

УДК 504.06(1/9); 504.06(100), 502.3

КП 87.51

№ держреєстрації 0122U201786

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ
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

Виконуючий обов'язки директора
УкрНЦЕМ, заступник директора з науки,
канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.
Віктор КОМОРИН
_____ 2025 р.



ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛІВ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ДОПОВІДІ УКРАЇНИ:
ОЦІНКА СТАНУ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ
у 2023 РОЦІ

Науковий керівник НДР
В.о. начальника відділу АМЕАН
- начальника МІАЦ

А.С. Тітяпкин

2024

Рукопис закінчено 26 грудня 2024 р.
Результати цієї роботи розглянуто Вченою радою УкрНЦЕМ,
протокол від 27 грудня 2024 р. № 9

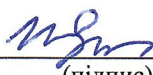
СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР,
В.о. начальника відділу АМЕАН
- начальника МІАЦ


(підпис)
«26» 12 2024

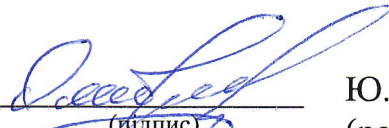
А.С. Тітяпкин
(вступ; розділ 1.1,
1.2, висновки,
загальна редакція)

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


(підпис)
«26» 12 2024

І.П. Трет'як
(розділ 2)

В.о. начальника відділу аналітичних
досліджень та організації
моніторингу


(підпис)
«26» 12 2024

Ю.В. Олейнік
(розділ 1.3)

Технічні виконавці: О.С. Братченко, Л.І. Ткачук

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 63 с., рис. 37; табл. 7.

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 - оцінити стан Чорного та Азовського морів у 2023 р., тенденції його змін.

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 2023 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.....	13
1.2 Стан евтрофікації морських вод	15
1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами.....	25
2 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ.....	41
ВИСНОВКИ.....	58

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;

CMEMS – 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;

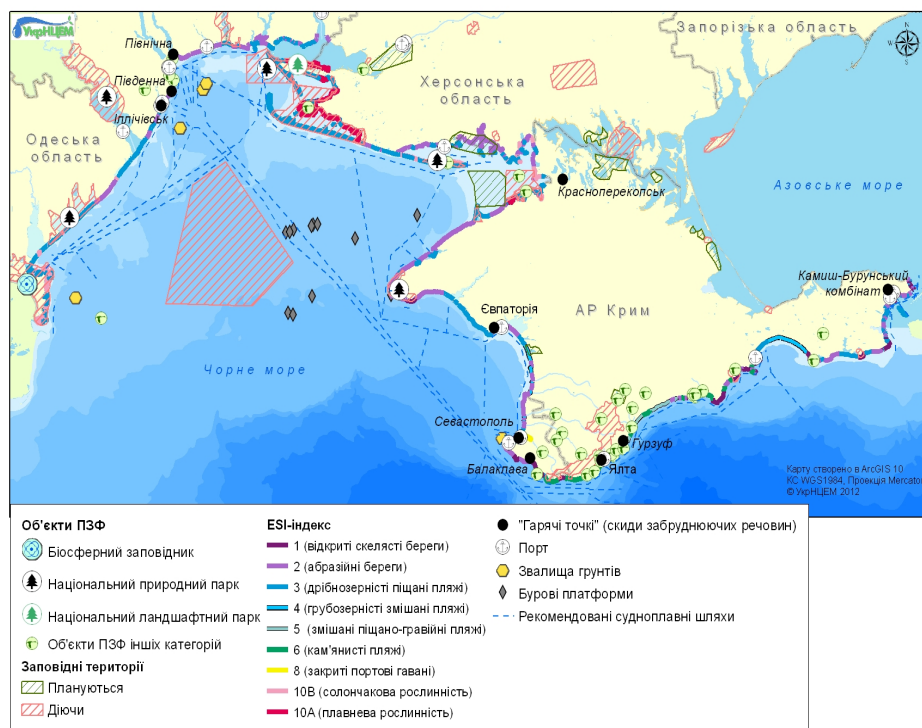
MSFD – Marine Strategy Framework Directive (Рамкова Директива про морську стратегію).

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 понад 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).

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 XX 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 підтримання «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.

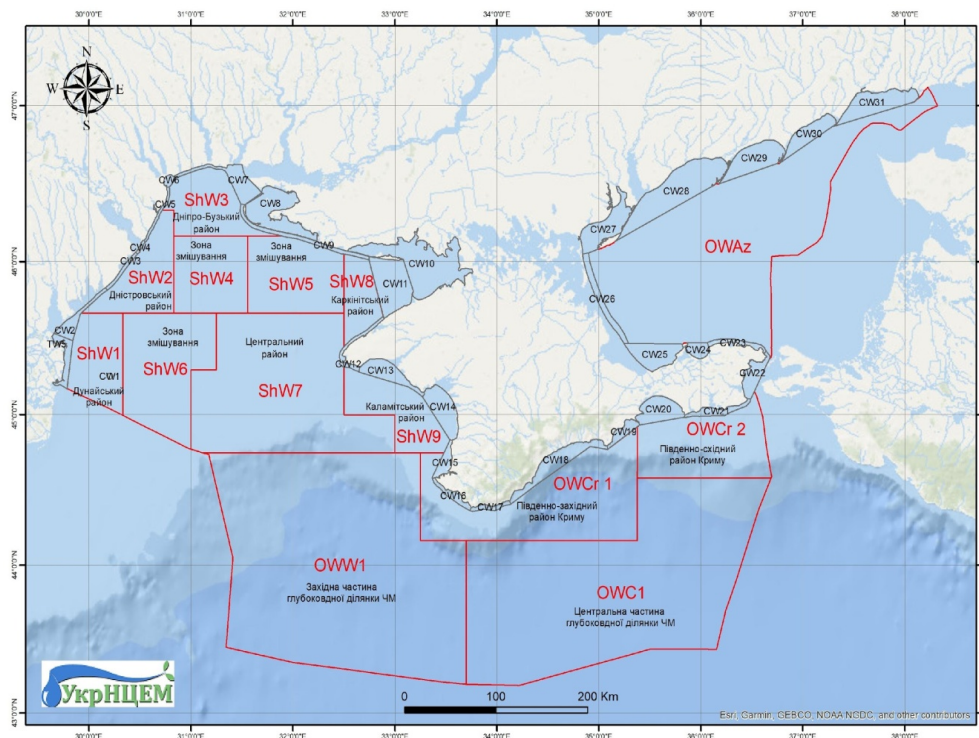


Рисунок 1.2 – Районування Чорного та Азовського морів відповідно водної
рамкової Директиви 2000/60/ЄС та рамкової Директиви морської стратегії
2008/56/ЄС

Впродовж 2023 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 2023 р. наведено на рисунку 1.3.

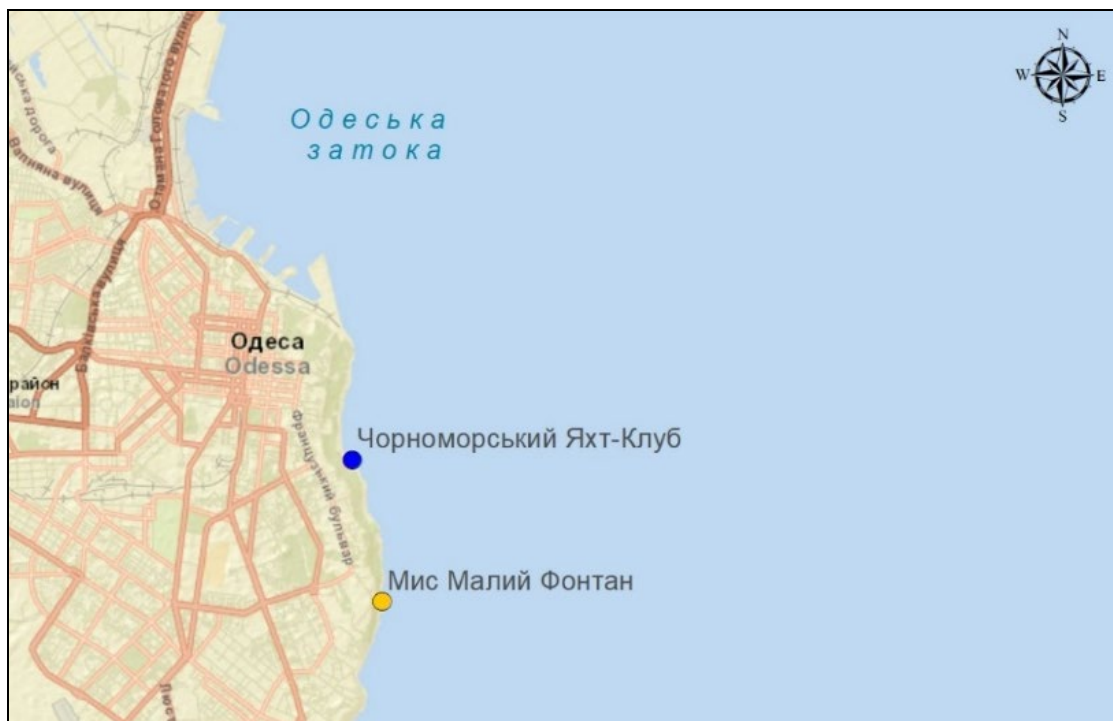


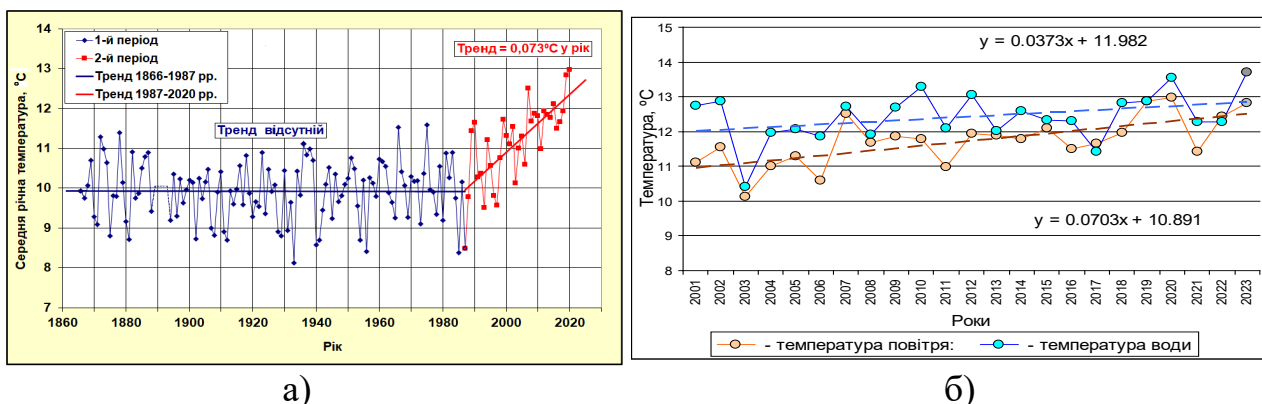
Рисунок 1.3 – Станції екологічного моніторингу УкрНЦЕМ у 2023 році

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).



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

У 2023 році середня температура води за даними ГМС «Одеса-порт» становила 14,2 °С, температура повітря – 13,3 °С. За останні десять років в результаті цього тренду тривалість льодового періоду зменшилася на 1,5-3 декади. Востаннє лід біля берегів Одеси за даними спостережень ГМС «Одеса-Порт» спостерігався у лютому 2018 року.

Атмосферні опади. За 2023 рік випало 489 мм осадків при нормі 462 мм. При цьому у листопаді 2023 р. опадів випало 395 %, а у квітні 415 % від своїх місячних норм.

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 демонструє незначне підвищення солоності зі швидкістю 0,005 одиниць практичної солоності (опс) на рік.

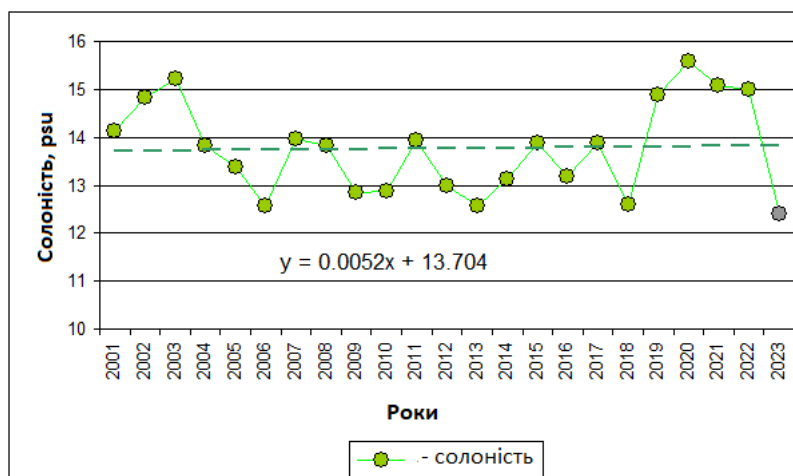


Рисунок 1.5 – Мінливість солоності у XXI столітті
за даними спостережень ГМС «Одеса-порт»

Середнє за 2023 р. значення солоності склало 12,2 опс, що помітно менше річної норми 13,97 опс. Значна частина цієї відмінності пов'язана з мінімумом солоності в червні, що стало результатом підриву греблі Каховської ГЕС російськими агресорами. Середньомісячна солоність червня 2023 р. склала 8,4 опс при місячній нормі 13,6 опс. Після руйнування греблі Каховської ГЕС на чотири дні солоність, виміряна за добовими спостереженнями, опускалася до мінімуму 4,16 опс 13 червня. Такі умови призвели до змін гідрофізичного та гідрохімічного режиму вод, які, в свою чергу, суттєво впливають на стан морських екосистем.

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 мікроводоростей 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 наслідками евтрофікації 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 2023 р. в прибережних водах Одеської затоки вміст кисню змінювався в діапазоні від 5,7 мг/дм³ до 12,3 мг/дм³ (від 68,6 % до 125,0 % насичення, табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Показники мінливості біогенних речовин поверхневих
прибережних вод Одеської затоки у 2023 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	58	61	58	61	63	63	63	61
Середнє	15,5	35,5	5,4	226,5	54,4	3083,1	9,0	100,2
Максимум	42,6	92,3	22,2	681,0	245,0	14853,0	12,3	125,0
Мінімум	< 5,0	7,2	0,8	0,6	< 15,0	352,0	5,7	68,6
СКВ*	13,2	17,9	5,0	177,8	52,7	2713,9	1,5	12,6

*- середньо-квадратичне відхилення.

В цілому, за даними вимірювань, значення вмісту кисню рекреаційної зони м. Одеси були трохи нижчими за рівень гранично-допустимої концентрації 6,0 мг/дм³, визначеної для вод рибогосподарських водойм, але були більшими за рівень гранично-допустимої концентрації 4,0 мг/дм³, визначеної для внутрішніх морських вод та територіальних морів України. Значення вмісту кисню водного масиву CW5 відповідали «доброму» екологічному стану (ДЕС), проте окремі значення у жовтні відповідали «задовільному» статусу.

Вміст розчиненого фосфору фосфатного в прибережних водах рекреаційної зони м. Одеси у 2023 р. змінювався від аналітичного нуля < 5,0 мкг/дм³ до 42,6 мкг/дм³ (таблиця 1.4) і в середньому складав 15,5 мкг/дм³, що за екологічною класифікацією відповідало «доброму» статусу. Проте, максимальні концентрації фосфору фосфатного, які спостерігались в осінній та зимовий періоди (від 18,4 мкг/дм³ до 42,6 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 7,2 мкг/дм³ до 92,3 мкг/дм³, а середнє річне значення склало 35,5 мкг/дм³, що за екологічною класифікацією якості відповідало «задовільному» статусу. Починаючи з червня і до кінця року спостерігались підвищені концентрації загального фосфору, які відповідали переважно «посередньому» статусу, що очевидно є наслідком катастрофи на Каховській

ГЕС. В річній мінливості концентрації фосфору загального переважав вміст його органічної форми.

Вміст азоту нітритного змінювався в діапазоні від 0,8 мкг/дм³ до 22,2 мкг/дм³ і в середньому складав 5,4 мкг/дм³, що відповідало «посередньому» екологічному статусу, а в осінній та зимовий періоди – «поганому» статусу вод. Концентрації азоту нітратного коливався в межах 0,6 мкг/дм³ до 681,0 мкг/дм³ при середньому річному значенні 226,5 мкг/дм³ і фактично весь рік відповідав «поганому» екологічному статусу. За вмістом амонійного та загального азоту якість вод також відповідала «поганому» статусу.

У 2023 році зберігалася загальна тенденція до зниження концентрацій загального фосфору (рис.1.6 - а) та тенденція до збільшення вмісту загального азоту (рис.1.6 - б).

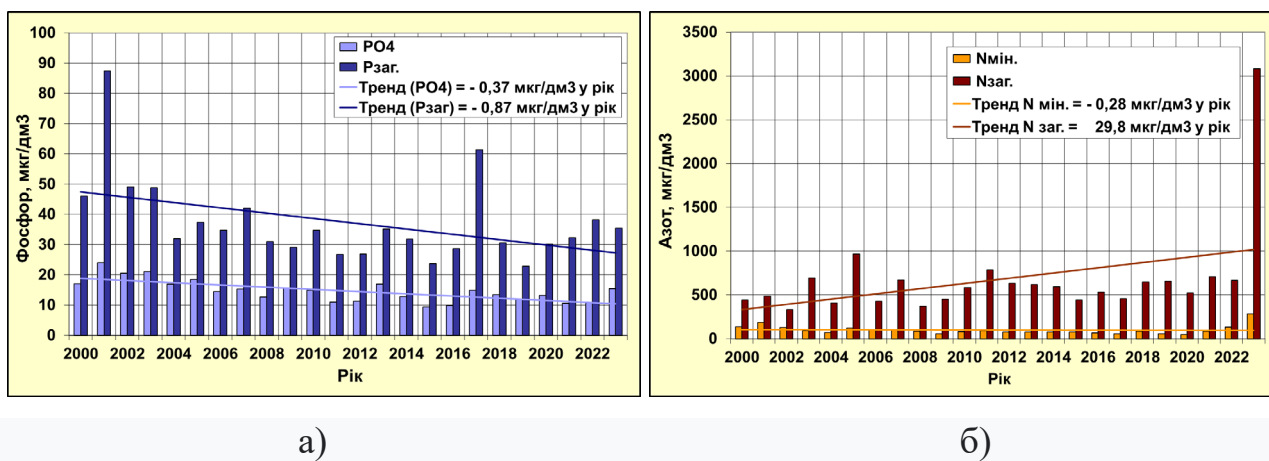


Рисунок 1.6 – Багаторічні зміни гідрохімічного стану поверхневих вод Одеської затоки (а - фосфору фосфатного та загального; б – мінеральних форм та загального азоту)

Якісна оцінка екологічного стану Дунайського узмор'я у 2023 році і прилеглої акваторії Чорного моря надана за даними морської служби CMEMS.

Концентрації кисню в поверхневих водах Дунайського узмор'я в 2023 р. змінювались в діапазоні від 7,4 мг/дм³ до 12,6 мг/дм³ (від 78 % до 139 % насичення) при середньому значенні 9,6 мг/дм³ (106 % насичення). Водні

масиви CW1, TW5 та ShW1 (див. рис. 1.2) 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.

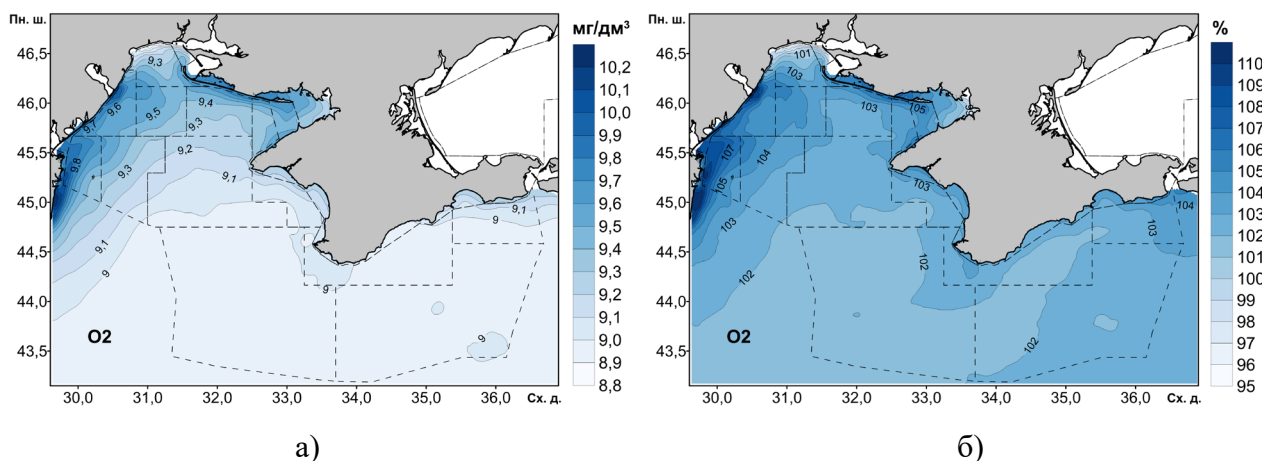


Рисунок 1.7 – Середньорічний просторовий розподіл абсолютного (а) та відносного (б) вмісту кисню в поверхневих водах виключної морської економічної зони України у 2023 році

Якість вод поверхневого шару за показником розчиненого кисню в межах виключної морської економічної зони України у 2023 році відповідала ДЕС.

Вміст фосфору фосфатного в поверхневому шарі на узмор'ї Дунаю в 2022 р. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($< 5,0$ мкг/дм³) до 31,3 мкг/дм³, а вміст азоту нітратного – від аналітичного нуля ($< 5,0$ мкг/дм³) до 1440,6 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 2023 році за
даними морської служби CMEMS

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	334	334	334	334	334	334
Середнє	1,2	199,3	12,6	714,4	2,4	262,7
Максимум	19,5	928,5	31,3	1440,6	23,2	964,5
Мінімум	< 5,0	< 5,0	< 5,0	182,1	< 5,0	36,4
СКВ	3,1	145,1	7,6	293,6	3,7	155,2

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. 1.8). Максимальні концентрації хлорофілу-а в поверхневих водах ПЗЧМ були визначені в Одеській затоці (18,2 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 районів ShW1, ShW2 та ShW3 з відповідними середніми за 2023 рік значеннями 2,8 мкг/дм³, 2,6 мкг/дм³ та 6,3 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 і особливо після руйнування греблі Каховської ГЕС, а в відкритих районах моря його підвищений вміст – восени. В цілому, у 2023 році середньорічний вміст хлорофілу-а в усіх прибережних і частково в шельфових районах Чорного моря не відповідав ДЕС.

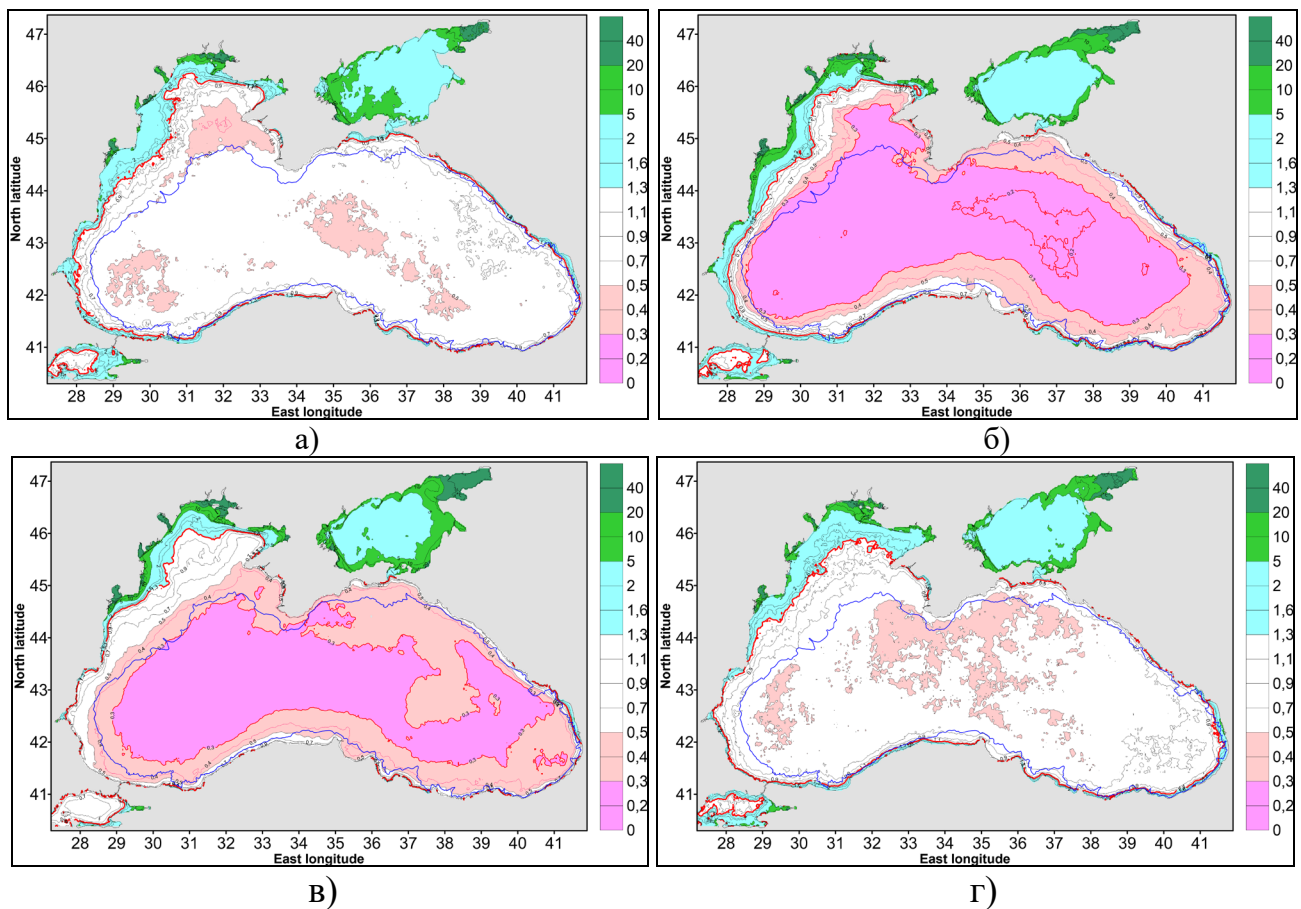


Рисунок 1.8 – Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного і Азовського морів за даними супутникових спостережень у 2023 році
(а-зима, б-весна, в- літо, г - осінь)

Підвищений вміст хлорофілу-а (до 40 мкг/дм^3) в усі сезони відмічене на акваторії Азовського моря. Середня річна концентрація хлорофілу-а в водах відкритого моря склала $4,4 \text{ мкг/дм}^3$. 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).

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

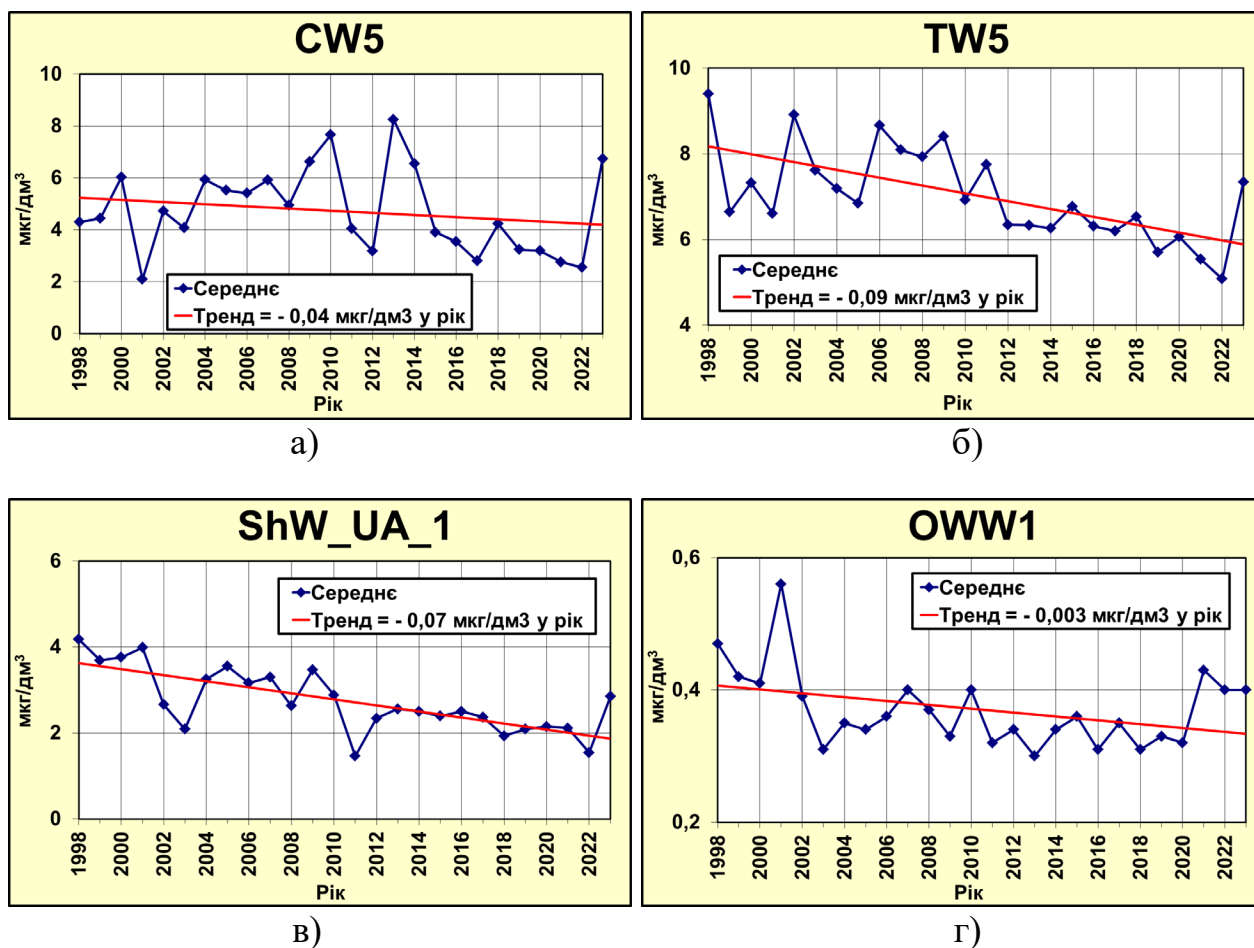


Рисунок 1.9 – Багаторічна мінливість середнього річного вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі вод Чорного моря: прибережних масивів CW5 (а), транзитних вод TW5 (б), шельфових масивів ShW1(в) та відкритої частини Чорного моря OWW1 (г).

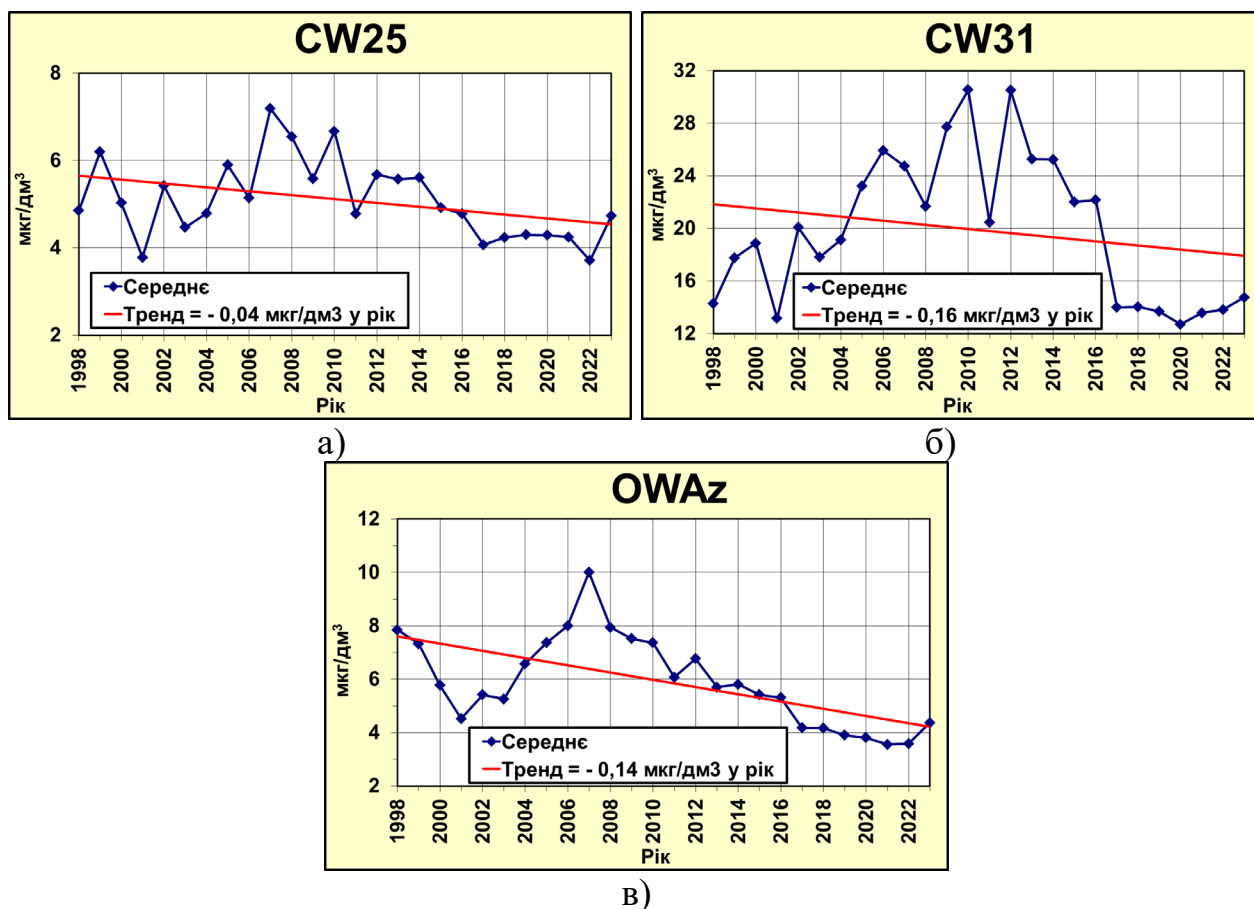


Рисунок 1.10 – Багаторічна мінливість середнього річного вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі вод Азовського моря: прибережних масивів CW25 (а), CW31 (б) та відкритої його частини OWAz (в)

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 2023 р. середнє значення показника *TRIX* склало 5,1 од. Мінімальні значення показника трофності *TRIX* спостерігались в зимовий період, а максимум – в літній 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 6,5 од., в масиві TW5 – від 5,1 од. до 7,0 од., в масиві ShW1 – від 3,4 од. до 6,5 од., при середніх річних значеннях по районах досліджень 4,6 од., 6,1 од. та 5,0 од., відповідно. Тобто, трофність вод Дунайського регіону в 2023 р. за показником TRIX відповідала залежно від сезону «дуже високому», «високому» та «середньому» рівням (рис. 1.11).

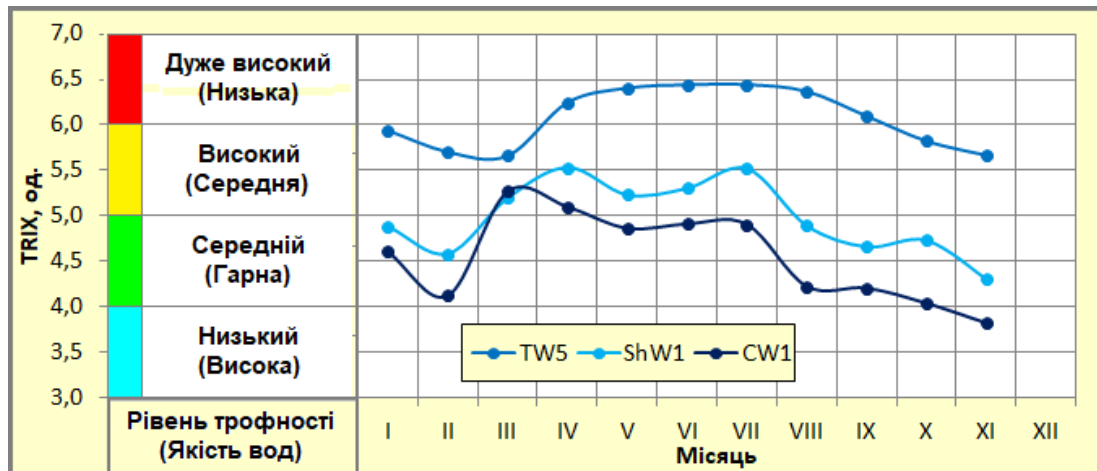


Рисунок 1.11 – Річний хід середніх місячних значень показника трофності TRIX дунайського регіону у 2023 р.

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.

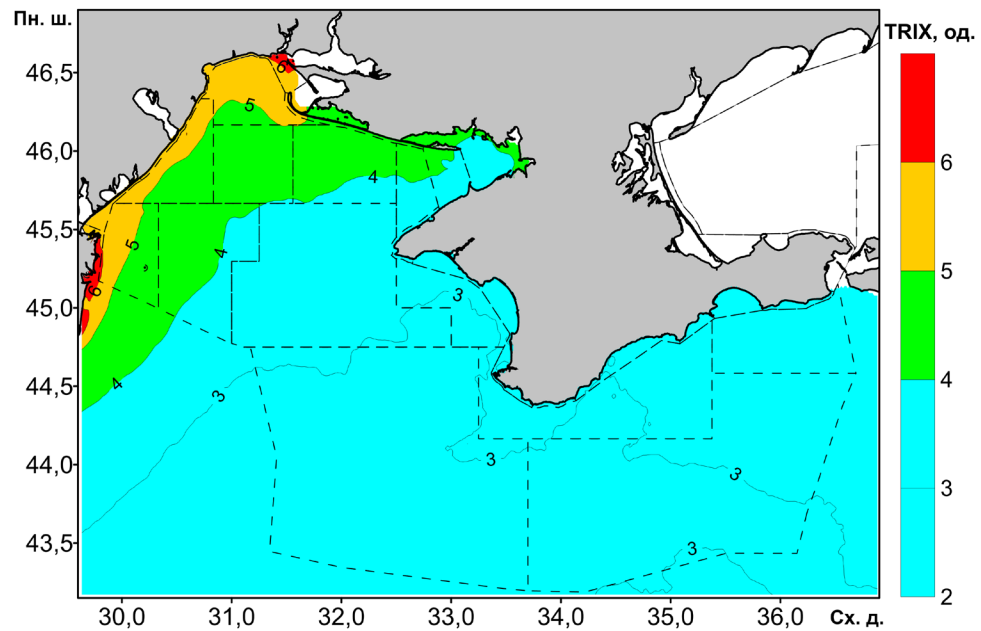


Рисунок 1.12 – Середньорічний просторовий розподіл значень показника TRIX в межах виключної морської економічної зони України у 2023 р.

В багаторічних змінах рівня евтрофікації і якості прибережних вод Одеської затоки визначено тренд до зниження трофності і підвищення якості вод (рис. 1.13).

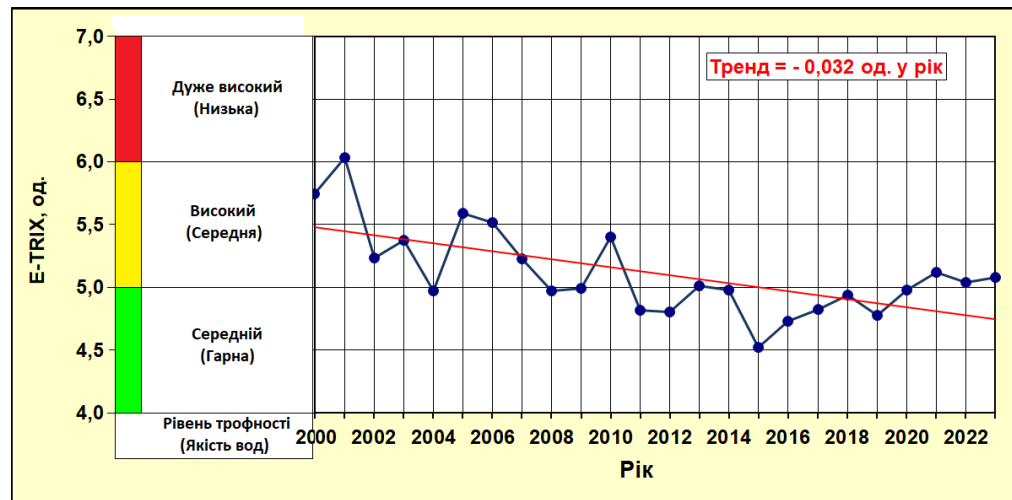


Рисунок 1.13 – Багаторічна мінливість рівня трофності і якості прибережних вод Одеської затоки за показником TRIX

1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами

У морському середовищі АЧБ у попередні роки виявлені токсичні ЗР: нафтові вуглеводні (НВ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), хлоровані вуглеводні, токсичні метали (ТМ) 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 2023 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.

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 використовуються результати досліджень проб води та біологічних об'єктів, відібраних на станціях в річках Дніпро та Південний Буг, в Дніпро-Бузькому лимані, та Чорному морі в водному масиві CW5.

В таблиці 1.4 та на рисунку 1.14 наведені координати станції відбору проб та їх розташування.

Таблиця 1.4 – Станції відбору проб для аналізу забруднюючих речовин в 2023 році

№ п/п	Місце моніторингу	Опис станції відбору проб	Об'єкт моніторингу	Номер станції	Координати Довготи, °	Координати Широти, °
1.	Чорне море (CW5)	Чорноморський яхт клуб	Вода, креветки, кефаль	Yk 1	30,765347	46,45979
2.	Чорне море (CW5)	Мис Малий Фонтан	Вода	mF 1	30,7725	46,438433
3.	Чорне море (CW5)	Мис Малий Фонтан	Вода	bF 1	30,762411	46,398182
4.	Чорне море (CW5)	Мис Малий Фонтан	Вода	bF 2	30,757903	46,395057
5.	Чорне море (CW5)	Зелена скеля	мідії			
6.	Чорне море (CW5)	Сосновий берег	мідії			
7.	Чорне море (CW5)	Скалодром	мідії			
8.	Дніпро (район 1)	Снігурівка	Вода	11	32,823702	47,075276
9.	Дніпро (район 1)	Афанасівка	Вода	12	32,8173017	47,0188465
10.	Дніпро (район 2)	Херсон	Вода	4	32,6335479	46,6349704
11.	Дніпро (район 2)	Білозірка	Вода	5	32,4526822	46,6327228
12.	Дніпро (район 2)	Софіївка	Вода	6	32,2622886	46,5899276
13.	Південний Буг (район 3)	с. Радісний сад	Вода	8	31,993389	46,906459
14.	Південний Буг (район 3)	Миколаїв	Вода	8.1	32,014499	46,895922
15.	Південний Буг (район 3)	Лупареве	Вода	7.1	31,974504	46,695732
16.	Дніпро-Бузький лиман (район 4)	Дмитрівка	Вода	7	31,720542	46,631319
17.	Дніпро-Бузький лиман (район 4)	Очаків	Вода	9	31,455996	46,627292

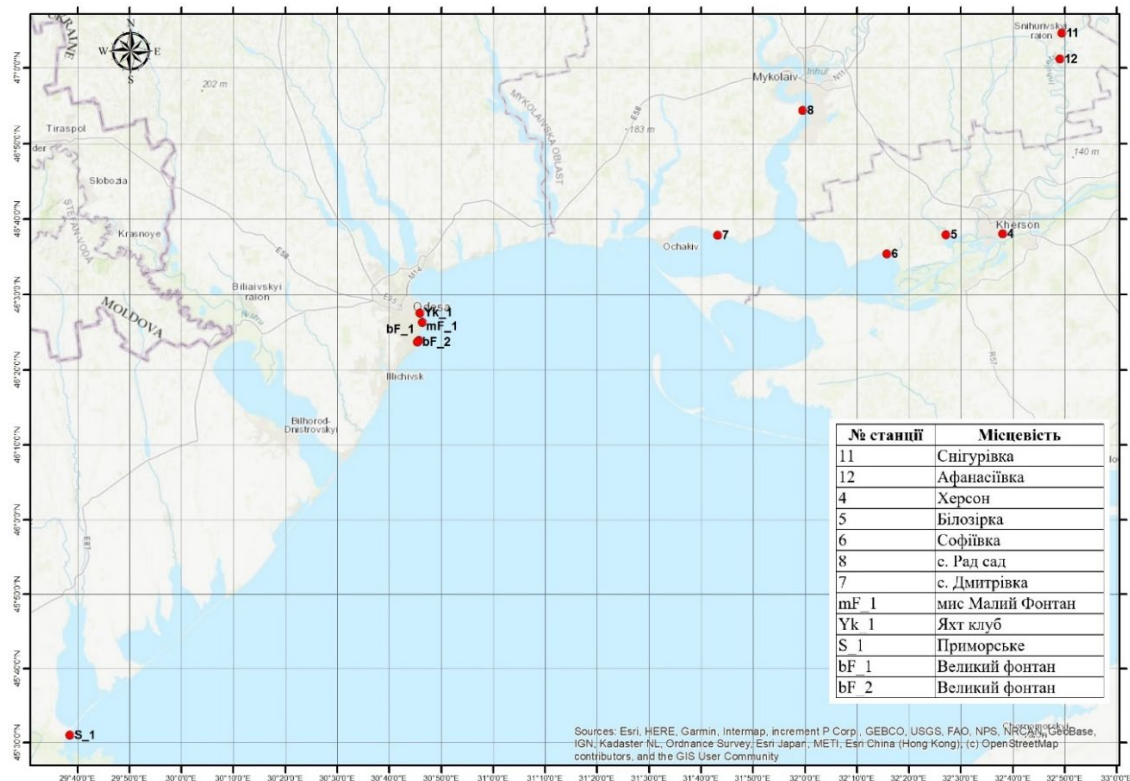


Рисунок 1.14 – Розташування станцій відбору проб

Для аналізу розповсюдження забруднення з часом після катастрофи результати досліджень проб з річок та лиману були розбиті на райони:

Район 1 – проби відібрані з притоку річки Дніпро, місце розташування найвище за течією;

Район 2 – проби відібрані з річки Дніпро, місце розташування біля міста Херсон та біля витоків річки Дніпро до Дніпровсько-Бузького лиману;

Район 3 – проби відібрані з річки Південний Буг, місце розташування біля міста Миколаїв та біля витоків річки Південний Буг до Дніпровсько-Бузького лиману;

Район 4 – проби відібрані з Дніпровсько-Бузького лиману, місце розташування ближче до витоків в Чорне море.

Забруднення води. Група токсичних металів

Більшість концентрацій металів в досліджених пробах води знаходяться на рівні дуже доброго та доброго екологічного статусу, але після підриву греблі Каховської гідроелектростанції (ГЕС) концентрації хрому, міді, миш'яку, та цинку в досліджених районах, також і в районі CW5 Чорного моря, піднялись до рівня поганого та дуже поганого екологічного статусу. Розподіл групового Кз ТМ в воді досліджених районів в 2023 році показує що після підриву греблі Каховської ГЕС високі концентрації металів швидко були перенесені до Чорного моря, що видно по рівню групи Кз ТМ в районі CW5. У наступні місяці токсичні метали осідали в зоні седиментації та в грудні, не зважаючи на перенос їх з Дніпро- Бузького лиману до Чорного моря, знизились в воді району CW5 до доброго екологічного стану (рис. 1.15).

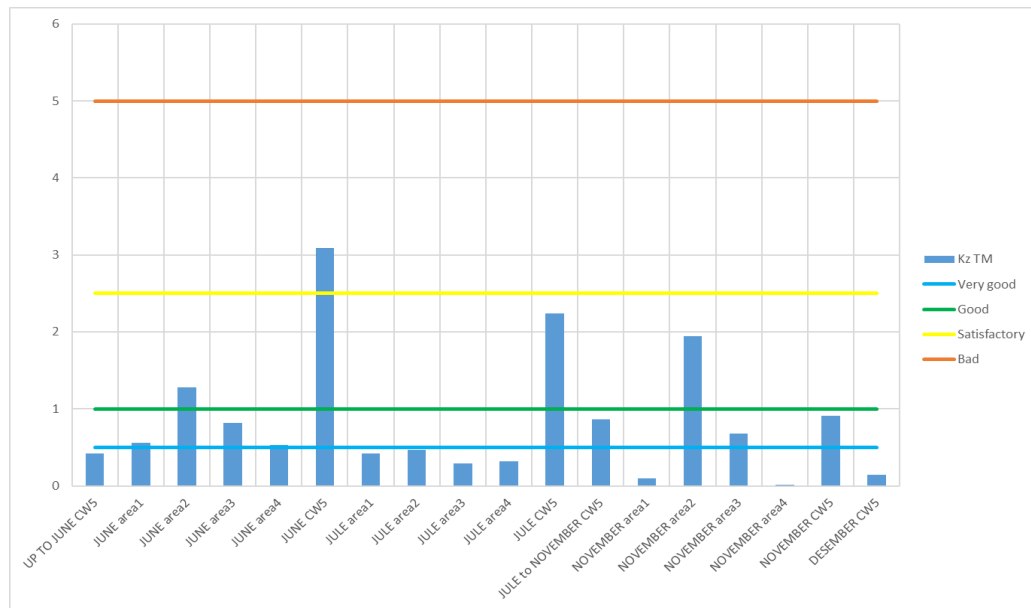


Рисунок 1.15 – Кз ТМ в досліджених районах в 2023 році

За показниками Кз індивідуальних металів групи ТМ (рис. 1.16) найбільший вклад в рівень забруднення ТМ в досліджених районах припадає на концентрації:

- з початку року до підриву греблі Каховської ГЕС в червні – цинк, мідь, хром, кадмій в районі Чорного моря CW5;
- після підриву греблі Каховської ГЕС в червні – цинк, миш'як, мідь, хром в районі Чорного моря CW5, що корелює з основними ТМ в воді районів з яких прямувала хвиля після підриву греблі Каховської ГЕС;
- липень – цинк, миш'як в районі Чорного моря CW5;
- з кінця липня до початку листопада – цинк в районі Чорного моря CW5;
- листопад – цинк, хром в районі Чорного моря CW5.
- грудень – цинк, мідь в районі Чорного моря CW5.

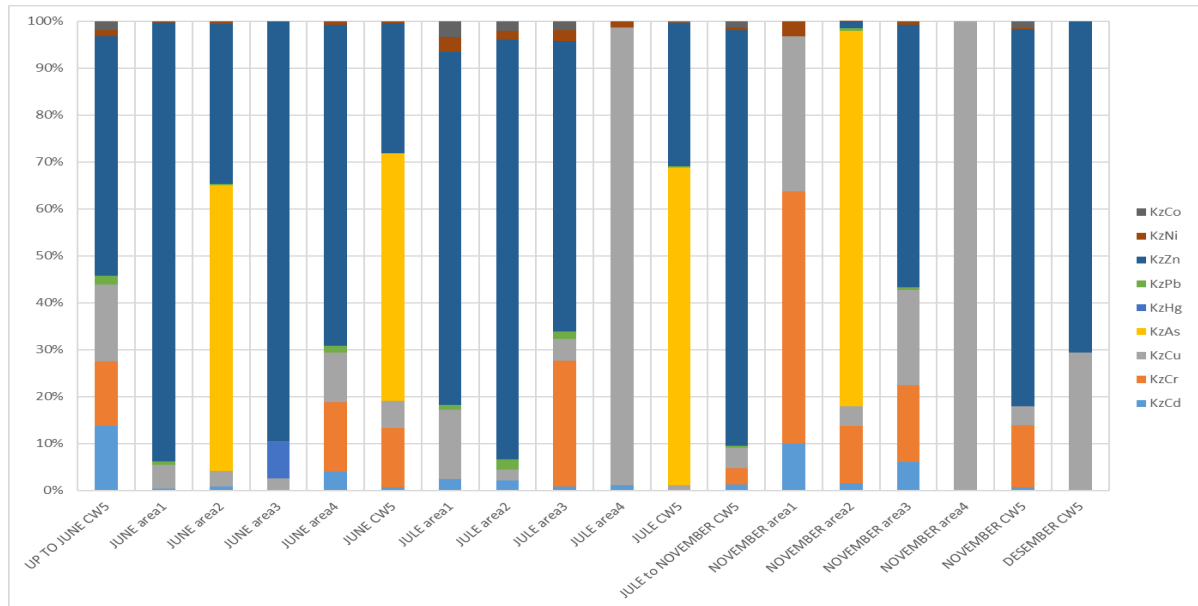
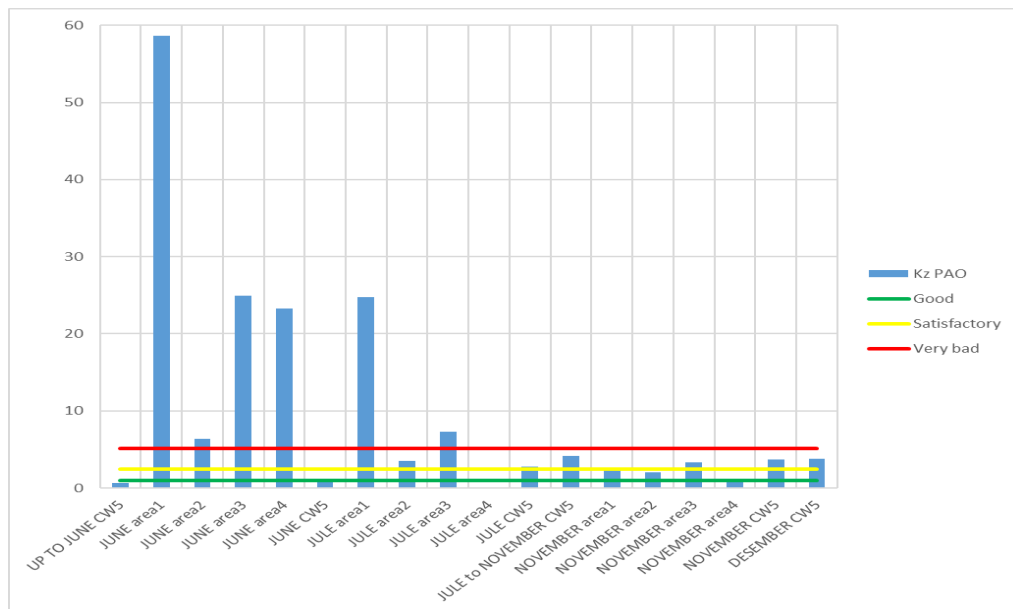


Рисунок 1.16 – Вклад Кз індивідуальних ТМ в загальну суму забруднення води
ТМ в досліджених районах у 2023 році

Група забруднюючих речовин сільськогосподарського походження

Концентрації забруднюючих речовин сільськогосподарського походження (ОЗСП) до червня 2023 року були на низькому рівні крім концентрацій Heptachlor. Після підриву греблі Каховської ГЕС в пробах поверхневих вод спостерігались високі концентрації Lindane (екологічний статус «дуже погано»), суми ізомерів Lindane (екологічний статус «задовільно»), та суми

циклодієнових сполук (екологічний статус «задовільно»). Найбільше забруднення води ОЗСП було від концентрацій Heptachlor, які за весь період досліджень в пробах води були на рівні «дуже поганого» екологічного стану, а після підриву греблі його концентрації залпове збільшились і залишались на дуже високому рівні. Після підриву греблі Каховської ГЕС розподіл групового Кз ОЗСП в воді досліджених районів в 2023 році показує що високі концентрації ОЗСП з районів ближчих до зруйнованої дамби поступово переносяться нижче за течією та до Чорного моря, Кз ОЗСП в районі CW5 поступово зростає з червня по грудень (рис. 1.17).



Позначка PAO – ОЗСП

Рисунок 1.17 – Кз ОЗСП в досліджених районах в 2023 році

За показниками Кз індивідуальних сполук групи ОЗСП (рис. 1.18) найбільший вклад в рівень забруднення ОЗСП в досліджених районах припадає на концентрації Heptachlor, крім району 4 в липні де основний вклад внесли концентрації циклодієнових сполук, Lindane та ДДТ і його метаболітів. Забруднення во всіх відібраних пробах води ідентичне, в районі CW5 в листопаді та грудні де що змінився розподіл між забруднюючими речовинами.

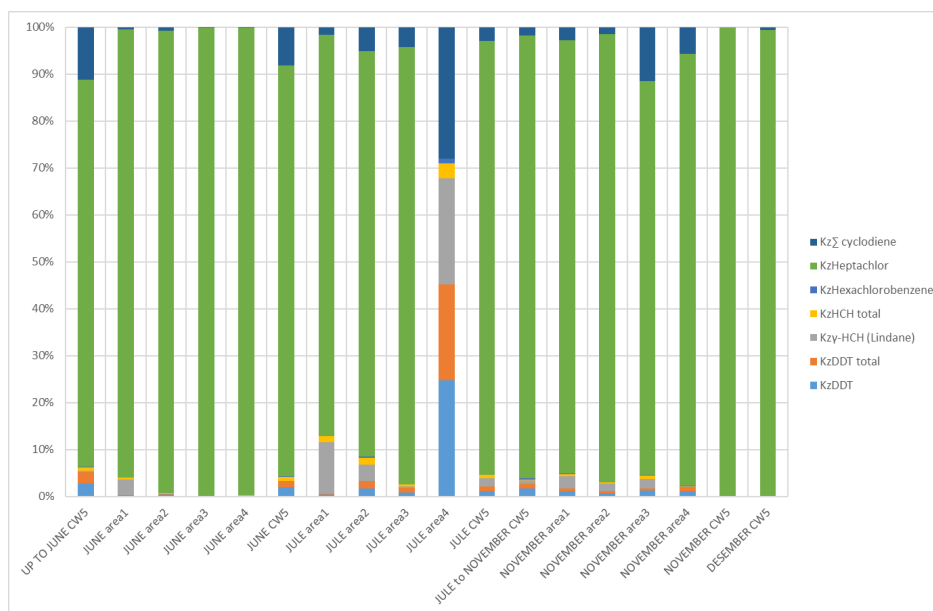
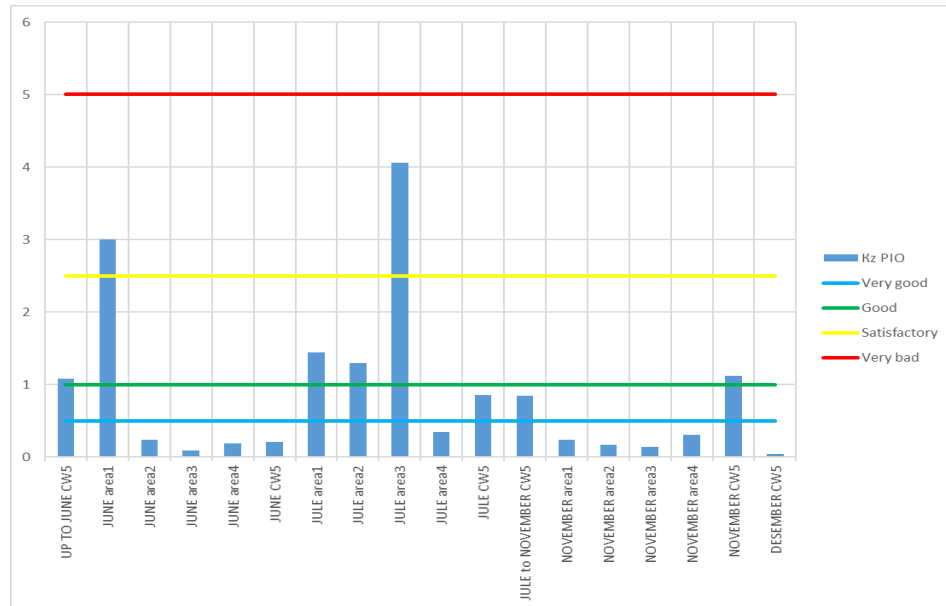


Рисунок 1.18 – Вклад Кз індивідуальних ОЗСП в загальну суму забруднення води ОЗСП в досліджених районах у 2023 році

Група забруднюючих речовин промислового походження

В червні 2023 року концентрації індивідуальних забруднюючих речовин промислового походження (ОЗПП) варіювались: від дуже доброго екологічного стану (PCB28, PCB118, PCB126, naphthalene, anthracene, fluoranthene, benzo(b)fluoranthrene, benzo(k)fluoranthrene, benzo(a)pyrene, benzo(a)pyrene еквівалент), доброго екологічного стану (PCB153), задовільного екологічного стану (PCB52, PCB156, PCB180, benzo(g,h,i)perylene), поганого та дуже поганого екологічного стану (PCB101, PCB138). Після підриву греблі Каховської ГЕС в червні рівень концентрацій індивідуальних ОЗПП в пробах води з району ближчого до зруйнованої дамби спостерігались на високому рівні, в районах які знаходяться нижче за течією та в Чорному морі не спостерігалось підвищення рівня концентрацій. В липні концентрацій індивідуальних ОЗПП в пробах води були на високому рівні в усіх досліджених районах. В листопаді концентрації індивідуальних ОЗПП почали знижуватись та в грудні були на рівні дуже доброго екологічного стану. Розподіл групового

Кз ОЗПП в воді досліджених районів в 2023 році показує що після підриву греблі Каховської ГЕС в червні високі концентрації ОЗПП з району ближчого до зруйнованої дамби повільно переносяться спочатку до районів нижче за течією, підвищення рівня Кз ОЗПП в липні по районах 2,3,4, та далі до Чорного моря, підвищення рівня Кз ОЗПП з липня по листопад в районі CW5 при зниженні рівня Кз ОЗПП в районах 1,2,3,4 (рис. 1.19).



Позначка РІО – ОЗПП

Рисунок 1.19 – Кз ОЗПП в досліджених районах в 2023 році

За показниками Кз індивідуальних сполук групи ОЗПП (рис. 1.20) найбільший вклад в рівень забруднення ОЗПП в досліджених районах припадає на концентрації :

З початку року до підриву греблі Каховської ГЕС в червні:

- РСВ101, РСВ138 в районі Чорного моря CW5;

після підриву греблі Каховської ГЕС в червні:

- РСВ101, РСВ138, РСВ156 в районі 1;
- РСВ101, РСВ156, РСВ52 в районі 2;
- benzo(g,h,i)perylene, РСВ156 в районі 3;

- benzo(g,h,i)perylene, PCB156, PCB138 в районі 4;
- PCB101, PCB156, PCB52 в районі Чорного моря CW5.

в липні:

- PCB101, PCB156, benzo(g,h,i)perylene, PCB138 в районі 1;
- PCB138, PCB101, PCB156, benzo(g,h,i)perylene в районі 2;
- benzo(g,h,i)perylene, PCB138, PCB101 в районі 3;
- PCB138, benzo(g,h,i)perylene, PCB101 в районі 4;
- PCB138, PCB101, benzo(g,h,i)perylene в районі Чорного моря CW5.

з кінця липня до початку листопада:

- PCB138, PCB101, benzo(g,h,i)perylene в районі Чорного моря CW5

листопад:

- PCB156, PCB101, PCB52 в районі 1;
- PCB101, PCB156, PCB52 в районі 2;
- PCB156, PCB52 в районі 3;
- PCB101, PCB156, PCB52 в районі 4;
- benzo(g,h,i)perylene в районі Чорного моря CW5.

грудень:

- benzo(g,h,i)perylene, anthracene в районі Чорного моря CW5.

Вклад індивідуальних ОЗПП в забруднення води вказують, що в морському районі CW5, з початку року до підризу дамби Каховської ГЕС, характер забруднення відрізняється від подальших результатів досліджень. Після підризу дамби характер забруднення в морському районі з червня по листопад схожий на забруднення в районах 1,2,3,4, а в листопаді та грудні характер забруднення в районі CW5 змінився та знизився, але не повернувся до складу ідентичному забрудненню ОЗПП на початку 2023 року.

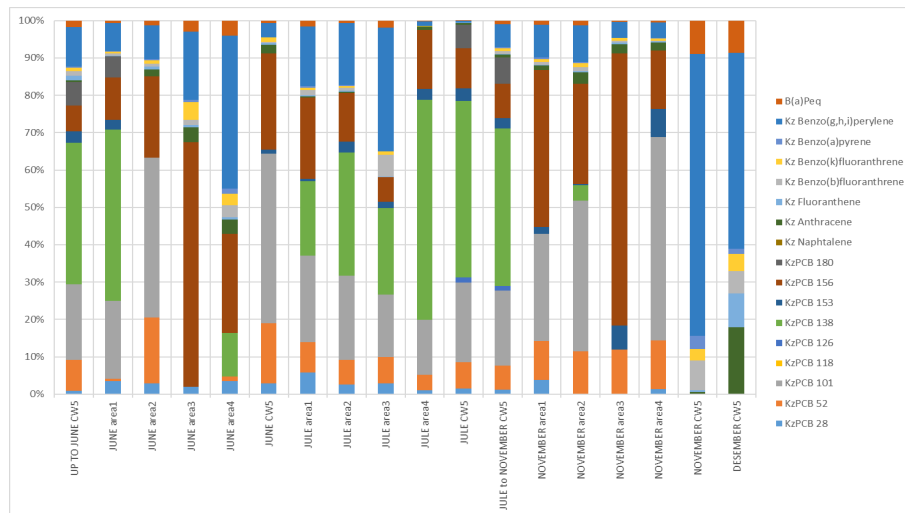


Рисунок 1.20 – Вклад Кз індивідуальних ОЗПП в загальну суму забруднення води ОЗПП в досліджених районах у 2023 році

Загальна екологічна оцінка води в досліджених районах

В таблиці 1.5 наведені Кз для ТМ, ОЗСП and ОЗПП в воді досліджених районів та загальна оцінка екологічного стану.

Таблиця 1.5 – Кз ТМ, ОЗСП and ОЗПП в досліджених пробах води у 2023 році.

Район і дати	Кз ТМ	Кз ОЗСП	Кз ОЗПП	Загальна екологічна оцінка води
CW5 up to june	0,42	0,67	1,08	Задовільно
area 1 june	0,56	58,7	3,00	Погано
area 2 june	1,28	6,36	0,24	Погано
area 3 june	0,82	24,9	0,09	Погано
area 4 june	0,53	23,3	0,19	Погано
CW5 june	3,09	0,83	0,21	Посередньо
area 1 jule	0,42	24,7	1,44	Погано
area 2 jule	0,47	3,53	1,30	Посередньо
area 3 jule	0,29	7,28	4,06	Погано
area 4 jule	0,32	0,13	0,35	Дуже добре
CW5 jule	2,24	2,8	0,86	Посередньо
CW5 from jule to november	0,86	4,14	0,85	Посередньо
area 1 november	0,10	2,70	0,24	Посередньо
area 2 november	1,94	2,06	0,17	Задовільно
area 3 november	0,68	3,29	0,14	Посередньо
area 4 november	0,01	1,09	0,31	Задовільно
CW5 november	0,91	3,72	1,12	Посередньо
CW5 desember	0,14	3,79	0,04	Посередньо

Біологічні об'єкти

Група токсичних металів

Концентрації металів в досліджених пробах біологічних об'єктів знаходяться на рівні дуже доброго екологічного стану. Розподіл групового Кз ТМ в пробах біологічних об'єктів досліджених в 2023 році показує що в досліджуваних об'єктах не виявлено концентрацій металів, здатних на них негативно впливати (рис. 1.21).

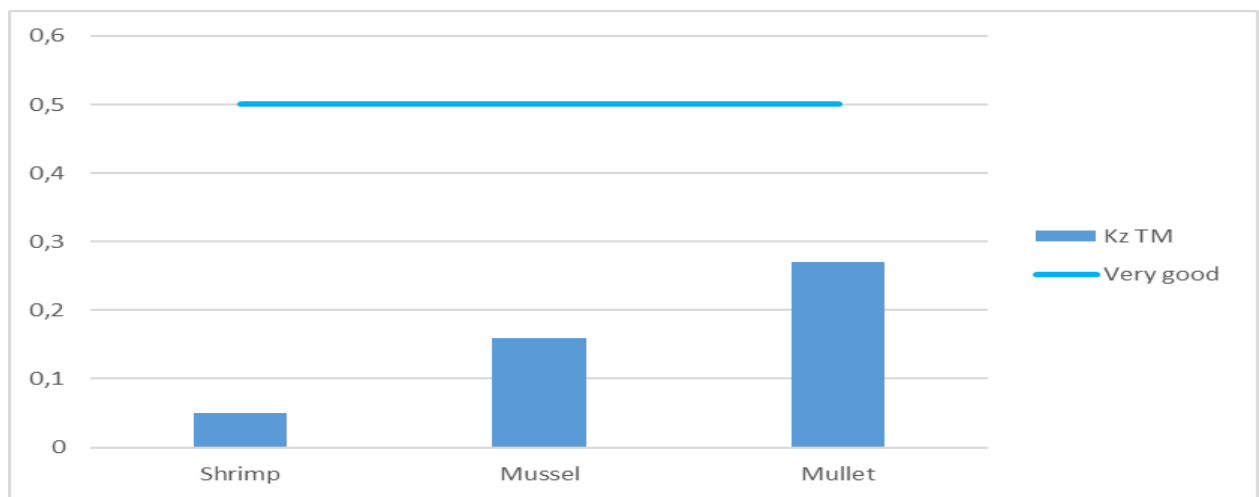


Рисунок 1.21 – Кз ТМ в пробах біологічних об'єктів досліджених в 2023 році

За показниками Кз індивідуальних металів групи ТМ (рис. 1.22) найбільший вклад в рівень забруднення ТМ в досліджених пробах біологічних об'єктів припадає на концентрації в Shrimp (креветки)– свинець; Mussel (мідії) – ртуть; Mullet (кефаль) – кадмій та ртуть.

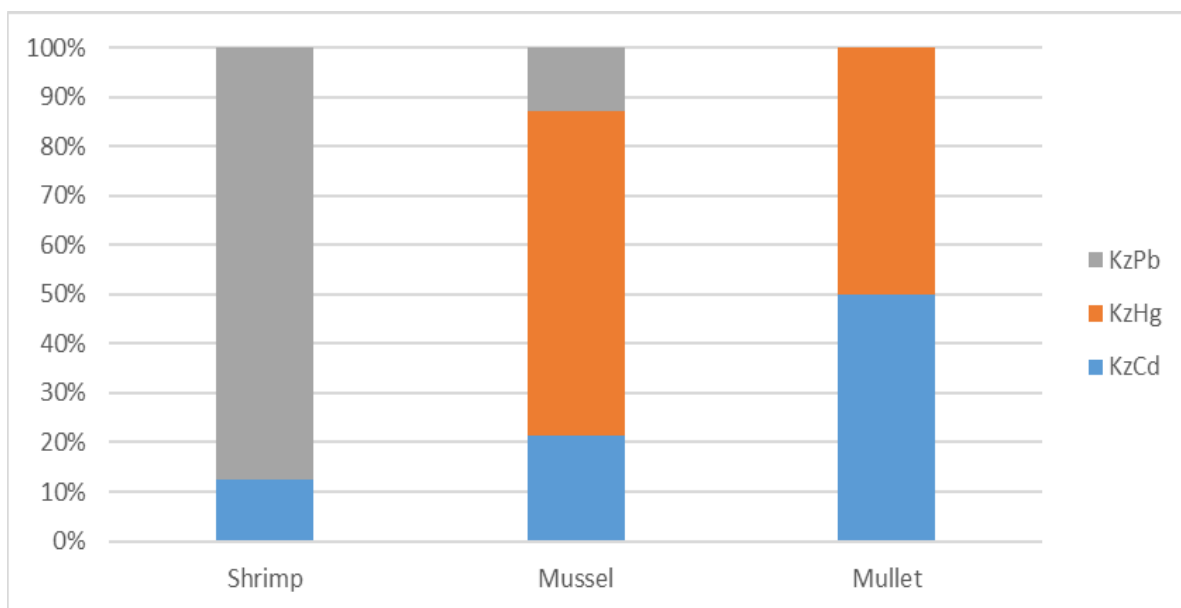


Рисунок 1.22 – Вклад Кз індивідуальних ТМ в загальну суму забруднення біологічних об’єктів ТМ у 2023 році

Група забруднюючих речовин сільськогосподарського походження

Концентрації індивідуальних речовин ОЗСП знаходяться на рівні дуже поганого та поганого екологічного статусу в пробі Mullet, а саме Heptachlor, HCH total, Lindane, в пробах Mussel рівень поганого екологічного статусу мають концентрації Heptachlor. Розподіл групового Кз ОЗСП в пробах біологічних об’єктів досліджених в 2023 році показує що в пробах Mullet забруднення групі ОЗСП накопичені значно більше ніж в пробах інших біологічних об’єктів (рис. 1.23).

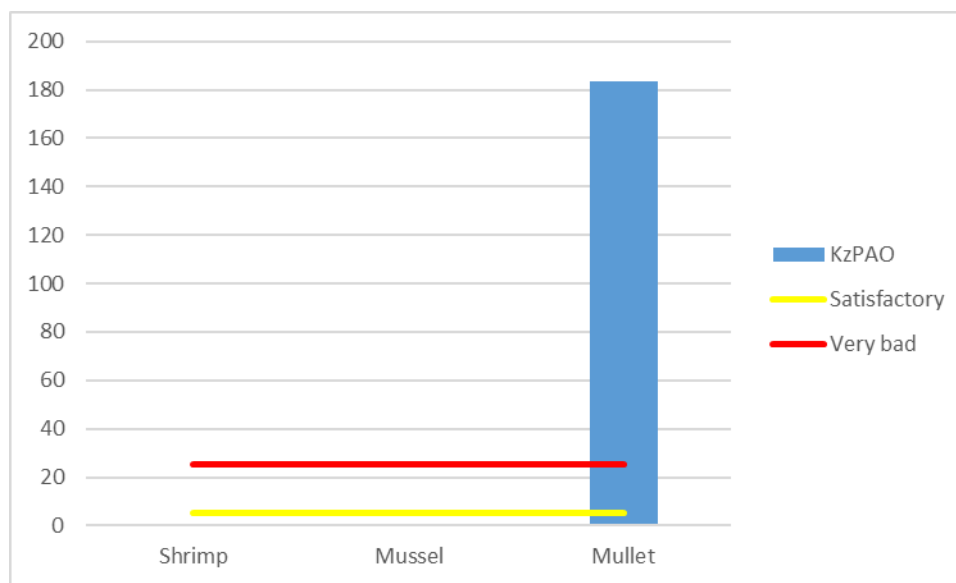


Рисунок 1.23 – Кз ОЗСП в пробах біологічних об’єктів досліджених в 2023 році

За показниками Кз індивідуальних сполук групи ОЗСП (рис. 1.24) найбільший вклад в рівень забруднення ОЗСП в досліджених пробах біологічних об’єктів припадає на:

Shrimp – Aldrin and DDD;

Mussel – Heptachlor;

Mullet – Heptachlor.

Забруднення групою ОЗСП во всіх відібраних пробах біологічних об’єктів має різний характер, хоча й в пробах Mussel and Mullet основний вплив має Heptachlor.

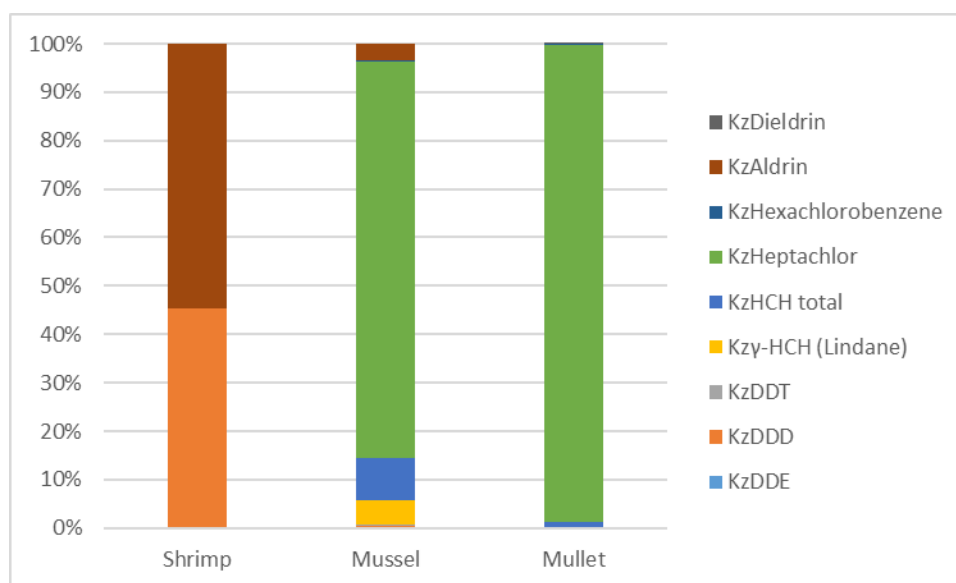


Рисунок 1.24 – Вклад Кз індивідуальних ОЗСП в загальну суму забруднення біологічних об'єктів ОЗСП у 2023 році

Група забруднюючих речовин промислового походження

Всі проби біологічних об'єктів дуже забруднені індивідуальними ОЗПП, концентрації їх знаходяться на рівні дуже поганого та поганого екологічного статусу. Розподіл групового Кз ОЗПП в пробах біологічних об'єктів досліджених в 2023 році показує що забруднення в біологічних об'єктах за рівнем розподілився Mullet > Shrimp > Mussel (рис. 1.25).

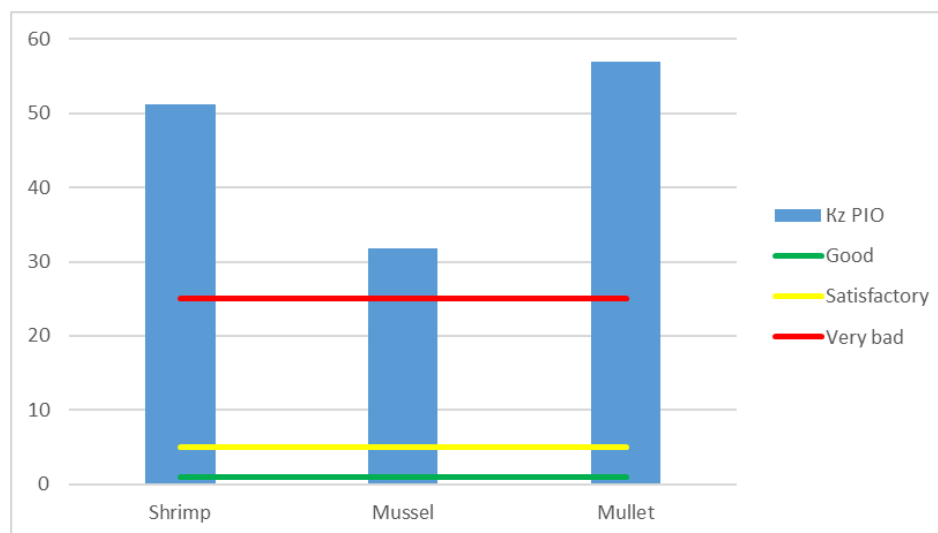


Рисунок 1.25 – Кз ОЗПП в пробах біологічних об'єктів досліджених в 2023 році

За показниками Kz індивідуальних сполук групи ОЗПП (рис. 1.26) найбільший вклад в рівень забруднення ОЗПП в пробах біологічних об'єктів припадає на концентрації:

Shrimp – Benzo(g,h,i)perylene;

Mussel – Benzo(g,h,i)perylene, Chrysene, Indeno(1,2,3cd)pyrene;

Mullet – Indeno(1,2,3cd)pyrene, Sum of dioxins and dioxin-like PCBs.

Забруднення індивідуальних ОЗПП, в різних біологічних об'єктах накопичуються по різному.

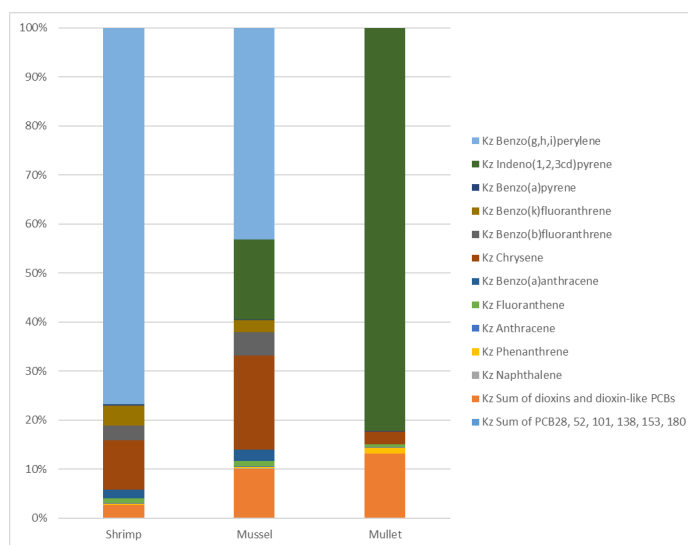


Рисунок 1.26 – Вклад Kz індивідуальних ОЗПП в загальну суму забруднення біологічних об'єктів ОЗПП у 2023 році

Загальна екологічна оцінка досліджених біологічних об'єктів

В таблиці 1.6 наведені Kz для ТМ, ОЗСП та ОЗПП в біологічних об'єктах і оцінка екологічного стану для них.

Таблиця 1.6 – Кз ТМ, ОЗСП та ОЗПП в досліджених пробах біологічних об'єктів у 2023 році.

Біологічний об'єкт	Кз ТМ	Кз ОЗСП	Кз ОЗПП	Екологічна оцінка біологічного об'єкту
Креветка	0,05	0,01	51,1	поганий
Мідії	0,16	0,8	31,8	поганий
Кефаль	0,27	183	57,0	поганий

В таблиці 1.7 наведені показники забрудненості проб біологічних об'єктів поліароматичними вуглеводнями (ПАВ), а саме сума ПАВ (Σ РАН's), benzo(a)pyrene еквівалент токсичності (B(a)Peq), сума канцерогенних ПАВ (Σ carcinogenic РАН's).

Ці показники розраховувались по середнім значенням концентрацій ПАВ в пробах біологічних об'єктів.

Таблиця 1.7 – Показники забрудненості проб біологічних об'єктів ПАВ.

Біологічний об'єкт	Σ РАН's	B(a)Peq	Σ carcinogenic РАН's
Креветка	327	26	15,8
Мідії	224	12	7,57
Кефаль	2292	34,4	31,9

Показник Σ РАН's, яка характеризує ступінь забруднення ПАВ, вказує що ПАВ значно накопичуються досліджених біологічних об'єктах та є основними забруднюючими речовинами;

Показник B(a)Peq, який характеризує рівень токсичності забруднень ПАВ, вказує що ПАВ в більшій кількості накопичуються в біологічних об'єктах вищої ступені харчового ланцюга;

Показник Σ carcinogenic РАН's, яка характеризує забрудненість канцерогенними ПАВ, вказує що в біологічних об'єктах знаходяться канцерогенні речовини достатні для можливого розвитку генетичних захворювань.

2 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ

В межах Одеського морського регіону (ОМР) гідробіологічний моніторинг проводився на підставі регулярних спостережень, з періодичністю раз на тиждень, на станції Чорноморський Яхт-клуб впродовж року, на станції в районі мису Малий Фонтан в червні-листопаді, в районі 13 ст. мису Великий Фонтан на відстані близько 650 м від берега у червні-липні. З червня додали точки відбору у зв'язку з катастрофою на Каховській ГЕС (рис. 2.1).

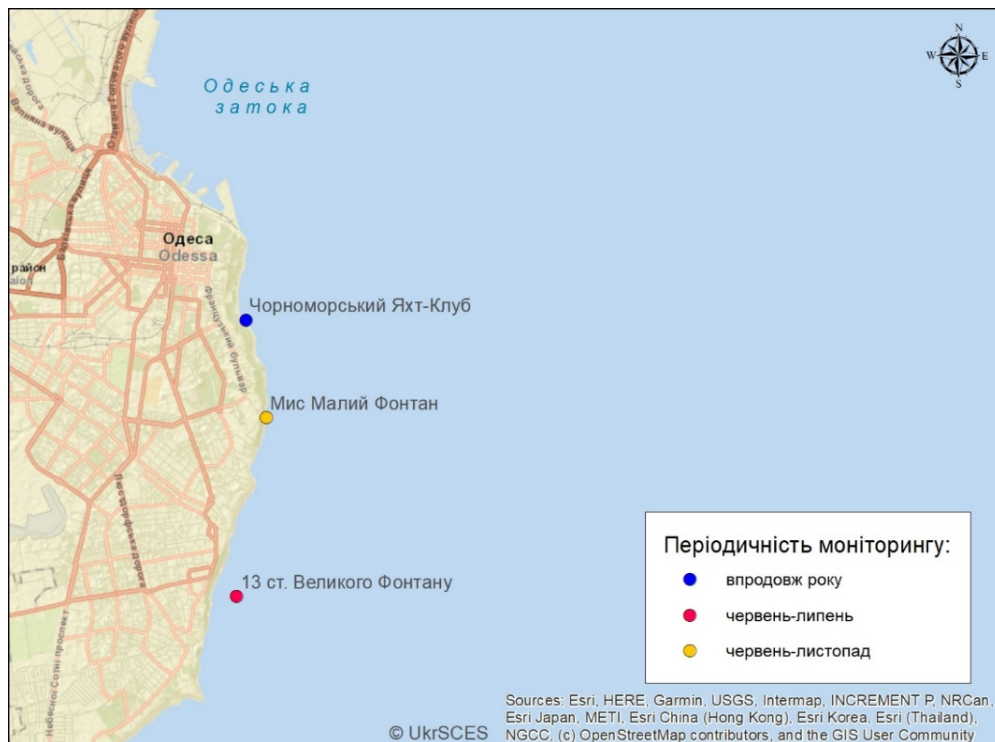


Рисунок 2.1 – Схема розташування станцій гідробіологічного моніторингу Одеського регіону у 2023 році

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. У 2023 році було ідентифіковано 181 видів та надвидових таксонів планктонних мікроводоростей, що відносяться до 12 класів: Bacillariophyceae (83 види), Dinophyceae (40), Cyanophyceae (20), Chlorophyceae (26) та решта 12 видів, розподілених між 8 класами. Основу видового різноманіття складали діатомові (46,1%) та динофітові (22,2 %) водорості. Влітку, після підриву дамби Каховської ГЕС, зросла кількість прісноводних зелених та синьо-зелених водоростей. Одразу після аварії їх відсоток у пробах був більше 50 % від загальної кількості видів, а за рік середня чисельність склала 25,0 %. Домінували – *Aphanizomenon flos-aquae*, *Dolichospermum flos-aquae*, та *Microcystis aeruginosa*. Крім них у пробах були присутні ще 9 видів ціанобактерій (*Limnothrix planctonica*, *Jaaginema kisselevii*, *Pseudanabaena limnetica*, *Merismopedia minima* та інші) та 19 видів зелених мікроводоростей, в числі яких, крім звичного для північно-західної частини Чорного моря *Monoraphidium contortum*, фіксувалися ще *Ankistrodesmus falcatus*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Oocystis borgei*, *Coelastrum microporum*, *Tetradesmus lunatus* та інші.

Після короткочасної стабілізації гідрологічного становища на фоні відновлення солоності, підвищилась кількість гетеротрофних динофітових водоростей, які є показниками евтрофікації водойми, а деякі з них є потенційно токсичними. У серпні, крім 24 видів діатомових водоростей (7 видів з роду *Chaetoceros*, *Leptocylindrus danicus*, *Cerataulina pelagica*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*), були присутні 13 видів динофітових водоростей, зокрема *Dinophysis caudata*, *Dinophysis fortii*, *Protoperidinium quinquecorne*, *Scrippsiella trochoidea* та інші. У серпні та вересні було зафіксовано розвиток гетеротрофної ебріофітової водорості *Ebria tripartita*, яка також є показником евтрофікації водойми.

Наприкінці осені були відмічені теплолюбиві види, ймовірно занесені течіями від берегів Румунії та Болгарії: *Polykrikos kofoidii*, *Lingulodinium polyedrum*, *Gonyaulax sp.*, *Protoperidinium divergens*, *Prorocentrum compressum*, *Gymnodinium sp.*, *Tripos furca*, *Diplopsalis lenticula* та *Protoperidinium pellucidum*.

Чисельність мікроводоростей впродовж 2023 року (рис. 2.2) змінювалась від 10,9 тис. кл. $\cdot$ л⁻¹ до 9427,8 тис. кл. $\cdot$ л⁻¹, біомаса від 24,8 мг $\cdot$ м⁻³ до 10436,7 мг $\cdot$ м⁻³, при середній за рік чисельності 904,1 тис. кл. $\cdot$ л⁻¹ та біомасі 758,5 мг $\cdot$ м⁻³. У порівнянні з 2022 роком чисельність була у 3,6 разів вищою, але біомаса була на 30% меншою, що можна пояснити розвитком дрібноклітинних водоростей, таких як діатомова *Chaetoceros thronsdensei* або ціанобактерії *Chroococcus minimus* та *Merismopedia minima*.

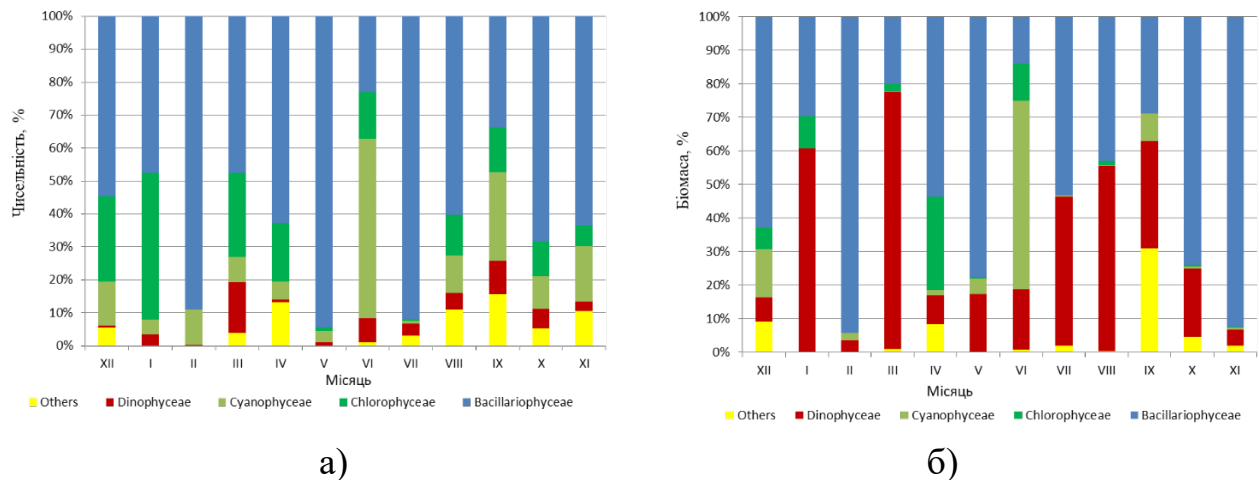


Рисунок 2.2 – Співвідношення чисельності (а) та біомаси (б) мікроводоростей у 2023 році за класами

В цілому за рік по чотирьом показникам: за критерієм загальної біомаси фітопланктону, значенням індексу Менхініка, індексом МЕС% та співвідношенням діатомових та динофітових водоростей стан акваторії ОМР відповідав «Доброму» екологічному стану.

Пігмент хлорофілу-а. Середньосезонні концентрації хлорофілу-а в 2023 році змінювалися від $1,63 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ до $6,79 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ (при загальній річній мінливості цього показника на два порядки величин – від $0,54 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ до $35,82 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$). Протягом всього року зростання концентрацій хлорофілу-а супроводжувалось зворотно пропорційним зниженням солоності (рис. 2.3). Це свідчить про безпосередній вплив більш прісних водних мас на розвиток автотрофних угруповань фітопланктону в прибережній зоні ОМР.

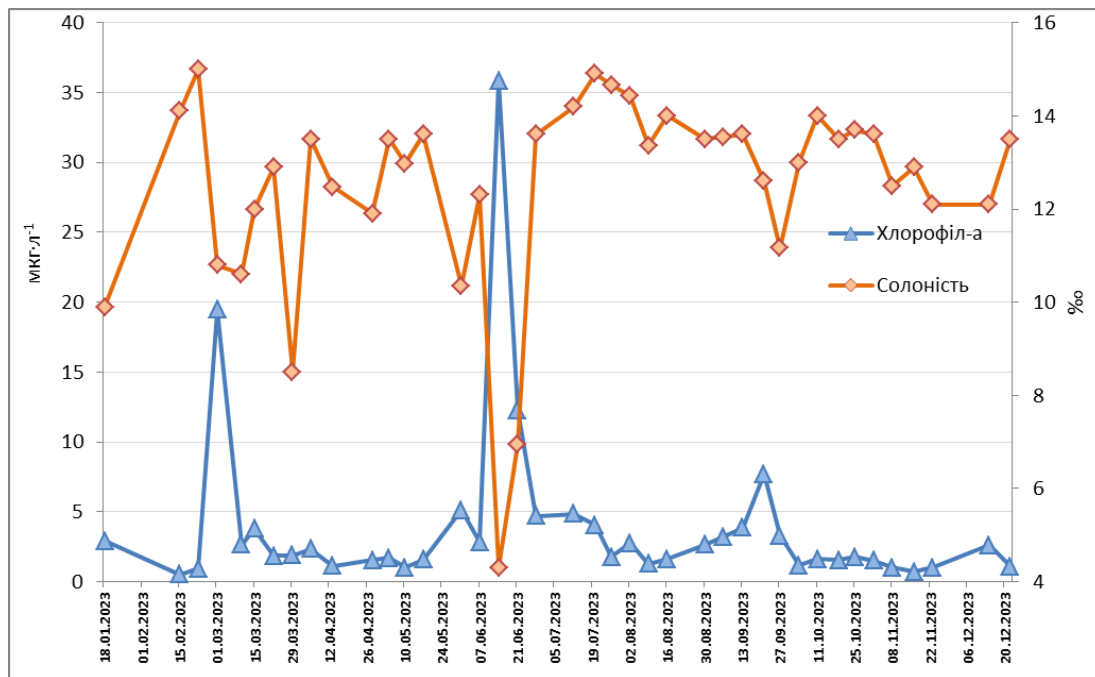


Рисунок 2.3 – Мінливість концентрацій хлорофілу-а ($\text{мкг}\cdot\text{л}^{-1}$) в прибережній зоні ОМР у 2023 р

Розвиток фітопланктону, що відповідає зростанню концентрації хлорофілу-а до $35,82 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ є аномальним для району дослідження і перевищує аналогічні показники минулих років. Попередній багаторічний максимум хлорофілу-а для різних полігонів прибережної акваторії Одеси, був зафіксований в 2019 році і складав $14,3 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$. Концентрації хлорофілу-а на станції Чорноморський яхт-клуб в червні попереднього 2022 року не перевищували $5,1 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$. Наведені дані дозволяють стверджувати, що

аномальна ситуація у червні 2023 року напряму пов'язана з розповсюдженням на акваторію прибережної зони ОМР наслідків екологічної катастрофи, викликаної підривом військовими силами РФ дамби Каховської ГЕС.

Оцінка екологічного стану в прибережній зоні ОМР в 2023 року на підставі середньосезонних значень концентрації хлорофілу- α на моніторинговій станції Чорноморський яхт-клуб виявила його послідовні зміни від «Задовільний» в зимовий період до «Поганий» і «Дуже поганий» у весняний та літній сезони. В осінній період 2023 року екологічний статус прибережної зони ОМР відповідав статусу «Поганий».

Зоопланктон. У 2023 році у складі зоопланктону (рис. 2.4) біло ідентифіковано 71 таксон морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Прісноводні були відмічені під час збільшення витоку води з Дніпра після руйнування Каховської греблі. Максимальна їх кількість була присутня в ОМР в середині червня, але вже на початку липня, з підйомом солоності, чисельність прісноводних видів знизилась до поодиноких особин, у серпні якісний склад зоопланктону набув сезонних характеристик. Найбільше різноманіття було відмічено для веслоногих ракоподібних Copepoda – 27 таксонів, але здебільшого це були одиничні знахідки не масових у регіоні видів, постійно були присутні ракоподібні з родів *Acartia* та *Oithona*, які формували загальну чисельність і біомасу в групі. Також цілий рік відмічалися гарпактіциди: *Ameira parvula parvula*, *Ectinosoma melaniceps*, *Harpacticus littoralis*, але їх щільність була невелика. Група коловерток мала у своєму складі 13 таксонів, проте впродовж року постійно зустрічалася тільки *Synchaeta baltica*, інші були сезонно або принесені з дніпровською водою. Гіллястовусі ракоподібні зазвичай мають розвиток у другій половині року, частіш за інших зустрічався вид *Pleopis polyphemoides*, інші 6 представників були малочислені та відмічалися короткий час. Мєропланктон та *Varia* налічували 9 та 10 таксонів

відповідно, постійно з них були присутні в пелагіалі личинки поліхет, молюсків, балануса та вільноживучі нематоди. Желетілі були представлені 5-ма таксонами, Protozoa – 2-ма, вони зустрічалися сезонно, хоча могли мати короткочасний значний розвиток.

Середня чисельність за 2023 рік дорівнювала $80587 \text{ екз.} \cdot \text{м}^{-3}$, мінімальні значення були відмічені в лютому - $82 \text{ екз.} \cdot \text{м}^{-3}$, максимальна щільність була на початку липня – $1358443 \text{ екз.} \cdot \text{м}^{-3}$. Біомаса коливалася від $0,606 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (середина лютого) до $4940,893 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (друга половина липня), середня за час дослідження – $304,208 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$.

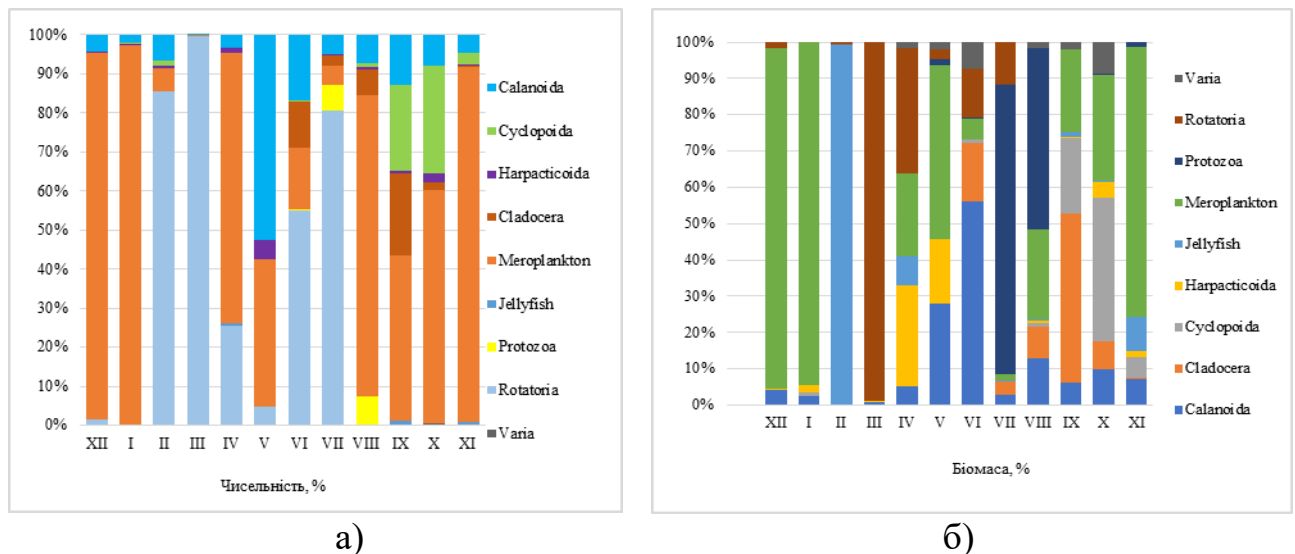


Рисунок 2.4 – Вклад різних таксонів у формування чисельності (а) та біомаси (б) мезозoopланктону в Одеському регіоні у 2023 році

Руйнування Каховської ГЕС та виток прісної води з Каховського водосховища і Дніпрово-Бузького лиману призвели до зростання кількості, іноді стрімкого, в зоопланктоні прісноводних видів, таких як *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus calyciflorus amphiceros*, *Fillinia longiseta*, *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta vorax*, *Halicyclops sp.*, *Bosmina longirostris*, *Cornigerius maeoticus*, *Leptodora kindtii*. Взагалі, ці види є звичайними для водосховищ і лиманів системи р. Дніпро та можуть бути відмічені у зоопланктоні Чорного

моря, особливо в місцях виходу річок або в опріснених районах, але вони зустрічаються поодинокими особинами, які не мають значного розвинення. З підвищенням солоності більш 10 ‰, прісноводні види майже зникли з пелагіалі.

У липні відмічався розвиток гетеротрофної динофлагеляти *Noctiluca scintillans*, яка є одним із індикаторів забруднення морського середовища. У другій половині місяця відсоток ноктилюки у загальній біомасі коливався від 51,87 % до 99,43 %, а її біомаса в акваторії яхт-клубу в окремі дні доходила до $4,9 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ (26.07.2023), але вже в середині серпня біомаса *N. scintillans* знизилася до $0,425 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, що складало близько 1%.

Оцінка стану акваторії відбувалася за інтегральним індексом зоопланктону (IZI), який комплексно оцінює стан водного середовища за показниками зоопланктону – загальною біомасою, індексом різноманіття Шеннону, часткою копепод, ноктилюки та желетілих у загальній біомасі. Протягом 2023 року індекс варіював від 0,125 у липні, до 0,638 у листопаді, та склав у середньому за рік 0,399. Загалом, екологічний стан акваторії цього року можна охарактеризувати як «Поганий».

Макрозообентос. В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя Одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 м до 3 м) в 2023 році зареєстровано 24 таксони донних макробезхребетних. Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють Annelida (8 видів), Crustacea (9 видів) та Mollusca (6 видів).

Максимальну зустрічальність мали такі види: *Capitella capitata*, *Alitta succinea*, *Mysta picta*, *Tubificoides* sp., *Spio filicornis*, *Mytilus galloprovincialis*. Ці ж види найчастіше опинялися у складі домінантів та субдомінантів угруповань. Максимальна кількість видів була знайдена на штучному субстраті – 13, мінімальна на піску – 2, на інших м'яких ґрунтах – 10. Індекс Шеннону варіював від $0.5 \text{ біт} \cdot \text{екз.}^{-1}$ до $1.6 \text{ біт} \cdot \text{екз.}^{-1}$.

За 2023 рік було відзначено 3 основних типи донних угруповань (рис. 2.5).

Угруповання твердих субстратів *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819.
Угруповання розвивалося на штучних твердих субстратах: хвилеломі – бетоні та пластиковому пантоні.

Угруповання м'яких субстратів *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) – *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) – *Tubificoides* sp.

Угруповання м'яких субстратів *Polychaeta varia*.

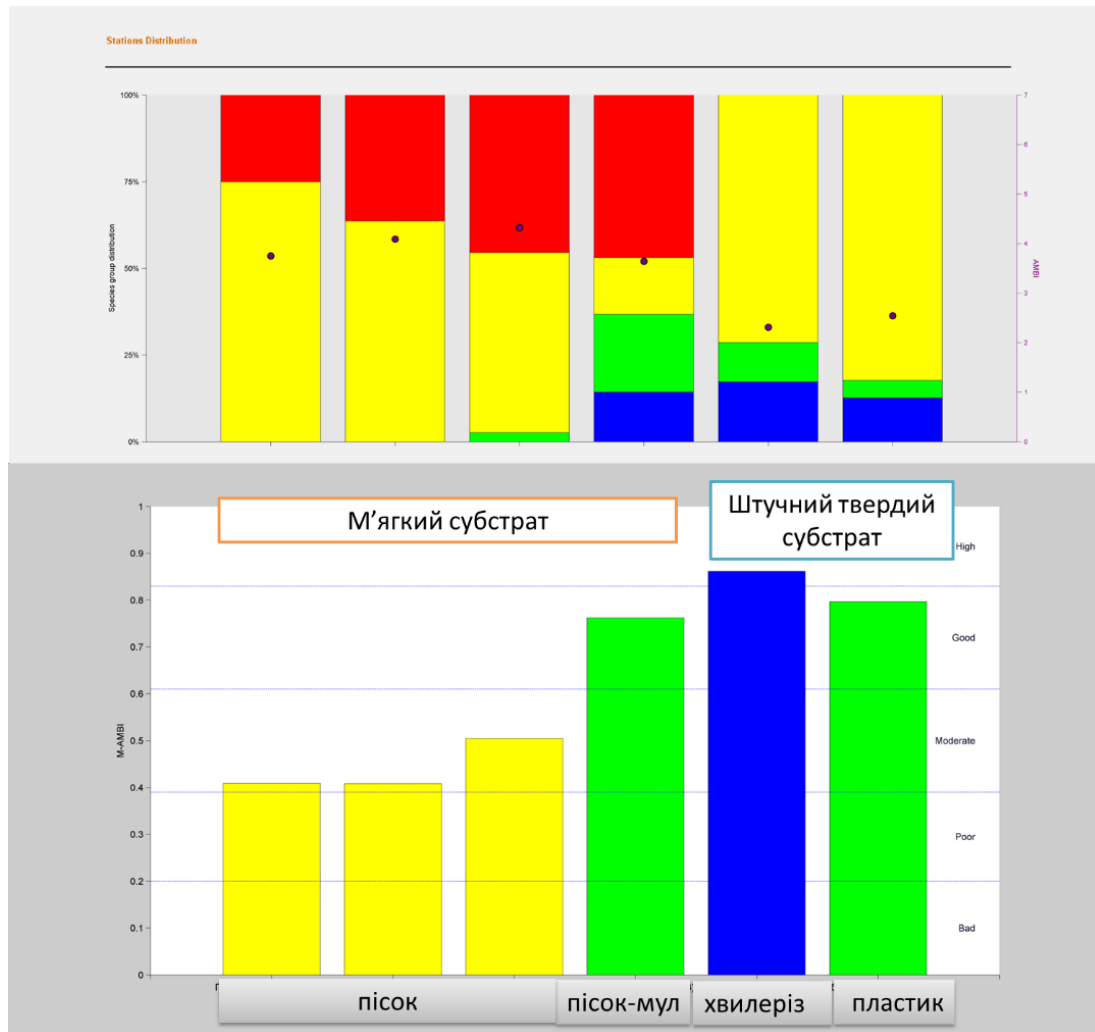


Рисунок 2.5 – Індекси AMBI та M-AMBI по субстратах

Мейобентос. Хоча мейобентос ще не включений в біологічний розділ контролю якості води згідно з Водною Рамковою директивою, його кількісні показники повинні враховуватися для оцінки стану навколишнього середовища.

Було ідентифіковано 20 типів мейобентосних організмів з 12 великих таксонів: Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida (визначали до роду або виду), Ostracoda, Kinorhyncha, Turbellaria, Oligochaeta, молодь Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda, Amphipoda, Nemertea. Halacaridae були відсутні в пробах, хоча в зоопланктоні приблизно у цей же час поодинокі особини відмічалися. Найбільше різноманіття (рис. 2.6) відмічене для слабозамуленого піску з домішками черепашки, найменша щільність безхребетних відмічена на чистому піску, що був відібраний на урізі води. Також для чистого піску характерні найнижчі показники чисельності та біомаси. Найбільш розповсюдженими групами були Nematoda, Harpacticoida та молодь Polychaeta, які відмічені на всіх типах ґрунтів як навесні, так і влітку. Веслоногі ракоподібні Harpacticoida мали у своєму складі звичайних для одеського регіону представників: *Canuella perplexa*, *Harpacticus littoralis*, *Ameira parvula parvula*, *Ectinosoma melaniceps*, *Nitocra sp.*, *Tisbe*.

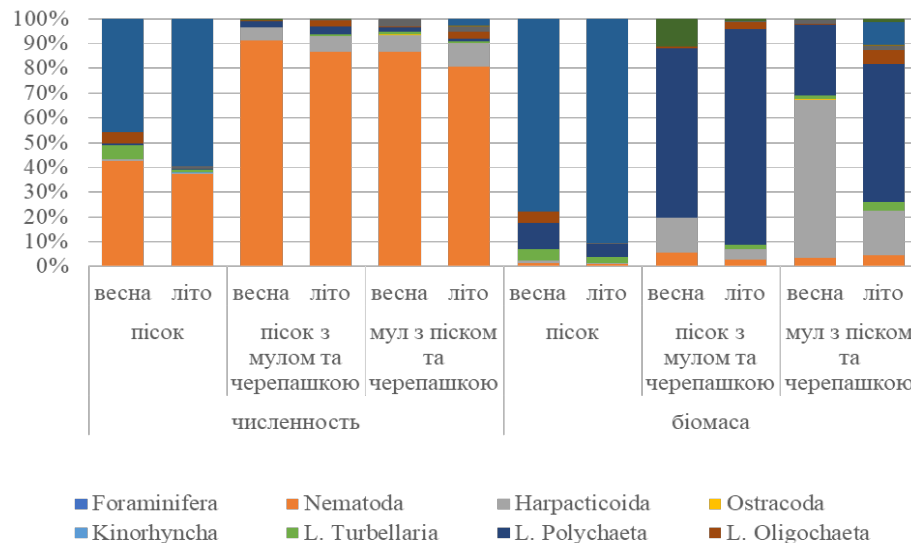


Рисунок 2.6 – Відсоток основних груп мейобентосу у загальній чисельності та біомасі по сезонах та ґрунтах

Чисельність на різних ґрунтах була сформована за рахунок двох груп: нематод, які мали розвиток на замулених ґрунтах, та немертин, що домінували на піщаному ґрунті як за щільністю так і за біомасою. Зазвичай для мейобентосу

Одеського регіону характерно, що при значній чисельності евейобентосу (постійного компоненту) ця група не має високої біомаси через дрібні розміри, тому більш важкі личинки або молодь макрозообентосних організмів (псевдомейобентос) формують показники біомаси.

Мейобентос крім харчової цінності є показником стану навколишнього середовища – зміни у щільності, різноманітті, розмірах організмів вказують на екологічні зміни у водоймі. Існує кілька методик екологічного тестування, серед них – співвідношення щільності груп Nematoda та Harpacticoida, яке при погіршенні умов існування може змінюватися в десятки і навіть сотні разів: при посиленні негативного впливу на екосистему відсоток Nematoda зростає, проте відсоток Harpacticoida знижується. У 2023 році нематодно-гарпактикоїдний індекс для всіх видів ґрунту був не дуже високий та не зазнавав значних коливань на одному ґрунті впродовж періоду досліджень. Найвищий був на піщаному ґрунті: 46,5 (навесні) та 76,0 (влітку). На мулистих ґрунтах він коливався від 8,5 до 17,2 зі зниженням у часі, що може свідчити про достатню кількість кисню при значному антропогенному навантаженні на даній акваторії. Така реакція мейобентосного угруповання може бути як відповіддю на очищення моря внаслідок загального зменшення судноплавства так і бути слідством швидкого темпу відтворення після закінчення дії негативного впливу внаслідок підриву Каховської греблі.

Макрофітобентос. Усього за період спостережень відзначено 20 видів макрофітобентосу, що належать до чотирьох відділів: Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta та Tracheophyta (рис. 2.7). За чисельністю переважали зелені – 9 видів, червоних було 8 видів, бурих – 2 види, квіткових рослин – 1 вид, що становило 45%, 40%, 10% та 5% відповідно. Сезонно-зимові бурі водорості *Ectocarpus siliculosus* та *Punctaria latifolia* знайдені в бентосі тільки навесні на

піщаному ґрунті, в епіфітоні на *Nanozostera noltei*. Влітку *Bryopsis hypnoides* та *Pyropia leucosticta* (сезонно-зимова) взагалі не спостерігалися.

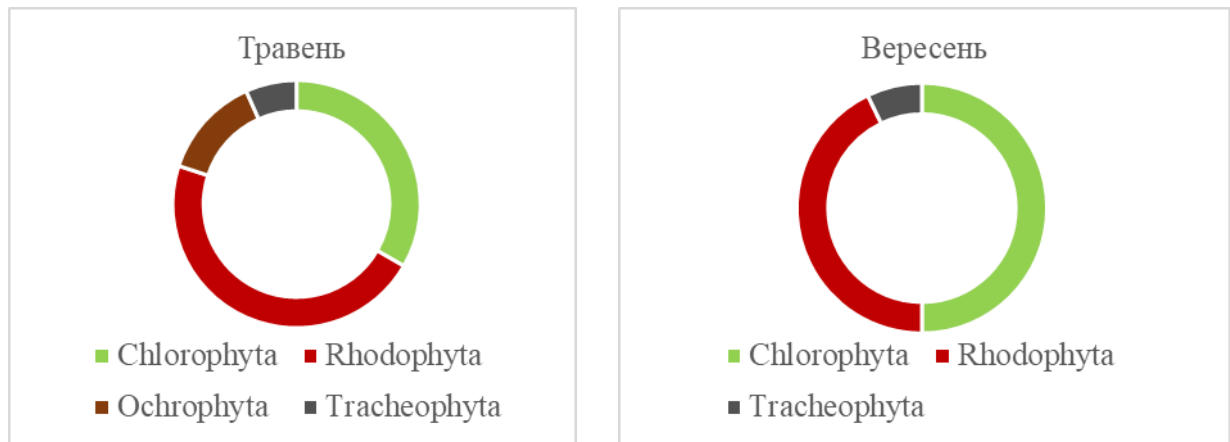


Рисунок 2.7 – Сезонні зміни біорізноманіття макрофітобентосу

За сапробіонтним складом, доля мезосапробів в загальному, дорівнює 50 %, на другому місті олігосапроби – 30 %, полісапробів – 20 %.

За фітогеографічним складом макрофіти на цій акваторії в основному представлені широкобореальними – 8 видів, доля космополітів декілька менше – 5 видів, частка інших географічних груп тут мінімальна.

За тривалістю вегетації у фітобентосі акваторії зареєстровано абсолютне домінування однорічників: у травні було 10 видів, у вересні їхня кількість збільшується до 12.

На акваторії за кількістю видів переважають провідні водорості, з незначним збільшенням біорізноманіття до серпня. Значно меншими долями представлені супутні й рідкісні водорості.

Макроводорості оселяються на будь-яких твердих субстратах, що їм підходять. Наприклад, бетонний траверс, пластиковий пантон, поліпропіленовий канат.

Середня біомаса популяцій макрофітів варіювала в межах від 0,002 кг·м⁻² до 1,783 кг·м⁻². Найбільш високі біомаси макрофітів були відмічені в травні на

поліпропіленовому канаті: *Cladophora vagabunda* – 1,783 кг·м⁻² і *Polysiphonia denudata* – 1,298 кг·м⁻².

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 (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 (SI_{ph})) Екологічного Статус Класу район досліджень можна віднести до «задовільного» класу.

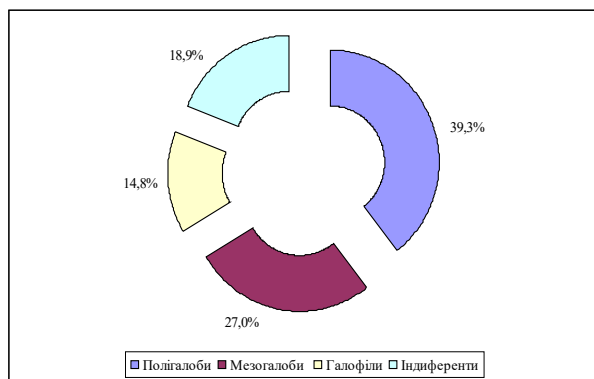
Для оцінки екологічного стану акваторій за двома категоріями GES – NotGES (відповідно до вимог MSFD) вибрано три типи морфофункціональних індикаторів макрофітів, для яких визначено порогові значення: екологічна активність трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$, середня екологічна активність видів $(S/W)_x$ та відсоток чутливих видів (S_{sp}) , % (для яких $S/W_p = 5-25$ м²·кг⁻¹). За морфофункціональними показниками макрофітів стан даної акваторії ближче до GES, крім відсотка чутливих видів. На даній ділянці у травні були присутні чутливі види: бура сезонно- зимова *Punctaria latifolia* та багаторічна морська трава *Nanozostera noltei*, відповідно їхній відсоток дуже низький. У червні зростає тільки *N. noltei*.

Мікрофітобентос. Впродовж 2023 року в мікрофітобентосі твердих та пухких субстратів дослідженої прибережної акваторії було ідентифіковано 143 види водоростей, які належали до 8 відділів (рис. 2.8). Серед них переважали діатомеї – 95 видів (66,4 %). Це, здебільшого, полі- та мезогалобні і β-

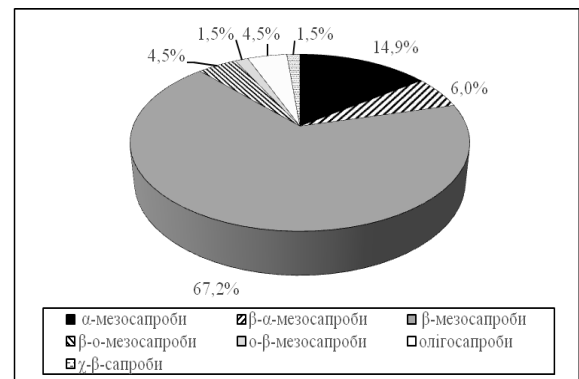
мезосапробні представники родів *Navicula*, *Nitzschia*, *Amphora* і *Halamphora*. Дещо менше було видів з родів *Mastogloia*, *Cocconeis* і *Diploneis*. Ціанопрокаріот було 23 види (16,1 %), найширше були представлені роди *Merismopedia* (масово розвивалися на піску) та *Phormidium* (найбільш численними та масовими були на бетоні). Менше було динофітових (9,8 %), золотистих та зелених водоростей (по 2,8 %). Поодинокі траплялися евгленова водорість *Eutreptia lanovii*, криптофітова *Hillea fusiformis* та джгутикова *Flagellata sp.* (по 0,6 % кожна)

Як і торік, в мікрофітобентосі дослідженої акваторії прибережжя ПЗЧМ в 2023 році переважали полі- та мезогалоби – 39,3 % та 27,0 % від загальної кількості знайдених видів. Олігогалоби (галофіли та індиференти, зокрема зелені водорості) були ширше представлені та інтенсивніше розвивалися влітку.

У 2023 році в дослідженій акваторії було знайдено 67 видів-сапробіонтів, які є показниками органічного забруднення води. Найбільше було β -мезосапробів – 45 видів, або 67,2 % від загальної кількості знайдених видів.



а)



б)

Рисунок 2.8 – Галобіонтний (а) та сапробіонтний (б) склад мікрофітобентосу акваторії в 2023 році (% від кількості знайдених видів)

У 2023 році була виконана оцінка екологічного стану довкілля акваторії за шкалою та класами трофності по показниках загальної чисельності клітин

водоростей в угрупованнях мікрофітобентосу твердих субстратів. За показниками загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів досліджені ділянки моря були, здебільшого, мезотрофними, що цілком відповідає «доброму» екологічному стану вод.

Оцінка загибелі китоподібних. Одним із важливих напрямків досліджень у 2023 році були спостереження та оцінка загибелі китоподібних, які є кінцевими хижаками морської екосистеми і індикаторами її стану.

За 2023 р. зібрано відомості та ілюстративні матеріали про 33 викиди китоподібних на чорноморське узбережжя України. Ці відомості включають:

- випадки викидів мертвих та живих тварин (останнє є важливою ознакою, що може вказувати як на епізоотію, так і на акустичну травму);
- тільки випадки, підтверджені фото або відеоматеріалами;

В цей перелік не включають відомі випадки з азовського узбережжя.

Загалом рік характеризується сильним зниженням загибелі – більш ніж у 4 рази у порівнянні з 2022 роком, вдвічі нижче за середньорічний рівень у 2019-2021 роках, і є другим за меншістю річним результатом за період спостережень (найменший був у 2018 році, після загибелі 2017 року). Максимум випадків загибелі припав на червень і липень, період після підриву військами РФ греблі Каховської ГЕС.

У видовому складі 36% складає морська свиня *Phocoena phocoena relicta*, 18% – звичайний дельфін *Delphinus delphis ponticus*, 45% – афаліна *Tursiops truncatus ponticus* (рис. 2.9). Це відрізняється від попередніх років високою часткою викидів афалін, проте, значущість змін не виявлена.

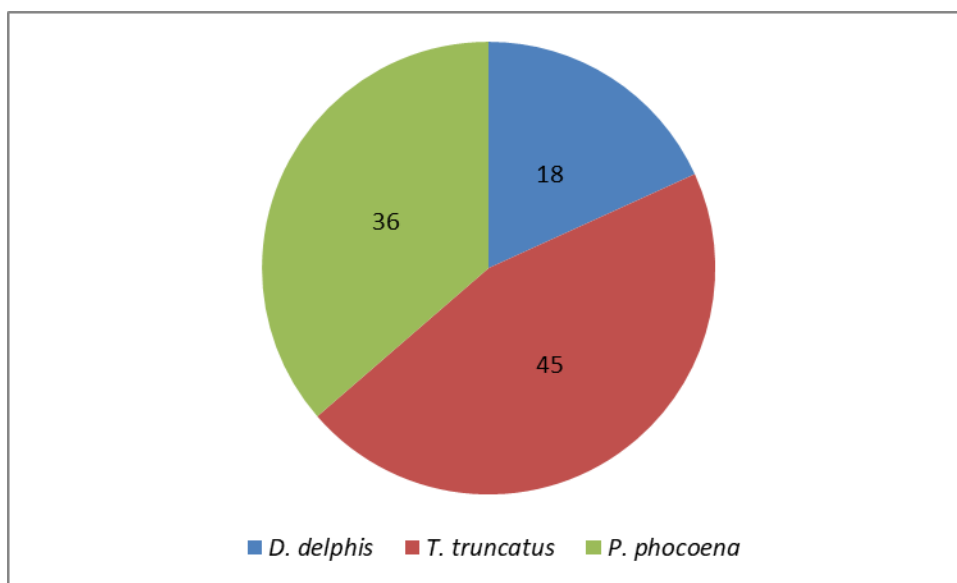


Рисунок 2.9 – Видовий склад викидів китоподібних на чорноморське узбережжя України у 2023 р. (у відсотках)



Рисунок 2.10 – Морська свиня, викинута мертвою після підриву греблі Каховської ГЕС. Затока, Одеська область.

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:

1. Спалах інфекційного захворювання, викликаний вірусним, бактеріальним або іншим збудником чи декількома збудниками (комбінована інфекція).
2. Акустична травма внаслідок дії вибухів (пусків ракет), радарів (зокрема, підводних човнів), інших джерел підводного чи надводного шуму.
3. Отруєння (ракетне пальне, інше).
4. Стрес і відлякування від місць живлення. Зокрема, це могло призвести до підвищення загибелі у знаряддях рибальства в інших краях (Туреччині тощо).
5. Переміщення риби – і відповідне погіршення оселищ. Це так само могло призвести до підвищення загибелі у знаряддях рибальства в інших краях (Туреччині тощо).
6. 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.

Збитки за знищення китоподібних складають найвищу частку від збитків морському середовищу (рис. 2.11).

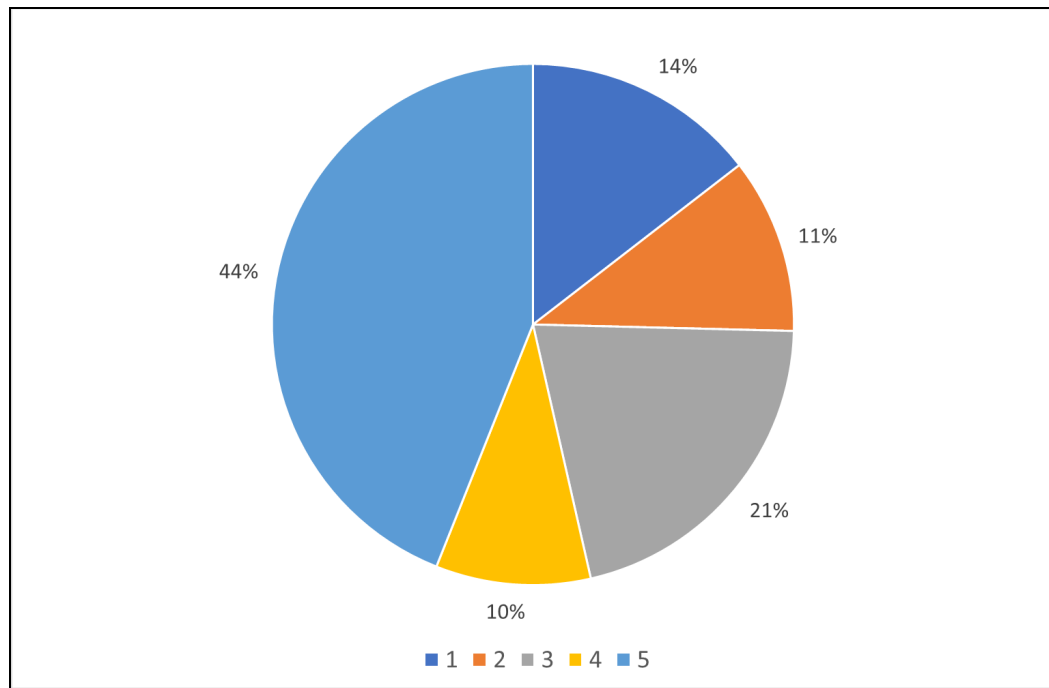


Рисунок 2.11 – Діаграма розподілу складових збитку морському довкіллю за видами впливу: 1 – надходження ЗР з наземних джерел; 2 – надходження сміття з наземних джерел; 3 – надходження ЗР в результаті скидів з військових кораблів та підводних човнів, а також затоплення плавзасобів, літальних апаратів, і т. ін.; 4 – надходження сміття в результаті воєнних дій на морі; 5 – знищення морських біоценозів з урахуванням організмів, занесених до Червоної книги (на прикладі китоподібних).

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.

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 XX 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 2023 році в прибережних водах рекреаційної зони м. Одеси за показниками розчиненого кисню та фосфору фосфатного, якість поверхневих вод в основному відповідала "Доброму Екологічному Стану", проте окремі значення у жовтні відповідали «задовільному» статусу.

В контексті загального фосфору, якість вод за екологічною класифікацією якості відповідало «задовільному» статусу. Що стосується азотовмісних БР, їхній вміст у 2023 році відповідав екологічному статусу від "задовільного" до "поганого".

Оцінка екологічного стану в прибережній зоні ОМР в 2023 року на підставі середньосезонних значень концентрації хлорофілу-*a* на моніторинговій станції Чорноморський яхт-клуб виявила його послідовні зміни від «Задовільний» в зимовий період до «Поганий» і «Дуже поганий» у весняний та

літній сезони. Аномальна ситуація у червні 2023 року напряму пов'язана з розповсюдженням на акваторію прибережної зони ОМР наслідків екологічної катастрофи, викликаной підривом військовими силами рф дамби Каховської ГЕС. В осінній період 2023 року екологічний статус прибережної зони ОМР відповідав статусу «Поганий».

В морському середовищі Чорного моря були виявлені токсичні забруднювачі речовин: 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 2023 році більшість концентрацій металів в досліджених пробах води знаходяться на рівні дуже доброго та доброго екологічного статусу, але після підриву греблі Каховської гідроелектростанції (ГЕС) концентрації хрому, міді, миш'яку, та цинку в досліджених районах, також і в районі CW5 Чорного моря, піднялись до рівня поганого та дуже поганого екологічного статусу.

Концентрації забруднюючих речовин сільськогосподарського походження (ОЗСП) до червня 2023 року були на низькому рівні крім концентрацій Heptachlor. Після підриву греблі Каховської ГЕС в пробах поверхневих вод спостерігались високі концентрації Lindane (екологічний статус «дуже погано»), суми ізомерів Lindane (екологічний статус «задовільно»), та суми циклодієнових сполук (екологічний статус «задовільно»). Найбільше забруднення води ОЗСП було від концентрацій Heptachlor, які за весь період досліджень в пробах води були на рівні «дуже поганого» екологічного стану, а після підриву греблі його концентрації залпове збільшились і залишались на дуже високому рівні.

В червні 2023 року концентрації індивідуальних забруднюючих речовин промислового походження (ОЗПП) варіювались: від дуже доброго екологічного стану до дуже поганого екологічного стану. Після підриву греблі Каховської

ГЕС в червні рівень концентрацій індивідуальних ОЗПП в пробах води з району ближчого до зруйнованої дамби спостерігались на високому рівні, в районах які знаходяться нижче за течією та в Чорному морі не спостерігалось підвищення рівня концентрацій. В липні концентрацій індивідуальних ОЗПП в пробах води були на високому рівні в усіх досліджених районах.

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.

У складі фітопланктону протягом 2023 року прибережних вод одеського регіону було ідентифіковано 181, що відносяться до 12 класів: *Bacillariophyceae* – 83, *Dinophyceae* – 40, *Cyanophyceae* – 20, *Chlorophyceae* – 26 та решта – 12. Основним суттєвим фактором зміни домінуючих видів у фітопланктонному угрупованні протягом року були коливання солоності в досліджуваній акваторії. У червні відзначено значне зростання чисельності прісноводного комплексу ціанобактерій. За критерієм загальної біомаси фітопланктону стан одеського регіону відповідав «Доброму» екологічному стану.

У складі зоопланктону протягом 2023 року було ідентифіковано 71 таксон морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів зоопланктону. Основу розмаїття складали копеподи (27 таксонів), група коловерток мала у своєму складі 13 таксонів, а меропланктон та *Varia* налічували 9 та 10 таксонів відповідно. В липні були значні збільшення показників чисельності та біомаси зоопланктону після підриву Каховської ГЕС. В цілому, за показниками зоопланктону акваторія не відповідає критеріям ДЕС.

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу у 2023 році відіграли Annelida – 8 таксонів, Arthropoda – 9 та Mollusca – 6 таксонів. У 2023 році досліджувані зразки відповідали критеріям ДЕС.

У складі макрофітобентосу було визначено 20 видів макрофітів, що належать до чотирьох відділів: Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta та Tracheophyta.. В цілому, досліджувана акваторія знаходиться в пригніченому стані з низькою різноманітністю. За кількістю видів переважали мезосапроби, що свідчить про «задовільну» забрудненість акваторії. За морфофункціональними показниками макрофітобентосу акваторія не відповідала критеріям ДЕС.

В мікрофітобентосі досліджуваних акваторій було виявлено 143 види мікроводоростей. Видовий склад формували, здебільшого, полі- та мезогалобні і β-мезосапробні діатомеї. За показниками загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів досліджені ділянки моря були, здебільшого, мезотрофними, що цілком відповідає «доброму» екологічному стану вод.

Одним із важливих напрямків досліджень у 2023 році були спостереження щодо оцінки загибелі китоподібних, які є кінцевими хижаками морської екосистеми і індикаторами її стану. Загалом рік характеризується сильним зниженням загибелі - більш ніж у 4 рази у порівнянні з 2022 роком, вдвічі нижче за середньорічний рівень у 2019-21 роках. Максимум випадків загибелі припав на червень і липень, період після підриву військами РФ греблі Каховської ГЕС.

У видовому складі 36% склала морська свиня *Phocoena phocoena relicta*, 18% - звичайний дельфін *Delphinus delphis ponticus*, 45% - афаліна *Tursops truncatus ponticus*. Це відрізняється від попередніх років високою часткою викидів афалін.

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.

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.