,7 од., 6,0 од. та 5,0 од., відповідно. Тобто, трофність вод Дунайського регіону в 2024 р. за показником TRIX відповідала залежно від сезону «дуже високому», «високому», «середньому» та «низькому» рівням (рис. 1.11).

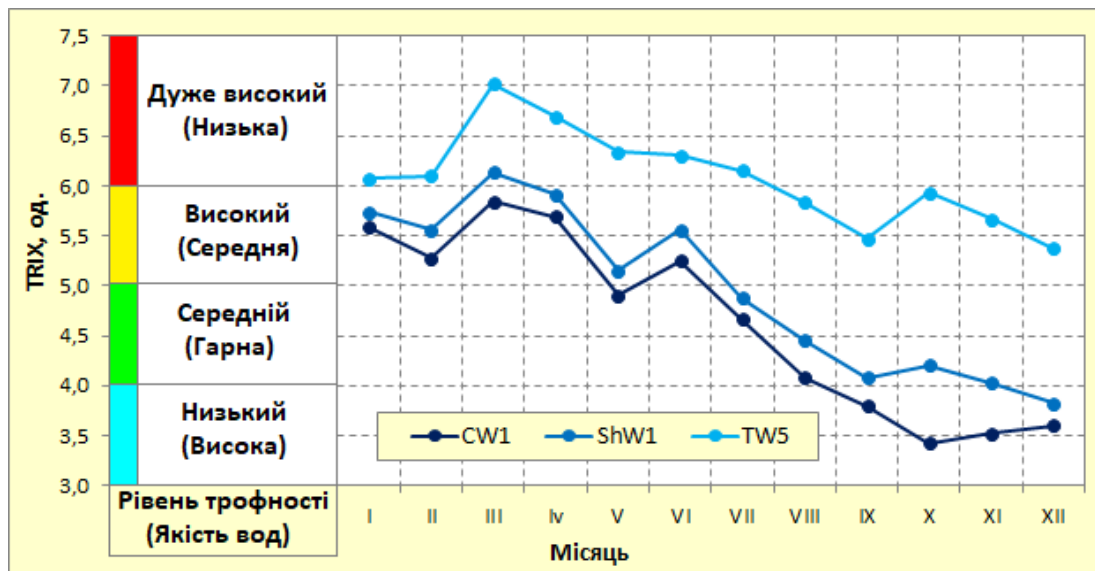


Рисунок 1.11 – Річний хід середніх місячних значень показника трофності TRIX дунайського регіону у 2024 році

У водах відкритого моря трофність вод за даними морської служби СМЕМС не перевищувала 2-3 од. і відповідала ДЕС (рис.1.12).

В цілому, підвищені значення показника трофності пов'язані зі стоками р. Дунай, впливом Дніпровсько-Бузького та Дністровського лиманів, а також станції біологічного очищення (СБО) «Південна» та дренажних стоків.

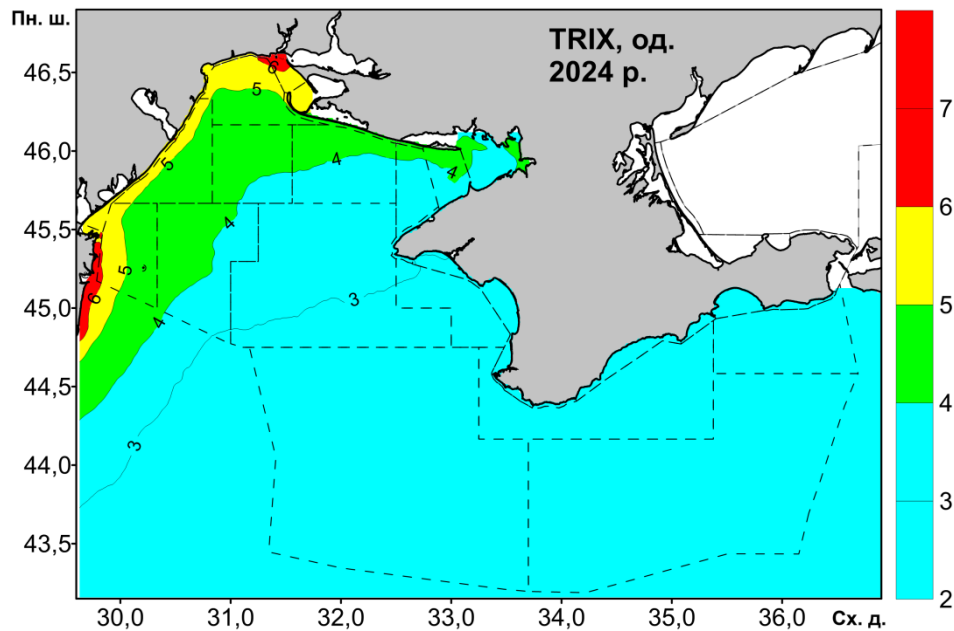


Рисунок 1.12 – Середньорічний просторовий розподіл значень показника TRIX в межах виключної морської економічної зони України у 2024 році

В багаторічних змінах рівня евтрофікації і якості прибережних вод Одеської затоки визначено тренд до зниження трофності і підвищення якості вод (рис. 1.13). Середнє значення показника TRIX за останні п'ять років склало 5,1 од., що відповідає рівню трофності «високий», проте близький до «середнього».

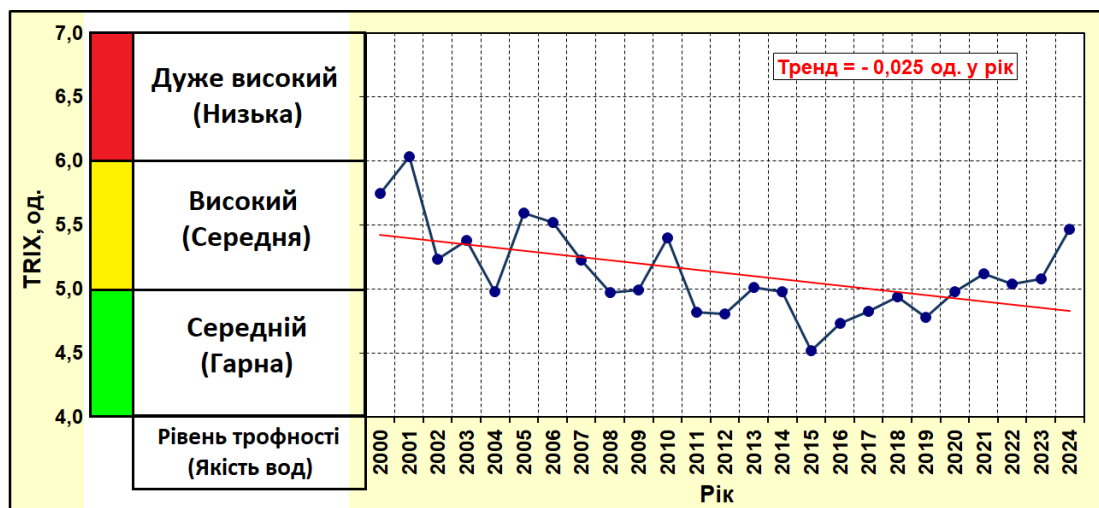


Рисунок 1.13 – Багаторічна мінливість рівня трофності і якості прибережних вод Одеської затоки за показником TRIX

1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами

Стан морської води оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ), нафтові вуглеводні (НВ) та деякі інші, контроль за вмістом яких передбачено Конвенцією про захист Чорного моря від забруднення 1992 р. (Бухарестська Конвенція) та Рамковою Директивою про морську стратегію 2008/56/ЄС (MSFD).

Для оцінки стану забруднення води ЗР у 2024 році використаний коефіцієнт забруднення (Кз), який відображає концентрацію всіх ЗР в окремий проміжок часу в заданому районі і розраховується як сума відношень концентрації кожної ЗР до її ГДК.

Забруднюючі речовини розділяють на три групи для яких визначають коефіцієнт забруднення Кз:

- група токсичних металів (ТМ);
- група забруднюючих речовин сільськогосподарського походження (ЗРСП);
- група забруднюючих речовин промислового походження (ЗРПП).

Шкала оцінки екологічного стану морської води в прибережних водних масивах за Кз відповідно «Морської природоохоронної стратегії України» підрозділяється на п'ять класів (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Стан якості прибережних водних масивів за вмістом забруднюючих речовин

| Стан якості водних масивів | Показник Кз забруднюючої речовини в морській воді | Стан якості у колірному позначенні |
|----------------------------|---|------------------------------------|
| Відмінний | $\leq 0,5$ | |
| Добрий | $>0,5$ та $\leq 1,0$ | |
| Задовільний | $>1,0$ та $\leq 2,5$ | |
| Посередній | $>2,5$ та $\leq 5,0$ | |
| Поганий | $>5,0$ | |

Райони проведення досліджень

Для аналізу хімічних забруднень використовувались результати досліджень проб води, відібраних в водному масиві CW5 (узбережжя від Дністровської до Одеської затоки) на станціях, координати яких, наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Станції відбору проб для аналізу забруднюючих речовин в 2024 році

| № п/п | Об'єкт моніторингу | Моніторингові станції | Номер станції | Координати Довготи, ° | Координати Широти, ° |
|-------|--------------------|------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| 1. | Чорне море (CW5) | Чорноморський яхт клуб | Yk_1 | 30,765347 | 46,459790 |
| 2. | Чорне море (CW5) | Мис Малий Фонтан | mF_1 | 30,772500 | 46,438433 |

Забруднення води. Група токсичних металів

В таблиці 1.5 наведені середні концентрації ТМ в досліджених водних тілах Чорного моря у 2024 році.

Таблиця 1.5 – Середні концентрації токсичних металів в Чорному морі у 2024 році

| Район | Cd | Hg | Pb | Ni | Cr | As | Co | Cu | Zn |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | мкг/л | мкг/л | мкг/л | мкг/л | мкг/л | мкг/л | мкг/л | мкг/л | мкг/л |
| CW5 | 0,07 | 0,010 | 0,68 | 0,24 | 0,24 | 0,07 | 0,12 | 1,79 | 3,94 |

Забруднення води. Група токсичних металів

Як видно із таблиці 1.5 в поверхневому шарі морської води в більших концентраціях присутні такі метали як мідь та цинк. Для ПЗЧМ в межах територіальних вод України високі концентрації цих металів є типовими та впливають на загальну оцінку екологічного стану морської води.

За даними виконаного аналізу вмісту ТМ в морській воді у 2024 році, статус прибережного водного масиву CW5 відповідає дуже поганому екологічному стану. На рисунку 1.14 представлені значення Кз для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni), хрому (Cr), миш'яку (As), кобальту (Co), міді (Cu), цинку (Zn) та значення Кз в цілому для ТМ в поверхневому шарі води. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) доповненої з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)).

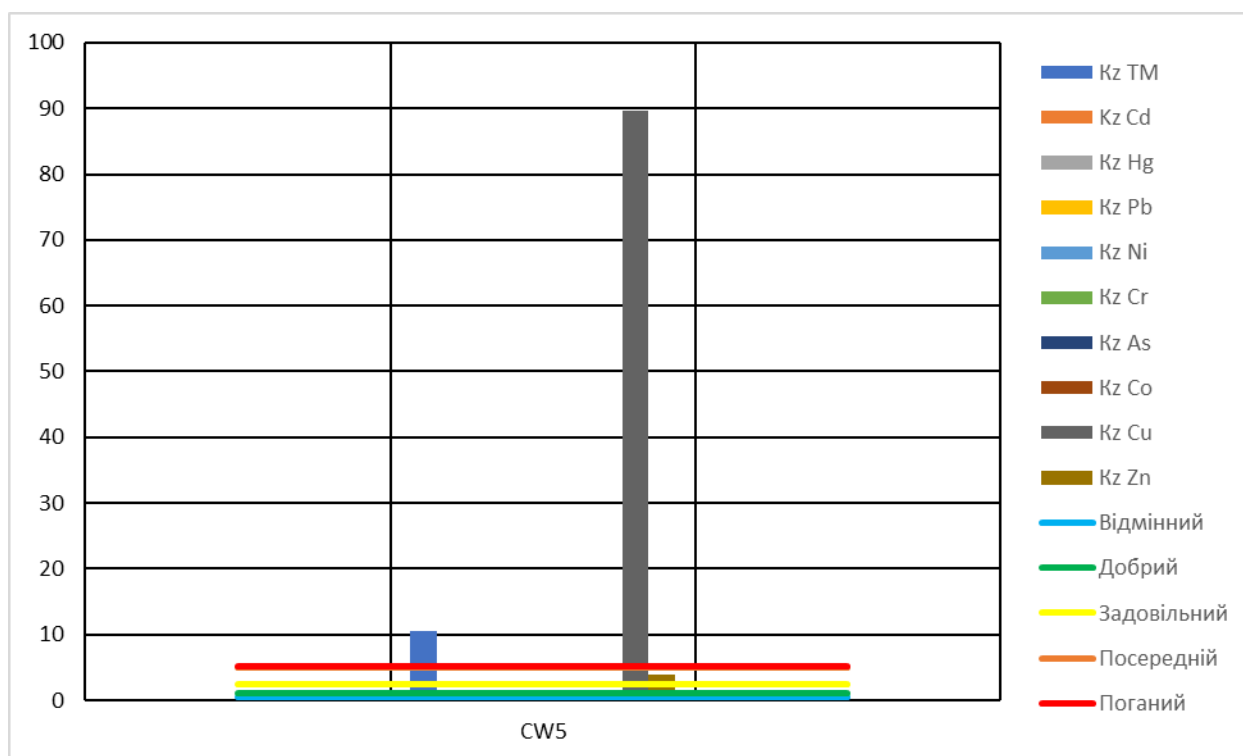


Рисунок 1.14 – Коефіцієнт забруднення Кз ТМ морської води в районі прибережного водного масиву ПЗЧМ в 2024 році

Група забруднюючих речовин сільськогосподарського походження

В таблиці 4.6 наведені середні концентрації органічних забруднювачів сільськогосподарського походження (ОЗСП) в досліджених водних тілах Чорного моря у 2024 році. В морській воді спостерігається присутність ДДТ та його метаболітів, хоча його використання заборонено Стокгольмською конвенцією від 7 лютого 1997 року.

Таблиця 4.6 – Середні концентрації ОЗСП в Чорному морі у 2024 році

| Район | ДДТ ¹ | ∑ДДТ ² | β-НСН ³ | γ-НСН ⁴ | ∑НСН ⁵ | Гексахлорбензол | Гептахлор | ∑ Ціклодієнових ⁶ |
|-------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------|------------------------------|
| | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л |
| CW5 | 1,90 | 2,22 | 0 | 0,12 | 0,27 | 0,08 | 0,49 | 0,14 |

Примітка 1. П, п-діхлордіфенілтрихлоретан.

Примітка 2. Сума ДДТ та його метаболітів.

Примітка 3. Бета гексахлорциклогексан.

Примітка 4. Гамма гексахлорциклогексан (Ліндан).

Примітка 5. Сума ліндану та його ізомерів.

Примітка 6. Сума алдріну, ділдріну та ендріну.

Виконані оцінки екологічного стану морської води в 2024 р. в районі CW5 прибережних водних масивів за коефіцієнтом забруднення Кз ОЗСП вказують на задовільний стан. Основною речовиною яка забруднює серед групи ОЗСП є гептахлор. Вміст гептахлору за показником Кз в поверхневому шарі води відповідає «дуже поганому» екологічному стану, що наведено на рисунку 1.15. В на рисунку представлені значення Кз за індивідуальними ОЗСП та середній Кз в цілому для ОЗСП в поверхневому шарі води. Оцінка екологічного стану проводилась згідно наданих максимально допустимих концентрацій в директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) доповненої з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)).

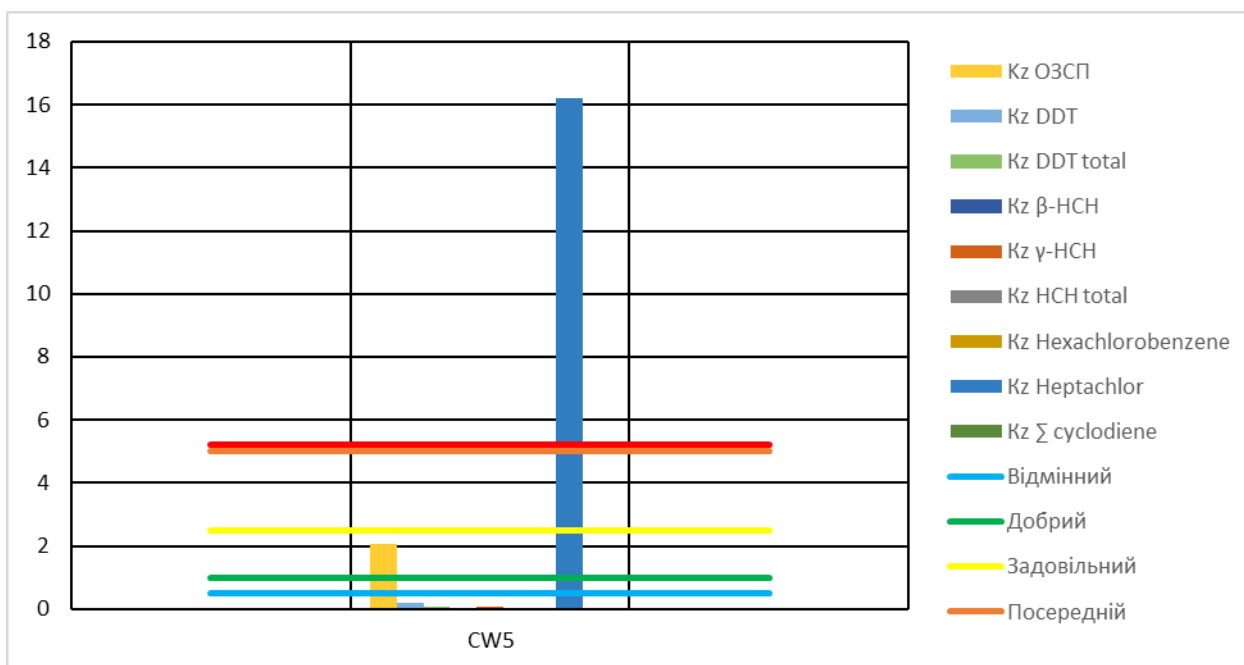


Рисунок 1.15 – Розподіл коефіцієнту забруднення Кз ОЗСП морської води в районі прибережних водних масивів ПЗЧМ в 2024 році

Група забруднюючих речовин промислового походження

В таблиці 1.7 наведені середні концентрації ОЗПП в досліджених водних масивах Чорного моря у 2024 році.

По середнім концентраціям ОЗПП в районі CW5 у 2024 році видно, що вплив витоків антропогенного навантаження промислового походження значно знизився порівняно з 2023 роком, також навантаження після підриву греблі Каховської ГЕС на цей район в воді не фіксується.

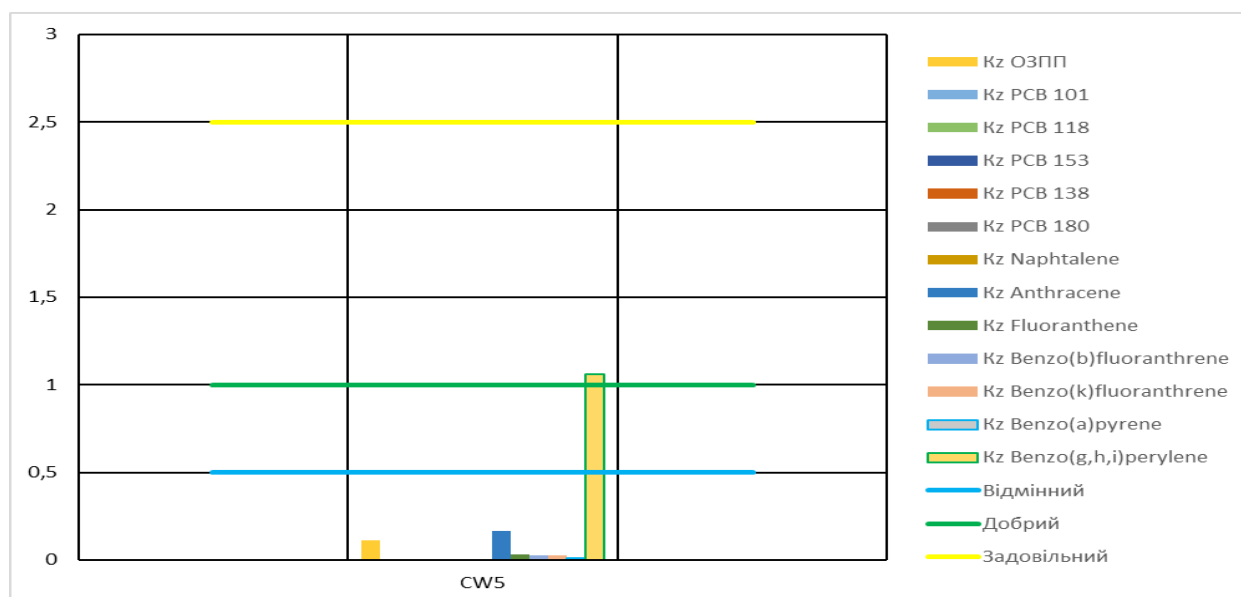
Таблиця 1.7 – Середні концентрації ОЗПП в Чорному морі у 2024 році

| Район | PCB 101 | PCB 118 | PCB 153 | PCB 138 | PCB 180 | Кз нафталіну | Кз антрацену | Кз флуорантену | Кз бензо(б)флуорантену | Кз бензо(к)флуорантену | Кз бензо(а)пірену | Кз бензо(г,х,і)перілену |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|
| | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л | нг/л |
| CW5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 1,06 |

Оцінки екологічного стану морської води виконані в 2024 р. в районі CW5 в прибережних водних масивах за коефіцієнтом забруднення Кз ОЗПП, в поверхневому шарі води відповідає: CW5 – «дуже доброму» екологічному стану. Найбільше негативно на екологічний стан в прибережному водному масиві CW5 впливає концентрація бензо(g,h,i)перілену, що наведено на рисунку 1.16.

Оскільки в директиві 2013/39/ЄС (MAC-EQS) не має обмежень по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, гранично допустимі концентрації для поліхлорованих біфенілів (ПХБ) були взяті з рекомендацій ЕАС, OSPAR SIME 2008.

Показники Кз поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) розраховувалися відповідно даних директиви 2013/39/ ЄС (MAC-EQS) доповненої з бази даних NORMAN (NORMAN Ecotoxicology Database (norman-network.com)).



Рисунк 1.16 – Розподіл коефіцієнту забруднення Кз ОЗПП морської води по районах прибережних водних масивів ПЗЧМ в 2024 році

Оцінка сумарної характеристики екологічного стану водних масивів за показниками Кз ОЗПП надана в районі CW5 відповідає ДЕЗ «дуже доброму» екологічному стану.

Виконаний аналіз поліциклічних ароматичних вуглеводнів в водному масиві CW5 у 2024 році в порівнянні з 2023 роком показав, що сума ПАВ (Σ ПАВ) практично не змінилась, бензо(а)піреновий еквівалент (B(a)Peq) та сума канцерогенних ПАВ (Σ carc ПАВ) значно знизилась, на рівень концентрацій ПАВ в водному масиві CW5 вплив катастрофа після підриву греблі Каховської ГЕС відсутній.

На рисунку 1.17 наведені сума ПАВ, бензо(а)переновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ в водних масивах ПЗШ ЧМ в поверхневому шарі морської води у 2024 році.

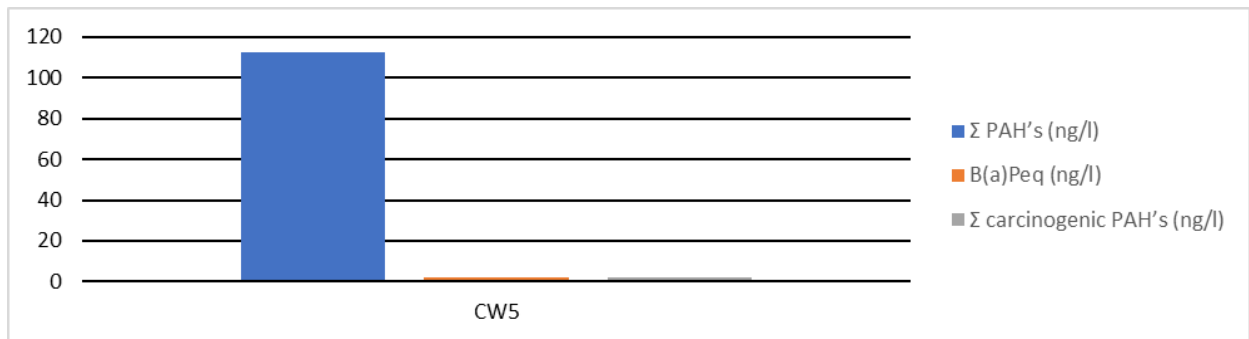


Рисунок 1.17 – Середні значення Σ ПАВ, B(a)Peq та Σ carc ПАВ у 2024 році

Забруднення нафтовими вуглеводнями

Для оцінки впливу на екологічний стан Чорного моря проведення бойових дій викликаних агресією російської федерації, потребується проведення додаткових досліджень специфічних забруднюючих речовин та суми нафтових вуглеводнів (НВ). В таблиці 1.8 наведені результати досліджень суми НВ в водному масиві CW5 по місяцях в 2024 році. Гранично допустимі концентрації (ГДК) для НВ взяті з національного законодавства та дорівнюють 0,05 мг/дм³.

Таблиця 1.8 – Концентрація НВ в водних масивах ПЗШ ЧМ в поверхневому шарі морської води у 2024 році

| Водний масив | Дата | Нафтопродукти, мг/л | |
|--------------|----------|---------------------------------|---|
| | | Станція Мис Малий Фонтан (mF_1) | Станція Чорноморський яхт-клуб Одеса (Yk_1) |
| CW5 | січень | 0,04 | 0,02 |
| CW5 | лютий | 0,105 | 0,17 |
| CW5 | березень | 0,19 | 0,12 |
| CW5 | квітень | 0,155 | 0,14 |
| CW5 | травень | 0,085 | 0,18 |
| CW5 | червень | 0,05 | 0,22 |
| CW5 | липень | 0,035 | 0,11 |
| CW5 | серпень | 0 | - |
| CW2 | вересень | 0,015 | 0,03 |
| CW5 | жовтень | 0,04 | 0,03 |
| CW5 | листопад | 0,02 | - |
| CW5 | грудень | 0,015 | - |

Як видно з таблиці 1.8 в водному масиві CW5 ПЗШ ЧМ в поверхневому шарі морської води концентрації НВ перевищують ГДК в лютому, березні, квітні, травні, червні на станції Мис Малий Фонтан та Чорноморський яхт клуб Одеса.

На рисунку 1.18 наведено тренд мінливості концентрації НВ на станціях відбору в водному масиві CW5.

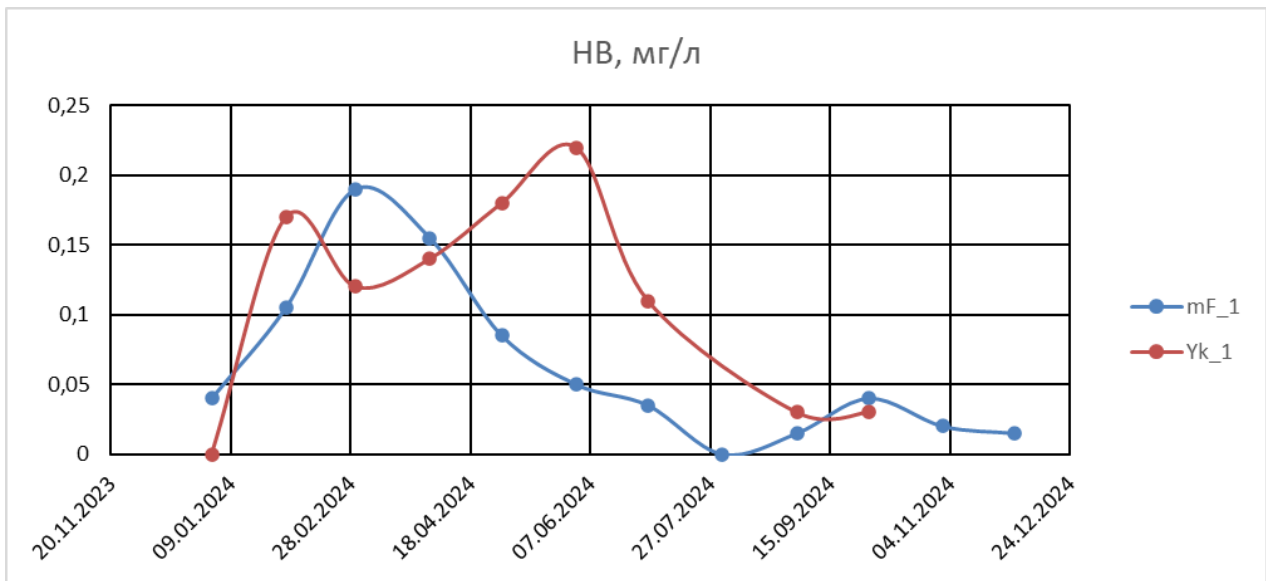


Рисунок 1.18 – Мінливість концентрації НВ на станціях відбору в водному масиві CW5

Як видно з рисунку 1.18 в зимові та літні місяці 2024 року концентрації НВ на станції відбору проб Y_k_1 мають пікові значення, це обумовлено особливістю розташування станції відбору проб, обмежений водообмін з відкритою частиною моря, штормові погодні умови (вимучування донних осадів) та сповільненою біологічною діяльністю (споживання поживних речовин). На станції відбору проб mF_1 , де не має перешкод в водообміні з відкритим морем, пікові значення концентрацій НВ спостерігаються в зимові місяці 2024 року.

2 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ

В межах Одеського регіону гідробіологічний моніторинг 2024 році проводився на підставі регулярних спостережень, з періодичністю раз на тиждень – планктонні проби (координати станцій наведено в таблиці 1.4). В січні, квітні-травні та вересні-жовтні – проводився відбір бентосних проб.

Стан морських біоценозів визначається показниками загального біорізноманіття, таксономічного і видового багатства планктонних та бентосних організмів, а також кількісними характеристиками видів-індикаторів. Особливо велике різноманіття гідробіонтів спостерігається в прибережних районах на малих глибинах.

Фітопланктон. В альгоценозі прибережної зони Одеського регіону у 2024 році було ідентифіковано 213 видів та надвидових таксонів планктонних мікроводоростей, що відносяться до 13 класів фітопланктону: Bacillariophyceae (46 %), Dinophyceae (26 %), Cyanophyceae (6,5 %), Chlorophyceae (12 %), Chrysophyceae (2 %), Cryptophyceae (2,5 %). Решта видів становила 5 %.

Взимку 2024 року у січні домінувала крупноклітинна діатомея *Ditylum brightwellii* (T. West) (92% біомаси проби), у лютому – *S. costatum* та декілька видів роду *Chaetoceros*.

Навесні було декілька випадків зниження солоності води до 7-8 опс, що супроводжувалося домінуванням прісноводних зелених водоростей, зокрема *M. contortum* (70% чисельності проби). При підвищенні солоності до 16-17 опс відмічалися дінофітові водорості, домінував рід *Heterocapsa*.

У липні у пробах з'явився *Lingulaulax polyedra* (F. Stein), а у вересні-жовтні його кількість вже досягла рівня «червоного припливу» з сильною флюоресценцією моря та бурими плямами «цвітіння». У «червоному припливі»

брали участь і види роду *Protopteridinium*, які скупчувалися у плями від рожевого до пурпурного кольору.

Співвідношення чисельності мікроводоростей за систематичними групами у 2024 році представлено на рисунку 2.1, а їхніх біомас – на рисунку 2.2.

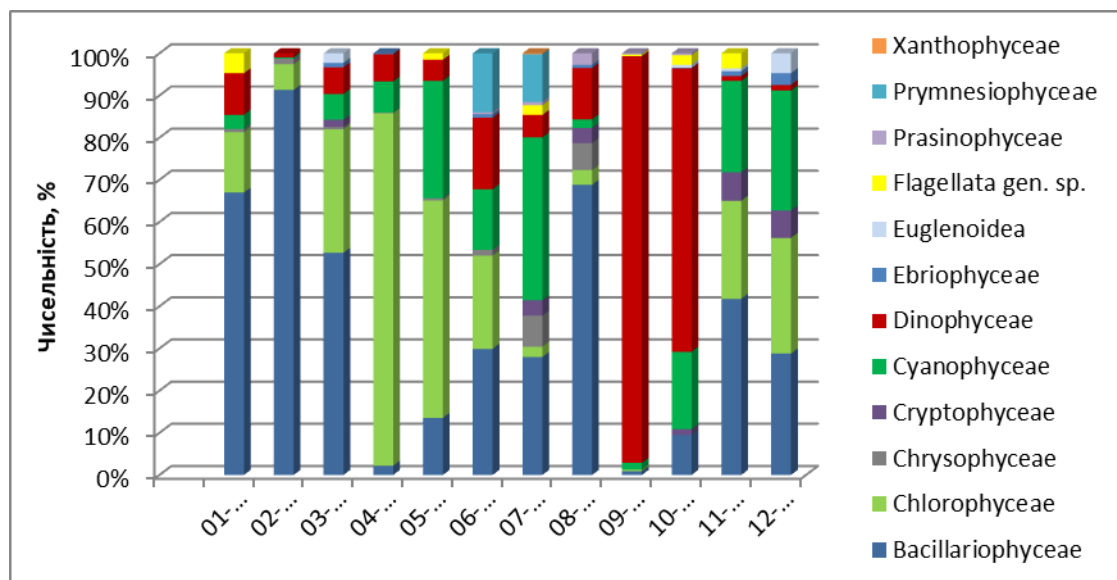


Рисунок 2.1 – Співвідношення чисельності мікроводоростей у 2024 році за систематичними групами по місяцях

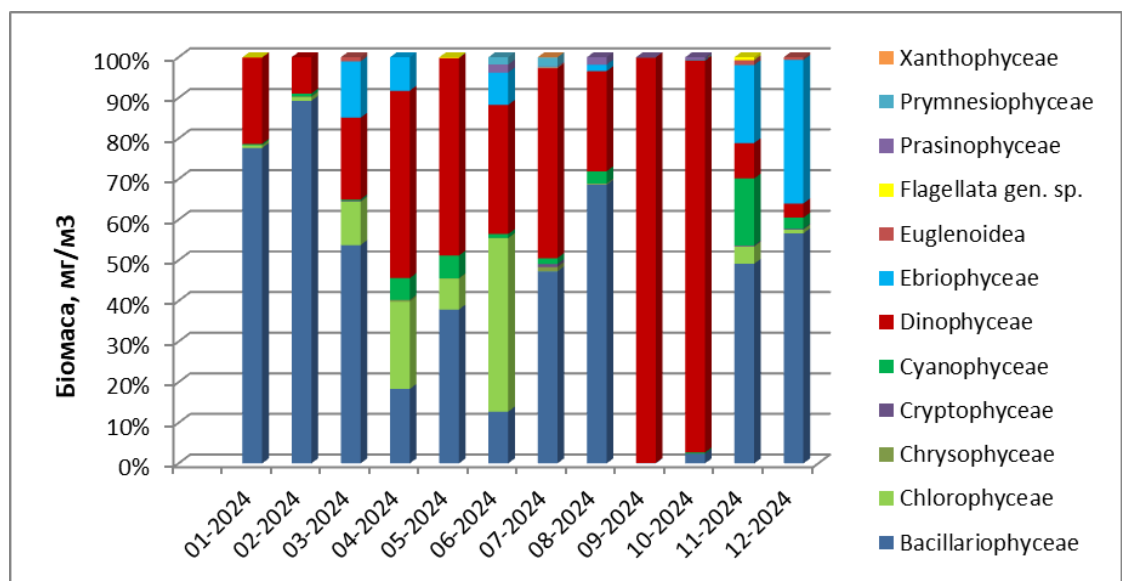


Рисунок 2.2 – Співвідношення біомаси мікроводоростей у 2024 році за систематичними групами по місяцях

Велика кількість динофітових водоростей є характерною ознакою для осіннього сезону, але у 2024 році їхнє домінування супроводжувалося дуже малою кількістю діатомових. Восени 2024 року «цвітіння» води було спричинено довготривалими «червоними припливами» викликаними переважно токсичною динофітовою водоростю *Lingulaulax polyedra*. В цілому за рік стан акваторії ОМР відповідав «доброму» екологічному стану.

Пігмент хлорофілу-а. Середньосезонні значення концентрацій хлорофілу а в 2024 році варіювали від $1,64 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ до $2,46 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$. Найбільші середньосезонні значення були зафіксовані навесні, найменші – восени. Середні значення концентрацій хлорофілу-а взимку та влітку становили $2,35 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ та $1,81 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$, відповідно.

Як мінімальні ($0,42 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$, 17.01.2024), так і максимальні ($5,80 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$, 14.02.2024) річні значення концентрацій хлорофілу-а виявлено в зимовий період (рис. 2.3). За виключенням піку в лютому, значення хлорофілу-а протягом року не перевищували $4,5 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$. В цілому, концентрації фотосинтетичних пігментів в 2024 році характеризувалися більш низькою, порівняно з іншими роками, мінливістю, без яскраво виражених піків. Це може свідчити про стабілізацію морської екосистеми після катастрофічних наслідків, пов'язаних з Каховською катастрофою.

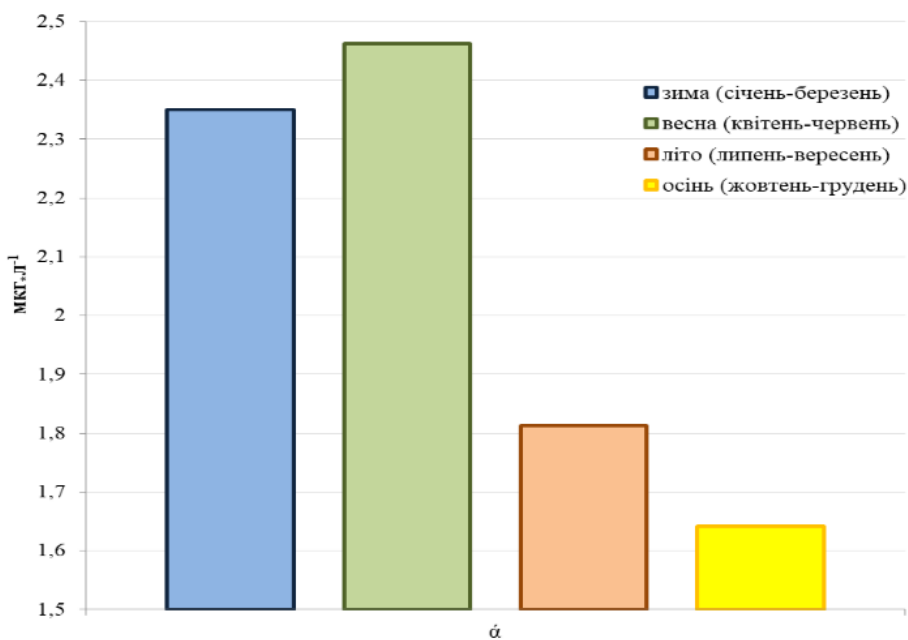


Рисунок 2.3 – Середньосезонні значення хлорофілу-а в 2024 році
(мис Малий Фонтан)

Незважаючи на деяке покращення екологічного стану у порівнянні з 2022 та 2023 роками, середньосезонні значення концентрації хлорофілу-а в прибережній зоні Одеського морського регіону протягом всіх чотирьох сезонів 2024 року відповідали «задовільному» екологічному статусу, не відповідали ДЕС.

Зоопланктон. Протягом 2024 року в ОМР було ідентифіковано 76 таксонів рангів виду та вищих морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів зоопланктону.

Оснoву різноманіття склали веслоногі ракоподібні (29 таксонів), до яких відносяться ряди Calanoida (9 таксонів), Cyclopoidea (6 таксонів) та Harpacticoida (14 таксонів). Але, здебільшого, це були одиничні знахідки немасових видів, постійно були присутні ракоподібні з родів Acartia Dana, 1846 та Oithona Baird, 1843, які формували загальну чисельність і біомасу в групі. Коловертки налічували 13 таксонів у своєму складі, постійно зустрічалися

тільки види з роду *Synchaeta*: *S. baltica* Ehrenberg, 1834 та *S. vorax* Rousselet, 1902 (регулярна присутність з 2023 року), інші були присутні сезонно.

Також було зафіксовано по 10 представників меропланктону (впродовж року постійно були присутні в пробах личинки вусоногих раків, молюсків, червів) та інших, 7 видів гіллястовусих ракоподібних (частіше за інших зустрічався вид *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859), 5 таксонів желетілих і 2 таксони найпростіших (*Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 та *Tintinnina* Kofoid & Campbell, 1929 sp.). Таксономічний склад мезозoopланктону у прибережній зоні ОМР по роках можна побачити на рисунку 2.4.

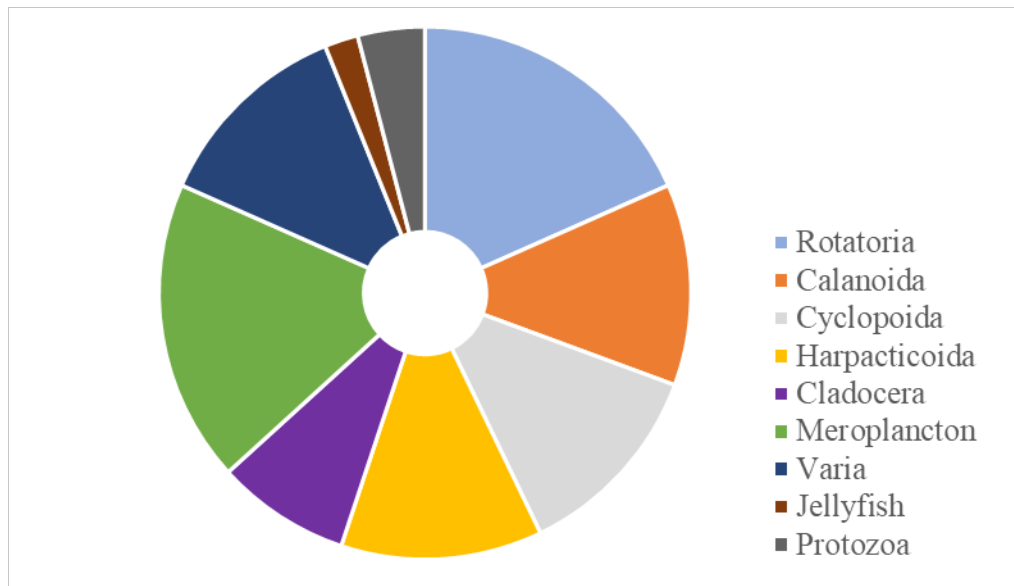


Рисунок 2.4 – Таксономічний склад мезозoopланктону в Одеському регіоні у 2023 році

Оцінка стану акваторії відбувалася за інтегральним індексом зоопланктону (IZI), який комплексно оцінює стан водного середовища за показниками зоопланктону – загальною біомасою, індексом різноманіття Шеннона, часткою копепод, ноктіллюки та желетілих у загальній біомасі. Протягом 2024 року індекс варіював від 0,004 у липні до 0,504 у листопаді, та склав у середньому за рік 0,219. Загалом, екологічний стан акваторії цього року можна охарактеризувати як «Поганий».

Макрозообентос. У 2024 році макрозообентос прибережної зони ПЗЧМ мав низьку видову різноманітність – 3-4 види на пробу. Максимальна та мінімальна кількість видів становила 8 і 1 відповідно на піщаному субстраті. Однаковий видовий склад спостерігався на різних субстратах (пісок, черепашник) у різні пори року. Низька кількість видів у пробах (індекс Шеннона варіював від 0 біт • екз⁻¹ до 1,9 біт • екз⁻¹) не дає можливості коректно розраховувати й інтерпретувати дані індексів оцінки якості середовища – АМВІ і mAMВІ.

Аналіз угруповань *Mytilus galloprovincialis*, *Abra nitida* та *Polychaeta varia* за індексом АМВІ показав, що їх екологічний стан варіював у межах «трохи порушеного». Незначна видова різноманітність, низькі значення індексу Шеннона (0,35-1,79 біт • екз⁻¹) та індексу m-AMВІ (0,31-0,39) свідчать про нестабільність екосистеми та можливі антропогенні впливи, зокрема після руйнування Каховської ГЕС на досліджувану акваторію. Таким чином, на основі сукупності індексів уся досліджена ділянка моря не відповідає критеріям ДЕС.

Проведені дослідження показали, що за період 2022–2024 років відбулося помітне зменшення чисельності, видової різноманітності та загального екологічного стану макрозообентосу. Подальші дослідження необхідні для оцінки довгострокових змін та адаптації екосистеми до нових умов.

Макрофітобентос. Протягом 2024 року було відібрано та оброблено 87 кількісних і якісних проб макрофітобентосу та фітоперифітону. На досліджених ділянках було виявлено всього 24 види макроводоростей. Із виявленого різноманіття макрофітів Одеського регіону до відділу Chlorophyta відносяться 13 видів (54,2 %), Rhodophyta – 8 (33,3 %), Phaeophyta – 3 види (12,5 %).

Визначені макрофіти належать до 5 класів, 9 порядків, 14 родин, 16 родів. Найбільшим числом видів представлені роди *Ulva* – 4 види, *Cladophora* – 3 види,

Ceramium, *Ulvela*, *Acrochaetium* – по 2 види. Решта родів (11) мають по 1 представнику. Таке переважання у складі досліджуваної альгофлори одновидових родин (одинадцять) свідчить про її спрощений склад.

Провідними родинами за період досліджень були *Ulvaceae* – їхня доля становить близько 16,66 %, *Cladophoraceae* – 12,5 %, *Ceramiales*, *Ulvellales*, *Acrochaetiales* – близько 8,33 %, інші – близько 4,17 %.

В цілому, в умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних вод Одеської затоки у всіх досліджуваних акваторіях переважали зелені водорості.

Для оцінки екологічного стану найбільш показовим є такий морфофункціональний показник макрофітобентосу, як питома поверхня трьох домінантів (S/W)3Dp. Він відображає інтенсивність продукційного процесу, пов'язаного зі станом морського середовища, перш за все евтрофікацією. За цим морфофункціональним показником район можна віднести до «поганого» класу. За інтегральним результатом оцінки Екологічного Статусу Класу (Індекс екологічної активності трьох домінантів (S/W)3Dp, м²·кг⁻¹, Індекс середньої питомої поверхні структурних елементів макрофітів (S/W) x, м²·кг⁻¹, Індекс поверхні фітоценозу (SIph)) район досліджень можна віднести до «задовільного» класу.

Для оцінки екологічного стану акваторій за двома категоріями GES – NotGES (відповідно до вимог MSFD) вибрано три типи морфофункціональних індикаторів макрофітів, для яких визначено порогові значення: екологічна активність трьох домінантів (S/W)3Dp, середня екологічна активність видів (S/W)x та відсоток чутливих видів (Ssp), % (для яких S/Wp = 5-25 м²·кг⁻¹). За морфофункціональними показниками макрофітів стан даної акваторії ближче до GES, крім відсотка чутливих видів. Взагалі в прибережних водах Одеського регіону зустрічаються дуже мало чутливих видів, у яких (S/W)x, м²·кг⁻¹ ≤ 25.

Це *Punctaria latifolia* Greville, 1830, *Chaetomorpha linum* (O.F.Müller) Kützing, 1845 *Zostera noltii* Hornemann, 1832, *Zostera marina* Linnaeus, 1753.

Мікрофітобентос. Протягом 2024 року в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, черепашник) та пухких (пісок) субстратів досліджених прибережних акваторій було зареєстровано 134 види водоростей, які належали до 8 класів (рис. 2.5). Серед них переважали діатомеї – 88 видів (65,7 % від їх загальної кількості).

Найширше представлені були полі- та мезогалобні і \square -мезосапробні види родів *Nitzschia*, *Navicula*, *Cocconeis*, *Lyrella*. Представників родів *Achnanthes* і *Diploneis* було дещо менше. Кількість дінофітових водоростей зросла в 1,5 рази порівняно з минулим роком і становила 21 вид (15,7 %). Вони, в основному, відносилися до родів *Gymnodinium* та *Prorocentrum*. Синьо-зелених водоростей було 19 видів (14,2 %). Більшість з них належала до родів *Merismopedia* (масово розвивалися на піску), *Calothrix* та *Phormidium* (найбільш численними та масовими були на бетоні). Поодинокі траплялися осілі на дно планктонні мікрофіти, зокрема ціанопрокаріоти роду *Chroococcus*, дінофітові роду *Tripos*, діатомеї роду *Chaetoceros*. Серед синьо-зелених, дінофітових та діатомових водоростей 11 видів були потенційно токсичними. Це, зокрема, ціанопрокаріоти *Microcystis aeruginosa* та *Microcystis* sp., дінофітові *Dinophysis sacculus*, *Lingulaulax polyedra*, *Prorocentrum cordatum*, *P. compressum*, *P. micans*, *Scrippsiella acuminata*, діатомеї *Halamphora coffeaeformis* і *Pseudo-nitzschia delicatissima*. Кількість потенційно токсичних видів мікрофітів зменшилась у 1,4 рази відносно показника 2023 року.

Загальна кількість знайдених видів мікрофітів дещо скоротилася порівняно з попереднім роком, зокрема за рахунок синьо-зелених, діатомових та зелених водоростей. Водночас, вміст дінофітових водоростей в 1,5 рази перевищував минулорічний показник.

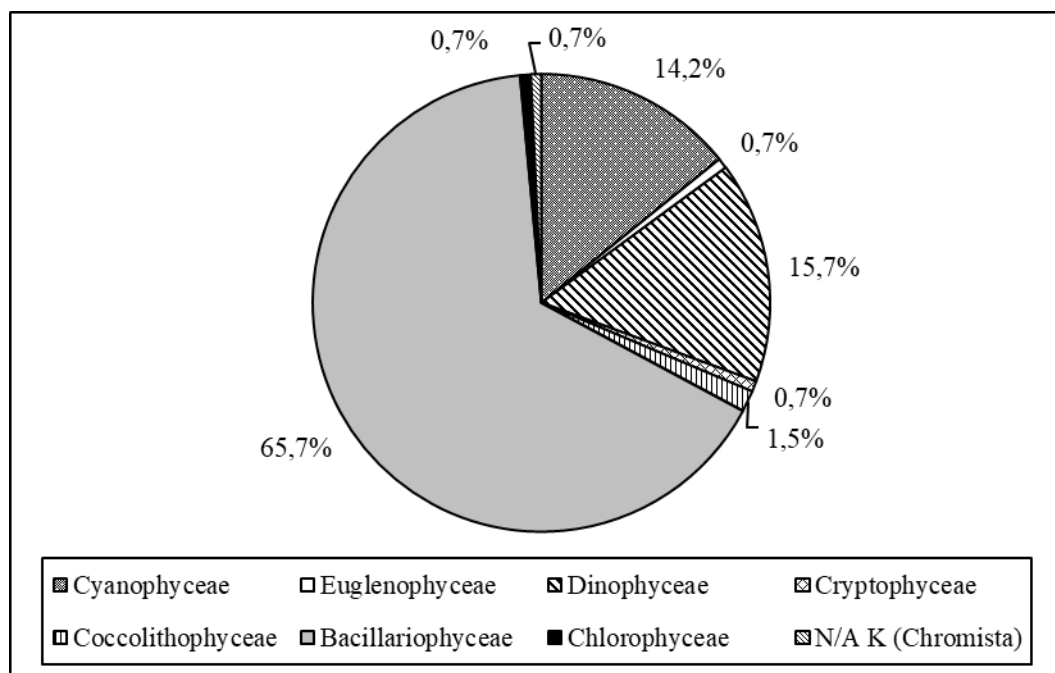
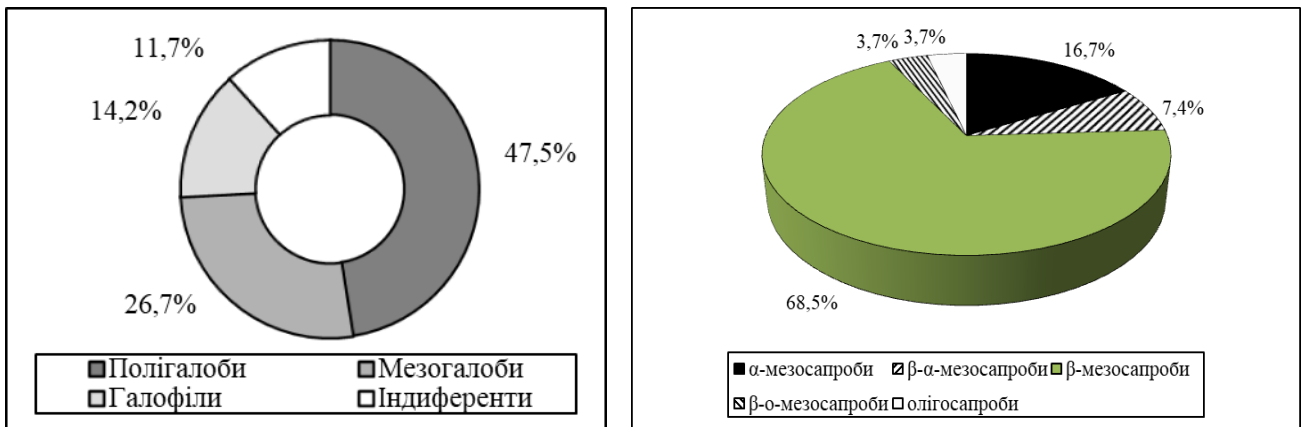


Рисунок 2.5 – Таксономічний склад мікрофітобентосу у 2024 році
(у % від загальної кількості знайдених видів)

Як і у попередні роки, стосовно солоності води знайдені види мікрофітів були, здебільшого, полігалобами – 47,5 % (рис. 2.6а). Це, здебільшого, представники діатомових, дінофітових та золотистих водоростей. Їхня кількість зменшилася у 2023 році, а у 2024 – навпаки, дещо зростала. Олігогалобів (галофілів і індіферентів) було найбільше в 2023 році, через зниження солоності води внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС.

В угрупованнях мікрофітобентосу досліджених акваторій Одеського прибережжя у 2024 році було знайдено 54 види-індикатори сапробності. Більшість серед них становили β-мезосапроби (68,5 %), що свідчить про помірний характер органічного забруднення чорноморських вод (рис. 2.6б).



а)

б)

Рисунок 2.6 – Галобіонтний (а) та сапробіонтний (б) склад мікрофітобентосу акваторії в 2024 році (% від кількості знайдених видів)

Кількість сапробіонтних видів в угрупованнях бентосних мікроводоростей дещо зменшилась порівняно з минулими роками, здебільшого, за рахунок β-мезосапробів – в 1,2-1,5 рази (рис. 2.6б). Менше стало й α- та β-α-мезосапробів. Показники слабого забруднення та чистих вод (0-β-мезосапроби та χ-β-сапроби) у нинішньому році були відсутні.

Виконана оцінка екологічного стану довкілля акваторії за шкалою та класами трюфності по показниках загальної чисельності клітин водоростей в угрупованнях мікрофітобентосу твердих субстратів показала, що характеристика розвитку донних мікроводоростей цілком відповідає «доброму» екологічному стану вод.

Оцінка загибелі китоподібних. Одним із важливих напрямків досліджень у 2024 році були спостереження та оцінка загибелі китоподібних, які є кінцевими хижаками морської екосистеми і індикаторами її стану.

За 2024 р. зібрано відомості та ілюстративні матеріали про 49 викидів китоподібних на чорноморське узбережжя України. Ці відомості:

- включають викиди мертвих та живих тварин (останнє є важливою ознакою, що може вказувати як на епізоотію, так і на акустичну травму);
- включають тільки випадки, підтвержені фото або відеоматеріалами;
- не включають відомі випадки з азовського узбережжя.

Протягом 2017-2024 років зафіксовано 598 випадків знахідок загиблих і викидів живих китоподібних на берегах України, з них 535 – на чорноморському узбережжі України (рис. 2.7).

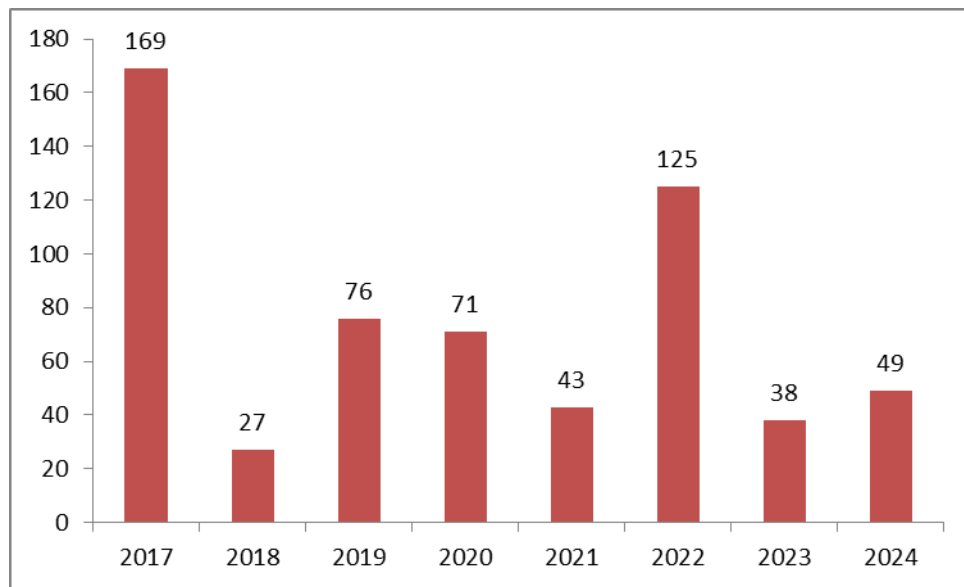


Рисунок 2.7 – Річний розподіл загальної кількості зареєстрованих викидів китоподібних на українське узбережжя в 2017-2024 роках

Загалом 2024 рік характеризується деяким підвищенням загибелі у порівнянні з 2023 роком. Проте загибель лишається низькою, та її рівень досі нижчий за середньорічний рівень у 2019-21 роках, подібний до 2021 року. Максимум випадків загибелі припав на весну – період від лютого до квітня – і кримський регіон, райони південного і південно-західного Криму. Це співпало за часом з повідомленнями про викиди загиблих тварин з Туреччини і Грузії.

У видовому складі 28 % складає морська свиня *Phocoena phocoena relicta*, 10% – звичайний дельфін *Delphinus delphis ponticus*, 11% – афаліна *Tursiops truncatus ponticus* (рис. 2.8). Це відрізняється від попередніх років високою часткою викидів афалін; проте, значущість змін не виявлена.

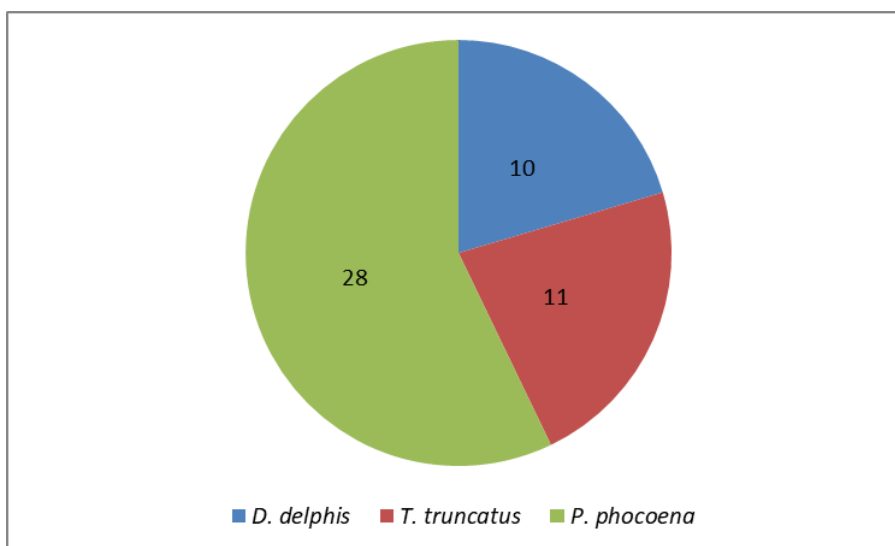


Рисунок 2.8 – Повидовий склад викидів китоподібних на Чорноморське узбережжя України у 2024 р. (у відсотках)

За результатами аналізу даних і макроанатомічного дослідження досі не виключено жодну з початкових гіпотез щодо можливих причин подій загибелі китоподібних. Лабораторні дослідження тривають. Таким чином, можливими залишаються наступні причини:

Спалах інфекційного захворювання, викликаний вірусним, бактеріальним або іншим збудником чи декількома збудниками (комбінована інфекція).

Акустична травма внаслідок дії вибухів (пусків ракет), радарів (зокрема, підводних човнів), інших джерел підводного чи надводного шуму.

Отруєння (ракетне пальне, інше).

Стрес і відлякування від місць живлення. Зокрема, це могло призвести до підвищення загибелі у знаряддях рибальства в інших краях (Туреччині тощо).

Переміщення риби – і відповідне погіршення оселищ. Це так само могло призвести до підвищення загибелі у знаряддях рибальства в інших краях (Туреччині тощо).

Комплекс чинників – найбільш ймовірний сценарій, що враховує різноманіття проявів загибелі.

Всі наявні гіпотези в цілому свідчать про руйнівний вплив дій РФ на стан популяцій китоподібних. Можливим також є вплив на китоподібних розливу нафтопродуктів від затонулих танкерів 15 грудня в Керченській протоці. Попри очевидні ризики коротко- і довгострокової дії і численні відомості про знахідки загиблих китоподібних у грудні 2024 року у берегів Кавказу, на берегах України за грудень 2024 року таких відомостей не надходило. Необхідно продовження моніторингових заходів у 2025 році з урахуванням цього чиннику ризику. Також слід розглядати наслідки розливу нафтопродуктів як результат небойових дій, пов'язаних зі збройною агресією РФ на Чорному морі.

Потенційно вплив збройної агресії РФ на морських ссавців у разі викриття певних обставин може бути кваліфікований як екоцид. Оскільки китоподібні є кінцевими хижаками морської екосистеми, то їх масове знищення впливає на стан екосистеми в цілому.

3 ОЦІНКА СТАНУ ГІДРОБІОЦЕНОЗУ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ОСТАННІ ТРИ РОКИ

Повномасштабне вторгнення суттєво вплинуло, в тому числі, і на стан екосистеми Чорного моря. Перш за все, на це відреагували представники пелагічних біоценозів, популяції автотрофних та гетеротрофних організмів.

Стан планктонних мікроводоростей в 2022-2024 роках. В 2022-2024 рр. в альгоценозі прибережної зони Одеського регіону було відмічене 213 видів і різновидів мікроводоростей, що відносяться до 13-ти класів фітопланктону. Основу склали представники Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Ebriophyceae, Euglenoidea і Flagellata (рисунок 3.1).

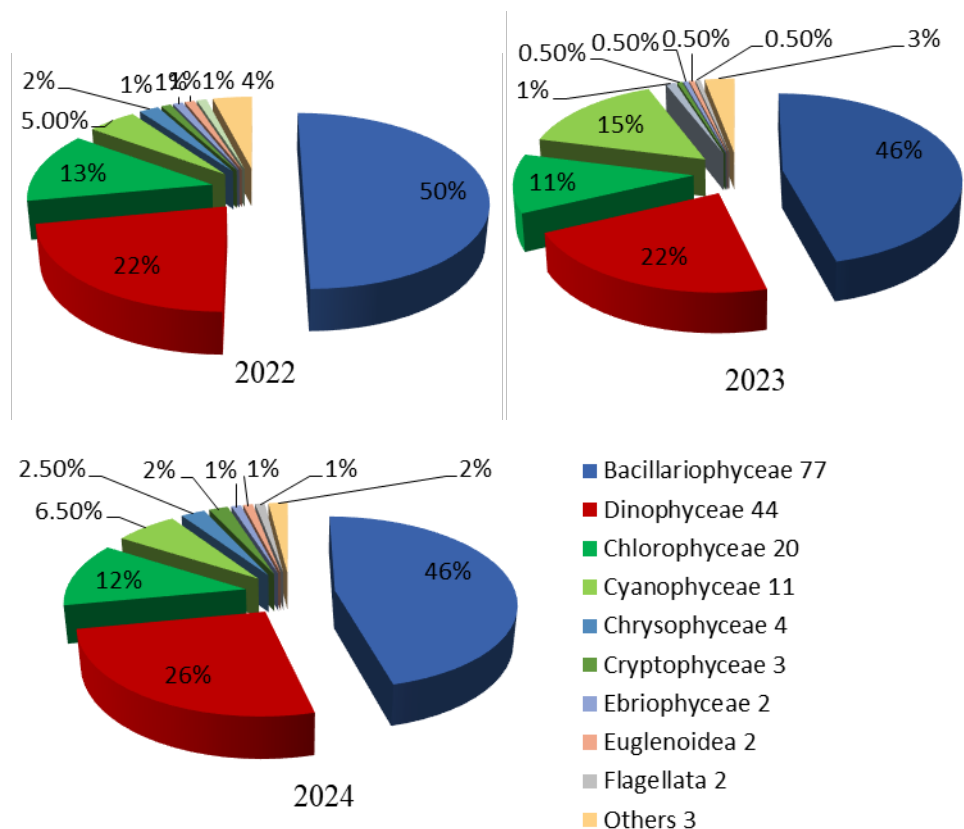


Рисунок 3.1 – Таксономічна характеристика фітопланктонного угруповання Одеського регіону у 2022, 2023 та 2024 роках

У 2022 році Bacillariophyceae склали 50 % визначених таксонів, Dinophyceae – 22 %, Chlorophyceae – 5 %, Cyanophyceae – 13 %, Chrysophyceae – 2 %, а Cryptophyceae, Ebriophyceae, Euglenoidea і Flagellata – по 1 %. Решта видів склали 4 %.

У 2023 році Bacillariophyceae становили 46 % знайдених видів, Dinophyceae – 22 %, Chlorophyceae – 15 %, Cyanophyceae – 11 %, Chrysophyceae – 2 %, а Cryptophyceae, Ebriophyceae, Euglenoidea і Flagellata – по 0,5 %. Інших видів було 3 %.

У 2024 році Bacillariophyceae склали також 46 % визначених таксонів, але частка Dinophyceae виросла до 26 %, вміст Chlorophyceae зменшився до 12 %, а Cyanophyceae – до 6,5 %. Частка Chrysophyceae склали 4 %, Cryptophyceae – 2,5 %, Ebriophyceae, Euglenoidea і Flagellata – по 1 %). Решта видів становила 2 %.

Влітку 2023 року після катастрофи на Каховській ГЕС спочатку було екстремальне цвітіння синьозелених (40 % чисельності проби) та зелених (9 %) прісноводних водоростей на фоні зниження солоності води. Після чого з'явилося багато дінофлагелят різних родів (20 % біомаси проби) та ціанобактерій (46 % чисельності проби), серед яких почали домінувати коккові форми, на відміну від нитчастих, які домінували до підриву дамби Каховської ГЕС.

Дослідження кількісних показників фітопланктону прибережної зони Одеського регіону у 2022–2024 роках показало приблизно такі ж низькі значення, що і у попередні роки, за винятком «зеленого припливу» після Каховської трагедії та «червоного припливу» в кінці літа – на початку осені 2024 року.

Середньорічна чисельність у 2022 році склала 83 тис. кл/л, у 2023 – 904 тис. кл/л, а у 2024 році – 369 тис. кл/л. В середньому за три роки вона складала

452 тис. кл/л, а за 2022 та 2024 – 226 тис. кл/л. Середня чисельність за попередні три роки (2019-2021) була 242 тис. кл/л (рис. 3.2).

Середньорічна біомаса у 2022 році складала 182,12 мг/м³, у 2023 році – 759 мг/м³, а у 2024 році – 792 мг/м³, в середньому за ці роки дорівнюючи 582,45 мг/м³, що у 1,8 рази більше ніж у попередні 3 роки та у 2,4 рази більше порівняно з останніми 2 роками (рис. 3.3).

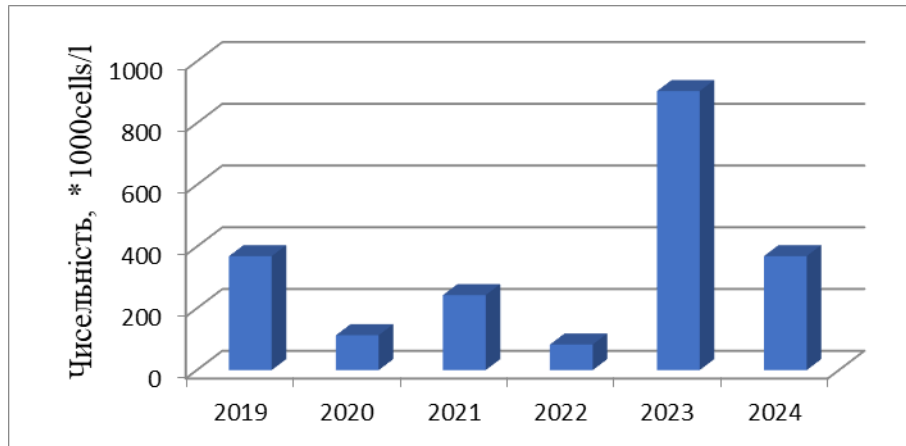


Рисунок 3.2– Середньорічна чисельність фітопланктону в Одеському регіоні у 2019 – 2024 роках

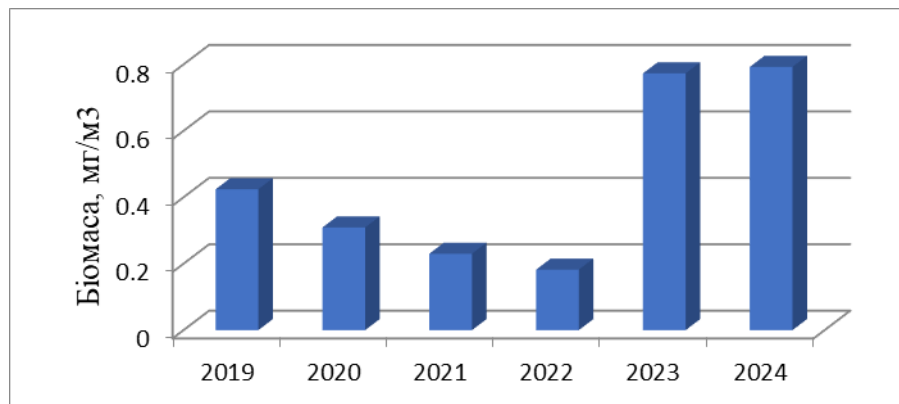


Рисунок 3.3 – Середньорічна біомаса фітопланктону в Одеському регіоні у 2019 – 2024 роках

Впродовж всіх трьох років спостережень екологічний стан моря за сукупністю критеріїв розроблених для фітопланктону був «добрим».

Динаміка концентрації хлорофілу а в прибережній зоні міста Одеса в 2022-2024 роках. На рисунку 3.4 представлено динаміку концентрації хлорофілу а у прибережній зоні м. Одеса за період із початку 2022 року до квітня 2024

року. Зміни хлорофілу а як індикатора кількісного розвитку фітопланктону, відображають зміни екологічного стану водного середовища.

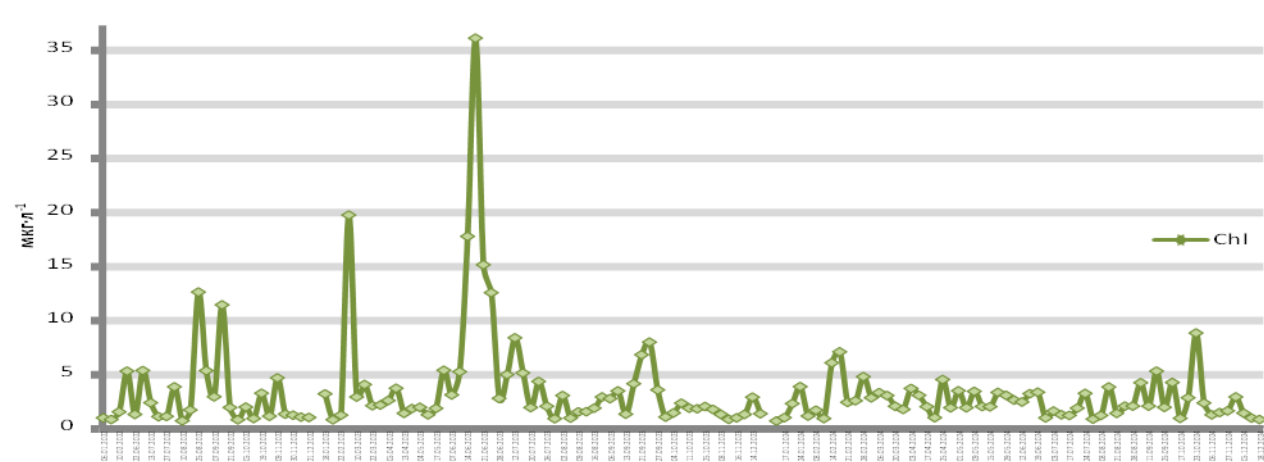


Рисунок 3.4 – Динаміка концентрації хлорофілу а в прибережній зоні міста Одеса в 2022-2024 роках

В цілому, ця динаміка свідчить про характерну для ПЗЧМ сезонну динаміку. Сплески концентрації хлорофілу а зазвичай спостерігалися у весняно-літній період, що пов'язано з активізацією фотосинтетичних процесів фітопланктону в умовах підвищеної температури та збільшення річкового стоку, насиченого біогенними речовинами. В інші сезони, особливо восени та взимку, рівні вмісту хлорофілу були стабільно низькими, переважно не перевищували 2-5 мкг·л⁻¹.

Кінець 2022 року характеризувався стабільними значеннями концентрації хлорофілу а з окремими коливаннями цього показника на рівні 2-7 мкг·л⁻¹. На початку березня 2023 року спостерігався нетиповий сплеск (до 20 мкг·л⁻¹), можливо, зумовлений локальною евтрофікацією.

На початку червня 2023 року концентрація досягла максимуму, перевищивши 35 мкг·л⁻¹, що є найвищим значенням за весь період, який аналізувався. Це аномальне підвищення було пов'язано з катастрофою на Каховській гідроелектростанції внаслідок подриву її російськими окупаційними військами.

У першому кварталі 2024 року концентрація хлорофілу а залишалася помірною без яскраво виражених піків. Це може свідчити про стабілізацію екосистеми ПЗЧМ після катастрофічних наслідків умов, пов'язаних з Каховською катастрофою.

Середнє значення хлорофілу а за період 2022-2024 рр. становило $3,02 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ (рис. 3.5).

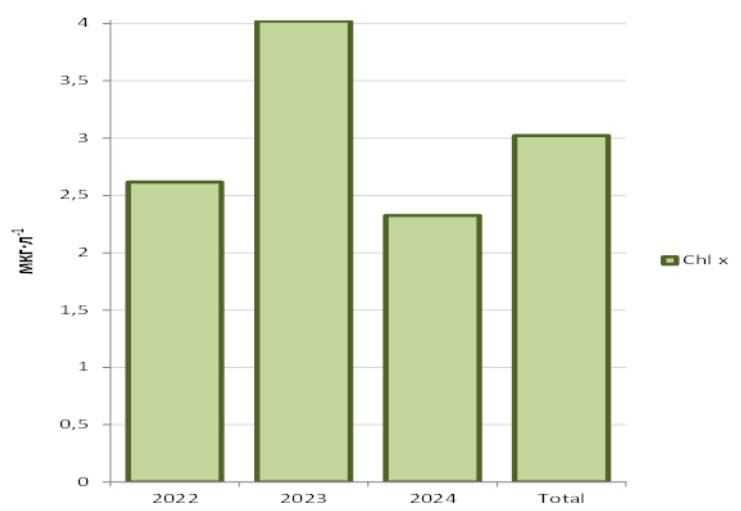


Рисунок 3.5 – Мінливість середніх концентрацій хлорофілу а в прибережній зоні міста Одеса в 2022-2024 роках

Аналіз середньорічних значень цього показника демонструє пікове зростання у 2023 році на тлі більш стабільних значень у 2022 і 2024 роках, що відображає динамічність вплив бойових дій на екологічні процеси у прибережній зоні Одеси.

Середнє значення концентрацій хлорофілу а у 2022 році ($2,62 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$) відображає помірний рівень розвитку фітопланктону і свідчить про відносно стабільну екологічну ситуацію (рис. 3.5).

Внаслідок підриву Каховської дамби і надходження в прибережну зону м. Одеси великої кількості біогенних речовин у 2023 році було виявлено найвище значення за період, який аналізувався ($4,02 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$). Це може бути пов'язане з піковим розвитком фітопланктону і «цвітінням» води.

Оцінка екологічного стану в прибережній зоні Одеського морського регіону на підставі середньосезонних значень концентрації хлорофілу а виявила статус «Задовільний» протягом всіх чотирьох сезонів 2024 року. При порівнянні з аналогічними показниками 2022 і 2023 років це свідчить про відносне покращення екологічного стану в 2024 році.

Стан зоопланктону. Протягом 2022 – 2024 років в Одеському морському регіоні було ідентифіковано 76 таксонів рангів виду та вищих морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Найбільша кількість видів (71 представник) була відмічена у 2023 році, коли через підлив дамби Каховського водосховища відбувся швидкий приплив прісної води з Дніпра і біля берегів Одещини ресструвалися річні види, які раніше не зустрічалися в цьому ареалі. В той же час були відмічені найвищі за три роки показники чисельності й біомаси зоопланктону. Динаміка кількісних показників чисельності і біомаси показана на рисунках 3.6 та 3.7.

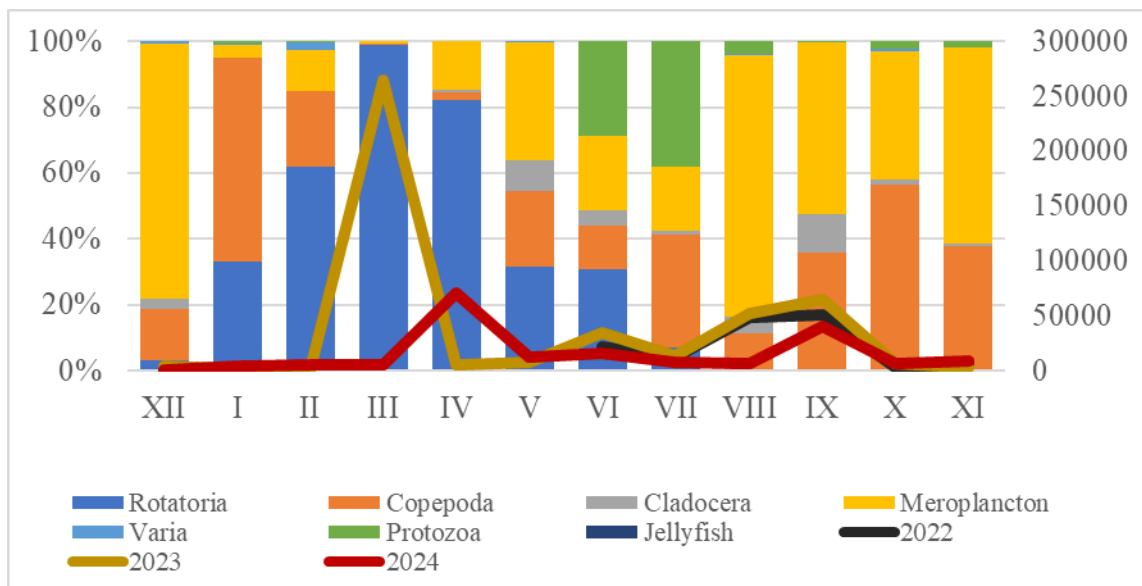


Рисунок 3.6 – Річний хід чисельності мезозоопланктону та частка окремих груп в загальній чисельності протягом 2022-2024 років

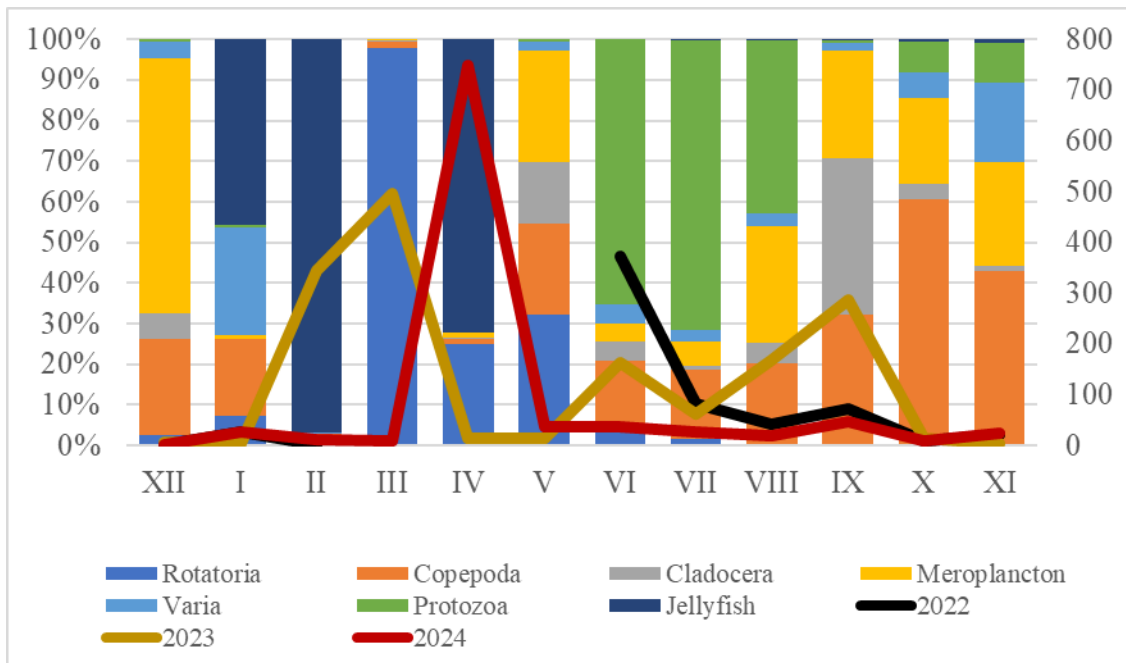


Рисунок 3.7 – Річний хід біомаси мезозoopланктону та частка окремих груп у загальній біомасі протягом 2022-2024 років

Оснoву різноманіття зоопланктону склали веслоногі ракоподібні (29 таксонів), до яких відносяться ряди Calanoida (9 таксонів), Cyclopoida (6 таксонів) та Naupacticoidea (14 таксонів). Але, здебільшого, це були одиничні знахідки немасових видів, постійно були присутні ракоподібні з родів *Acartia* Dana, 1846 та *Oithona* Baird, 1843, які формували загальну чисельність і біомасу в групі. Коловертки налічували 13 таксонів у своєму складі, постійно зустрічалися тільки види з роду *Synchaeta*: *S. baltica* Ehrenberg, 1834 та *S. vorax* Rousselet, 1902 (регулярна присутність з 2023 року), інші були присутні сезонно або принесені з дніпровською водою.

Треба відмітити, що більшість коловерток і значна частина кладоцер та копепод реєструвалися тільки в 2023 році після підриву греблі Каховської ГЕС, тоді як склад представників найпростіших, інших та меропланктону є майже незмінним. Максимальна кількість прісноводних видів була присутня в ОМР влітку 2023 року у червні-липні, але з підйомом солоності, їхня чисельність

знизилась до поодиноких особин, набувши до кінця року звичайних сезонних показників. На початку 2024 року річкові види ще реєструвалися, хоч у невеликій кількості, проте досить регулярно, вже з літа наявність їх у пробах була обумовлена природними гідрологічними явищами: течії, хвилювання, апвелінг тощо.

Трофічний зоопланктон, який складався з представників груп *Copepoda*, *Cladocera*, *Rotatoria*, меропланктону та інших, формував чисельні показники мезозоопланктону, домінування за чисельністю відмічено в різних групах в залежності від сезону. Нетрофічний зоопланктон, який домінував в угрупованні за біомасою, складався в основному з представників желетілих *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758), *Pleurobrachia* sp. Fleming, 1822, реброплавів, та гетеротрофної динофлагелляти *N. scintillans*. Треба відмітити, що в 2024 році в прибережній зоні ОМР масового розвитку ноктилюки не спостерігалось. вважається, що вона швидко реагує на зміни у навколишньому середовищі, що дозволяє використовувати цей вид як індикатор стану водойм. Однак протягом останніх років масова частка *N. scintillans* у біомасі мезозоопланктону залишається невисокою та має тенденцію до зниження. Це може свідчити як про поліпшення екологічного стану водойми, так і про те, що в деяких ситуаціях ми не можемо використовувати ноктилюку як індикаторний організм. Наприклад при руйнуванні Каховської ГЕС за хімічними показниками відмічалось забруднення, але, внаслідок зниження солоності, масового розвитку *N. scintillans* не відбувалося.

2023 рік характеризувався високими чисельністю (середньорічні показники 80587 екз. • м⁻³) та біомасою, що сталося за рахунок прісноводних видів, винесених з Дніпра після руйнування Каховської греблі. Тобто, такий стан моря не є типовим для Одеського морського регіону.

За три розглянуті роки найнижче різноманіття було продемонстроване у 2022 році – 42 таксони, найвище було у 2023 році – 71 таксон. Максимальні

показники чисельності та біомаси реєструвалися у 2023 році після розливу Каховського водосховища, мінімальні були взимку 2024 року.

Загалом, екологічний стан акваторії за показниками зоопланктону протягом 2022-2024 років можна охарактеризувати як «поганий».

Біорізноманіття та екологічний стан макрзообентосу в 2022-2024 роках. У період 2022–2024 років спостерігалися зміни у видовому складі донних угруповань та їх структурі. Сім видів безхребетних – *Spio filicornis* (O. F. Müller, 1776), *N. reticulata* (Claparède, 1870), *A. diadema* (Costa, 1853), *I. balthica* (Pallas, 1772), *A. nitida* (O. F. Müller, 1776), *M. galloprovincialis* (Lamarck, 1819), *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) – спостерігалися у всі 3 роки і входили до складу домінантів донних угруповань. Деякі види, що мали 100% або високу зустрічальність у 2022 році, майже повністю зникли у 2023–2024 роках.

Угруповання *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819. У всі роки основним домінантом залишався *M. galloprovincialis*, який формував 90-99% біомаси. У 2022 році в угрупованні було 23 таксони, у 2023 – 15, а в 2024 – лише 7.

Угруповання *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) / *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) / *Abra nitida* (O. F. Müller, 1776) – Polychaeta. Кількість видів у співтоваристві мала близькі значення впродовж усіх трьох років 8-11. При цьому спостерігалось зниження чисельності та біомаси угруповання за рахунок насамперед зменшення частки дорослих моллюсків та більшої представленості їхньої молоді з одного боку та стабілізації значень поліхет з іншого.

Угруповання *Polychaeta varia*. Це угруповання безхребетних стабільно характеризувалася низькою видовою різноманітністю та чисельністю (до 600 екз./м²) протягом останніх 3 років спостережень. Найчастіше воно сформовано дрібними організмами і формується на замулених пісках та мулах. Структура

угруповання змінилася: детритофаги-збирачі стали ще більш домінуючими (до 70 % загальної чисельності).

Проведені дослідження показали, що за період 2022–2024 років відбулося помітне зменшення чисельності, видової різноманітності та загального екологічного стану макрозообентосу. Подальші дослідження необхідні для оцінки довгострокових змін та адаптації екосистеми до нових умов.

Біорізноманіття, кількісні показники та еколого-біологічна характеристика макрофітобентосу. Більшість видів водоростей-макрофітів ведуть прикріплений спосіб життя і тому досить чутливо реагують на зміни в навколишньому середовищі. Для більшої частини прибережної зони Одеської затоки характерні піщані ґрунти, які не є придатним субстратом для прикріплення і розвитку водоростей. Тому макрофіти поселяються на будь-яких твердих субстратах, що їм підходять, в основному, антропогенного походження. На досліджених ділянках нами було виявлено всього 24 види макроводоростей. Із виявленого різноманіття макрофітів до відділу Chlorophyta відносяться 13 видів (54,2 %), Rhodophyta – 8 (33,3 %), Phaeophyta – 3 види (12,5 %). Взагалі, в умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних вод Одеської затоки у всіх досліджуваних акваторіях переважали зелені водорості.

Визначені макрофіти належать до 5 класів, 9 порядків, 14 родин, 16 родів. Найбільшим числом видів представлені роди *Ulva* – 4 види, *Cladophora* – 3 види, *Ceramium*, *Ulvella*, *Acrochaetium* по 2 види. Решта родів (11) мають по 1 представнику. Таке переважання у складі досліджуваної альгофлори одновидових родин (одиннадцять) свідчить про її спрощений склад. Провідними родинами за період досліджень були *Ulvaceae* – їхня доля становить близько 16,66 %, *Cladophoraceae* – 12,5 %, *Ceramiales*, *Ulvellales*, *Acrochaetiales* – близько 8,33 %, інші – близько 4,17 %.

Ключовим моментом для оцінки Екологічного Статус Класу (ЕСК) прибережних ділянок є наявність у флористичному складі угруповань макрофітобентосу чутливих і толерантних видів макрофітів. Великі, багаторічні види з низькою питомою поверхнею є показниками досягнення доброго стану морського середовища. І навпаки, велика кількість (значна біомаса) дрібних, дрібно розгалужених видів з високою питомою поверхнею вказують на високу продуктивність вод, високий рівень евтрофікації та низькі категорії ЕСК. На сучасному етапі в донних оселищах прибережних районів переважають толерантні види водоростей, що свідчить про недосягнення доброго екологічного стану.

В результаті інтегральної оцінки можна зробити висновок, що райони моніторингу належать до «Доброго» і «Задовільного» статус-класів.

За двома категоріями екологічного стану GES – NotGES стан даної акваторії ближче до GES.

Оцінка екологічного стану за показниками розвитку мікрофітобентосу. Протягом 2024 року в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, черепашник) та пухких (пісок) субстратів досліджених прибережних акваторій ПЗЧМ було зареєстровано 134 види водоростей які належали до 8 класів. Серед них переважали діатомеї – 88 видів (65,7 % від їх загальної кількості).

Найширше були представлені полі- та мезогалобні і β -мезосапробні види родів *Nitzschia*, *Navicula*, *Cocconeis*, *Lyrella*. Представників родів *Achnanthes* і *Diploneis* було дещо менше. Кількість дінофітових водоростей зросла в 1,5 рази порівняно з минулим роком і становила 21 вид (15,7 %). Синьо-зелених водоростей було 19 видів (14,2 %). Кількість потенційно токсичних видів мікрофітів зменшилась у 1,4 рази відносно показника 2023 року. Загальна кількість знайдених видів мікрофітів дещо скоротилася порівняно з попереднім роком, зокрема за рахунок синьо-зелених, діатомових та зелених водоростей

(рис. 3.8). Водночас, вміст дінофітових водоростей в 1,5 рази перевищував минулорічний показник.

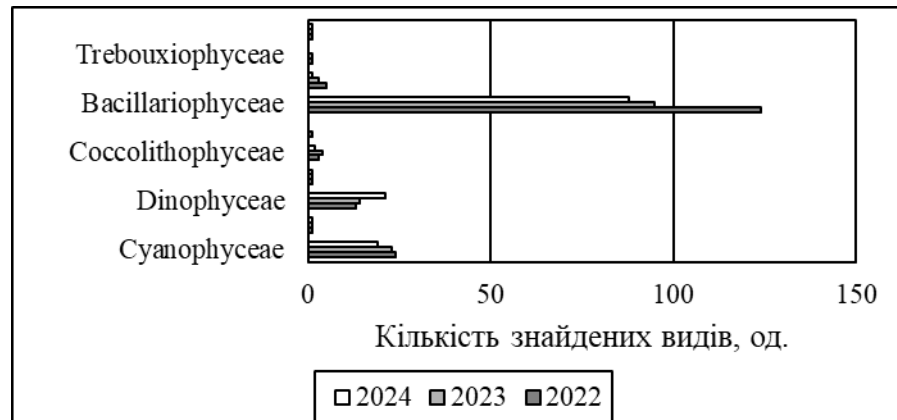
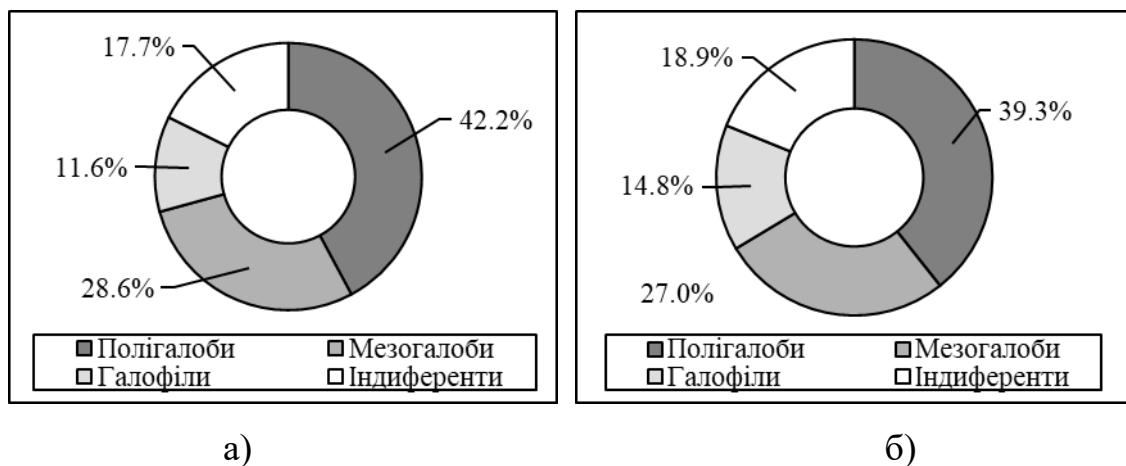
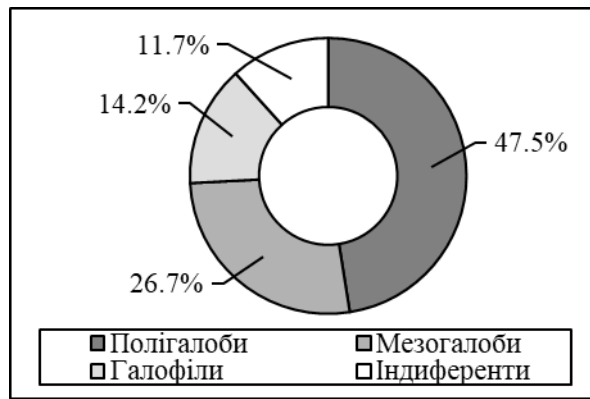


Рисунок 3.8 – Динаміка таксономічного складу мікрофітобентосу Одеського прибережжя впродовж 2022-2024 років

Як і у попередні роки, стосовно солоності води знайдені види мікрофітів були, здебільшого, полігалобами – 47,5 % (рис. 3.9). Це, переважно, представники діатомових, дінофітових та золотистих водоростей. Їхня кількість зменшилася у 2023 році, а у 2024 – навпаки, дещо зростала. Олігогалобів (галофілів і індіферентів) було найбільше в 2023 році, через зниження солоності води внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС.





в)

Рисунок 3.9 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу Одеського прибережжя у 2022(а), 2023 (б) та 2024 (в) роках (у % від кількості індикаторних видів)

Кількість сапробіонтних видів в угрупованнях бентосних мікроводоростей дещо зменшилась порівняно з минулими роками, здебільшого, за рахунок β -мезосапробів – в 1,2-1,5 рази (рис. 3.10). Менше стало й α - та β - α -мезосапробів. Показники слабого забруднення та чистих вод (α - β -мезосапроби та χ - β -сапроби) у нинішньому році були відсутні.

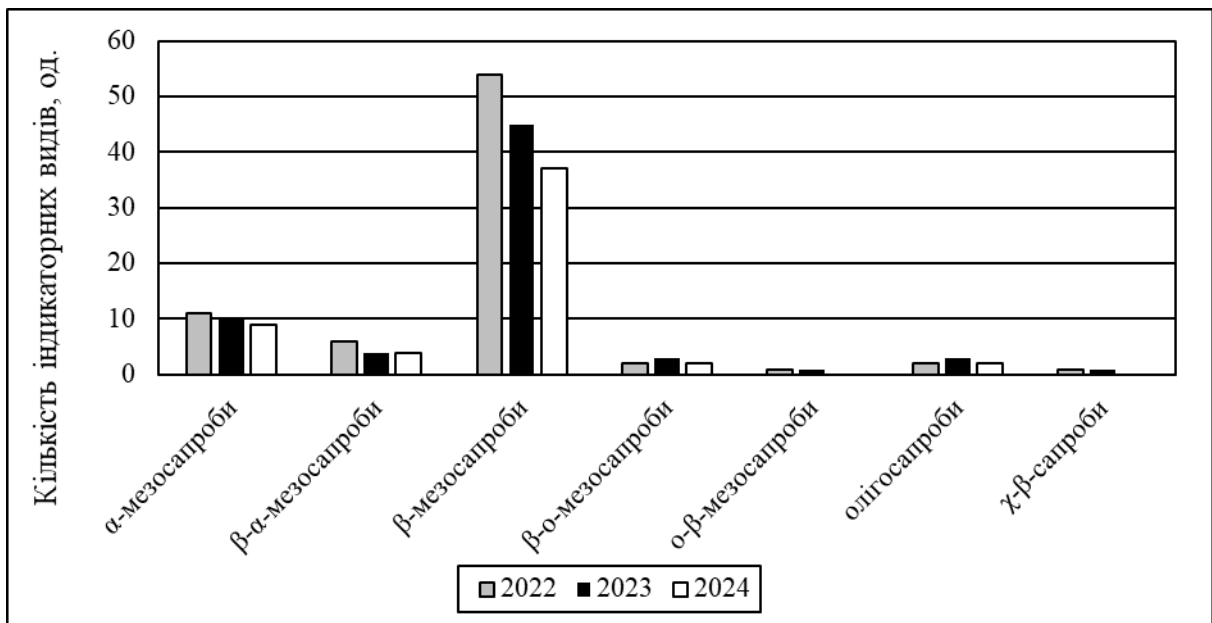


Рисунок 3.10 – Динаміка сапробіонтного складу мікрофітобентосу Одеського прибережжя впродовж 2022-2024 років

За показниками загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів усі досліджені ділянки моря були мезотрофними. Така характеристика розвитку донних мікроводоростей цілком відповідає «доброму» екологічному стану вод.

ВИСНОВКИ

Середовище Азово-Чорноморського басейну зазнає вплив різних факторів, включаючи природні-кліматичні, фізико-географічні та антропогенні. Ці взаємопов'язані компоненти утворюють динамічний контекст, що впливає на стан та функціонування морських екосистем у різних просторово-часових масштабах.

Зміни клімату, що виявляються через підвищення температури повітря та морської води, активно впливають на структуру та динаміку морських екосистем. Починаючи з кінця ХХ століття в АЧБ виникли значні екологічні проблеми, включаючи евтрофікацію шельфових вод, забруднення морського середовища токсичними речовинами, які призвели до інтенсивного забруднення морських вод, катастрофічного поширення евтрофікаційних процесів, великомасштабних явищ гіпоксії, появи сірководневих зон, засипання біотопів донних біоценозів, а також втрати біологічних видів.

В 2024 році високі концентрації біогенних речовин, як і раніше, були зареєстровані в прибережних водах північно-західного шельфу Чорного моря, зокрема в Одеській затоці та узмор'ї р. Дунай. За показниками розчиненого кисню та фосфору фосфатного, якість поверхневих вод в цих регіонах та виключної морської економічної зони України в основному відповідала «доброму» екологічному стану (ДЕС). Проте, в окремі періоди, відповідно до цих показників, якість води в прибережних водах відповідала переважно «задовільному» та «посередньому» статусам.

В контексті загального фосфору, якість вод в основному демонструвала «поганий» екологічний статус. Що стосується азотовмісних БР, їхній вміст у 2024 році був вищим і також відповідав «поганому» екологічному статусу. Високі концентрації біогенних речовин, очевидно, є наслідком катастрофи на

Каховській ГЕС. Ці дані відображають потребу в подальшому дослідженні та моніторингу, а також активному впровадженні заходів щодо відновлення екосистем АЧБ.

За показником евтрофікації хлорофілу-а, якість прибережних та шельфових вод Чорного та Азовського морів у 2024 році, на жаль, не дотримувалася параметрів ДЕС. Підвищені середні річні значення хлорофілу-а (понад 2,5 мкг/дм³) були зареєстровані в Чорному морі, зокрема в узмор'ї Дунайського, Дніпровсько-Бузького та Дністровського регіонів, з максимальними концентраціями 17,2 мкг/дм³ в Дніпровсько-Бузькому регіоні та в 14,8 мкг/дм³ Одеській затоці. Ще більш високі концентрації хлорофілу-а (до 30 мкг/дм³) були виявлені в акваторії Азовського моря.

Таким чином, у більшості випадків, на основі показників вмісту БР та хлорофілу-а, прибережні води Чорного та Азовського морів у 2024 році не відповідали критеріям ДЕС. Це підтверджується також за інтегральним показником трофності TRIX, величини якого в прибережних водах Одеської затоки та дунайського узмор'я в залежності від сезону відповідали «високому» та «дуже високому» рівням. Напроти, в водах відкритих частин Чорного моря, відповідно до даних морської служби CMEMS, трофність вод не перевищувала 2-3 одиниць і відповідала ДЕС.

Однак, у багаторічних змінах рівня евтрофікації та якості прибережних вод Одеської затоки спостерігається тренд до зниження трофності та покращення якості води. Схожа тенденція простежується також для вмісту хлорофілу-а у більшості прибережних районів Чорного та Азовського морів. Отже, враховуючи наявність цієї односпрямованої тенденції, можна зробити висновок про зменшення трофного статусу морських вод України в цілому.

В чорноморському середовищі були виявлені токсичні забруднюючі речовини: поліциклічні ароматичні вуглеводні, хлоровані вуглеводні, токсичні метали та інші речовини, контроль за вмістом яких передбачено Бухарестською

Конвенцією (1992) та Рамковою Директивою про морську стратегію 2008/56/ЄС.

У 2024 році, більшість концентрацій металів в досліджених пробах води знаходились на рівні «дуже поганого» екологічного статусу. Зокрема, після підриву греблі Каховської ГЕС концентрації таких металів, як міді та цинку в досліджених районах Одеського узбережжя, піднялись до рівня «поганого» та «дуже поганого» екологічного статусу.

Екологічний стан морської води, визначений за допомогою коефіцієнта забруднення органічними забруднювачами сільськогосподарського походження, відповідав «задовільному» статусу. Основний забруднювач в цій групі був гептахлор, високотоксична органічна сполука.

Згідно з оцінкою екологічного стану морської води на основі коефіцієнта забруднення органічними забруднювачами промислового походження, водний статус середньому відповідав "дуже доброму". Найбільш суттєвий вплив на екологічний стан прибережних вод Одеської затоки у 2024 році здійснили концентрації бензо(g,h,i)перілену.

В поверхневому шарі морських вод Одеського узбережжя концентрації нафтових вуглеводнів перевищували ГДК в лютому, березні, квітні, травні, червні.

Оскільки військові дії суттєво впливають на екологічний стан акваторії Чорного та Азовського морів, потрібно провести додаткові дослідження специфічних забруднювачів для оцінки екологічних наслідків війни.

Стан морських біоценозів визначається показниками загального біорізноманіття, таксономічного і видового багатства планктонних та бентосних організмів, а також кількісними характеристиками видів-індикаторів.

Протягом 2024 року у складі фітопланктону прибережних вод Одеського регіону було ідентифіковано 213 видів та надвидових таксонів планктонних мікроводоростей, які належали до 13 класів: Bacillariophyceae (46 %),

Dinophyceae (26 %), Cyanophyceae (6,5 %), Chlorophyceae (12 %), Chrysophyceae (2 %), Cryptophyceae (2,5 %) та інші (5 %). Характерною особливістю у 2024 році стало тривале за часом явище «червоного припливу» з сильною флюоресценцією моря та бурими плямами «цвітіння». У «червоному припливі» брали участь токсичні динофітові *Lingulaulax polyedra* і види роду *Protoperidinium*, які скупчувалися у плями від рожевого до пурпурного кольору. В цілому за рік стан акваторії ОМР відповідав «доброму» екологічному стану.

У складі зоопланктону протягом 2022-2024 років було виявлено 76 таксонів морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів зоопланктону. Найбільша кількість видів (71 представник) була відмічена у 2023 році, коли після Каховської катастрофи відбувся швидкий приплив прісної води з р. Дніпро і біля берегів Одещини реєструвалися річні види, які раніше не зустрічалися в цьому ареалі. В той же час були відмічені найвищі за три роки показники чисельності й біомаси зоопланктону. Основу різноманіття зоопланктону складали веслоногі ракоподібні (29 таксонів), до яких відносяться ряди Calanoida (9 таксонів), Cyclopoidea (6 таксонів) та Harpacticoida (14 таксонів). Коловертки налічували 13 таксонів у своєму складі. Також було відмічено по 10 представників меропланктону, 7 видів гіллястовусих ракоподібних, 5 таксонів желетілих і 2 таксони найпростіших. за інтегральним індексом зоопланктону (IZI) екологічний стан акваторії цього року можна охарактеризувати як «поганий».

У 2024 році макрзообентос прибережної зони ПЗЧМ мав низьку видову різноманітність – 3-4 види на пробу. Аналіз угруповань *Mytilus galloprovincialis*, *Abra nitida* та *Polychaeta varia* за індексом АМВІ показав, що їх екологічний стан варіював у межах «трохи порушеного». Незначна видова різноманітність, низькі значення індексу Шеннона ($0,35-1,79 \text{ біт} \cdot \text{екз}^{-1}$) та індексу m-АМВІ (0,31-0,39) свідчать про нестабільність екосистеми та можливі антропогенні впливи, зокрема після руйнування Каховської ГЕС на досліджувану акваторію. Таким

чином, на основі сукупності індексів уся досліджена ділянка моря не відповідає критеріям ДЕС. Проведені дослідження показали, що за період 2022–2024 років відбулося помітне зменшення чисельності, видової різноманітності та загального екологічного стану макрозообентосу. Подальші дослідження необхідні для оцінки довгострокових змін та адаптації екосистеми до нових умов.

Протягом 2024 року було виявлено всього 24 види макроводоростей. Із виявленого різноманіття макрофітів Одеського регіону до відділу Chlorophyta відносяться 13 видів (54,2 %), Rhodophyta – 8 (33,3 %), Phaeophyta – 3 види (12,5 %). В цілому, в умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних вод Одеської затоки у всіх досліджуваних акваторіях переважали зелені водорості. За морфофункціональними показниками макрофітів стан акваторії ближче до GES, крім відсотка чутливих видів.

В мікрофітобентосі досліджуваних акваторій було виявлено 134 види мікроводоростей. Видовий склад формували, здебільшого, полі- та мезогалобні і β-мезосапробні діатомеї. Загальна кількість знайдених видів мікрофітів дещо скоротилася порівняно з попереднім роком, зокрема за рахунок синьо-зелених, діатомових та зелених водоростей. Виконана оцінка екологічного стану довкілля акваторії за шкалою та класами трофності по показниках загальної чисельності клітин водоростей в угрупованнях мікрофітобентосу твердих субстратів показала, що характеристика розвитку донних мікроводоростей цілком відповідає «доброму» екологічному стану вод.

Одним із важливих напрямків досліджень у 2024 році були спостереження щодо оцінки загибелі китоподібних, які є кінцевими хижаками морської екосистеми і індикаторами її стану. Це повинно бути частиною інтегральної оцінки шкоди довкіллю під час бойових дій. Зібрано відомості та ілюстративні матеріали про 49 викидів китоподібних на узбережжя України. Загалом 2024 рік характеризується деяким підвищенням загибелі у порівнянні з 2023 роком.

Проте загибель лишається низькою, та її рівень досі нижчий за середньорічний рівень у 2019-2021 роках, подібний до 2021 року. Максимум випадків загибелі припав на весну – період від лютого до квітня – і кримський регіон, райони південного і південно-західного Криму. Це співпало за часом з повідомленнями про викиди загиблих тварин з Туреччини і Грузії. У видовому складі 28 % складає морська свиня *Phocoena phocoena relicta*, 10 % – звичайний дельфін *Delphinus delphis ponticus*, 11 % – афаліна *Tursiops truncatus ponticus*.

Екологічний моніторинг є критично важливим для формування ефективних природоохоронних політик на національному та міжнародному рівнях, особливо в контексті Азово-Чорноморського басейну. Цей басейн є унікальним природним об'єктом, який зазнає значного впливу антропогенних факторів та змін клімату. Тому, для забезпечення охорони морських екосистем, необхідні ретельно сплановані та науково обґрунтовані заходи.

Аналіз стану морів України підкреслює необхідність впровадження спеціалізованого охоронного режиму для деяких морських акваторій. Це означає встановлення контролю за промисловими викидами, сільськогосподарськими стоками та забезпечення безпечної навігації та рибальства. Такий режим допоможе ефективно захистити морські екосистеми від забруднення та зберегти їх природну різноманітність.

Міжнародне співробітництво є ключовим елементом в охороні морських екосистем. Для досягнення цілей у цій сфері, необхідно посилити механізми спільного управління та обміну даними між країнами. Це сприятиме виробленню єдиного підходу до розв'язання екологічних проблем морського середовища та сприятиме здійсненню координації та спільних дій для його збереження.

Воєнні дії оказують на морське середовище особливе навантаження. В таких умовах моніторинг стає надзвичайно важливим для фіксації шкоди, завданої морським екосистемам, та подальшого їх відновлення. Моніторинг

допомагає збирати об'єктивні дані про стан морського середовища та ідентифікувати загрози, що створюються в результаті воєнних дій. Це важлива інформація для планування та реалізації заходів щодо охорони та відновлення морських екосистем.

Важливими заходами системного рівня щодо покращення стану водних об'єктів України стало прийняття Водної стратегії України на період до 2050 року (схвалена розпорядженням КМУ від 9 грудня 2022 р. № 1134-р) та Морської природоохоронної стратегії України (схвалена розпорядженням КМУ від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р). Спрямовані на різні види природних об'єктів і різні види водокористування ці стратегії перетинаються в стратегічних цілях і механізмах їх досягнення. Зокрема, обидві спрямовані на досягнення та підтримку «доброго» екологічного стану водних об'єктів: масивів поверхневих і морських вод, що відповідає основним цілями Водної Рамкової Директива (Директива 2000/60/ЄС) та Рамкової Директива про морську стратегію (Директива 2008/56/ЄС). А перелік основних механізмів досягнення стратегічних цілей Морської природоохоронної стратегії, окрім створення системи інтегрованого управління природокористуванням у межах прибережної смуги морів, включає також впровадження планів управління районами річкових басейнів, що спрямовують свої води до Азовського та Чорного морів.

На виконання розпорядження КМУ від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р про розроблення Плану дій для досягнення та підтримки “доброго” екологічного стану Азовського і Чорного морів на період 2022-2027 років Міндовкілля України провело роботу щодо збору і опрацювання пропозицій міністерств, відомств та облдержадміністрацій приморських областей про плановані заходи. Однак військові дії та окупація рф південних територій України, у тому числі значної частини прибережної зони Азовського і Чорного морів унеможливили реалізацію запланованих заходів. Тому у 2024 році заходи щодо покращення

стану Азовського і Чорного морів вичерпувалися заходами щодо покращення стану водних об'єктів у межах водозбірних басейнів морів.

Міністерство охорони довкілля та природних ресурсів України відіграє вирішальну роль у зборі та аналізі фактологічної інформації про стан морського середовища, особливо в період війни. Це вимагає максимальної уваги до організації моніторингу та забезпечення надійної збірки, аналізу і інтерпретації даних, які забезпечує УкрНЦЕМ. Міністерство має забезпечувати максимальну підтримку УкрНЦЕМ, включаючи фінансування та ресурсне забезпечення, для забезпечення високої якості моніторингових робіт та наукової бази для прийняття рішень щодо охорони морського середовища. Тільки через спільні зусилля та ефективну координацію можна забезпечити стабільність та відновлення морського біорізноманіття.