

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.: (0482) 63 66 22,

факс: (0482) 63 73 22

e-mail: aceem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Виконуючий обов'язки директора
УкрНЦЕМ, заступник директора з
наук, к. геогр. наук, старш. наук.
співроб.



Віктор КОМОРИН

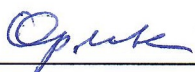
_____ 2023 р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛІВ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ДОПОВІДІ УКРАЇНИ:
ОЦІНКА СТАНУ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ
у 2021 РОЦІ

Керівник НДР
учений секретар,
канд. хім. наук, старш. наук. співроб.

 _____ І. Г. Орлова

2022

Рукопис закінчено 28 грудня 2022 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою радою УкрНЦЕМ,
протокол від 19 січня 2023 р. № 1

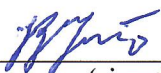
СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР,
учений секретар,
канд. хім. наук, старш. наук. співроб.


(підпис)
« 28 » 12 2022

І. Г. Орлова
(вступ; розділ 1.2; 3,
висновки, загальна
редакція)

Відповідальний виконавець,
начальник МІАЦ, канд. геогр. наук


(підпис)
« 28 » 12 2022

В. В. Український
(розділ 1.2)

Виконавці:
Начальник відділу наукових досліджень
та охорони морських біоценозів,
канд. біол. наук


(підпис)
« 28 » 12 2022

С. П. Ковалишина
(розділ 2)

Начальник відділу наукових основ
морського природокористування,
екологічної експертизи та аудиту,
канд. хім. наук


(підпис)
« 28 » 12 2022

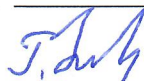
М. Ю. Павленко
(розділ 5)

Начальник відділу аналітичних
досліджень та організації моніторингу


(підпис)
« 28 » 12 2022

Ю.М. Деньга
(розділ 1.3)

Завідувач сектору геоекологічних
досліджень і організації моніторингу


(підпис)
« 28 » 12 2022

Г.Г. Золотар'ов
(розділ 1.2.1)

Завідувач сектору біологічних методів
оцінки якості морських вод


(підпис)
« 28 » 12 2022

Л. Л. Красота
(розділ 1.4)

Наук. співроб. сектору біологічних
методів оцінки якості морських вод


(підпис)
« 28 » 12 2022

О. В. Рачинська
(розділ 1.4)

Старший наук. співроб. відділу наукових
основ морського природокористування,
екологічної експертизи та аудиту


(підпис)
« 28 » 12 2022

Л. В. Савіних –
– Пальцева
(розділ 4)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: стор. – 92 , рис. 32; табл. 19.

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 2021 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 2021 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 макробоентосу), 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.....	10
1.2 Стан евтрофованості вод.....	13
1.2.1 Негативні наслідки евтрофікації.....	35
1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами.....	36
1.4 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування.....	48
2 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ.....	56
2.1 Стан планктонних угруповань Чорного моря.....	56
2.2 Стан бентосних угруповань Чорного моря.....	60
3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АЗОВСЬКОГО МОРЯ.....	63
3.1 Стан планктонних та бентосних зооугруповань Азовського моря.....	69
4 ПРИРОДНІ ТЕРИТОРІЇ ТА ОБ'ЄКТИ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ОСОБЛИВІЙ ОХОРОНІ.....	71
4.1 Стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду.....	71
5 ЗАХОДИ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	79
ВИСНОВКИ.....	84

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЧБ – Азово-Чорноморський басейн

БР – біогенні речовини

ГДК – гранично-допустима концентрація

ГМС – гідрометеорологічна станція

ГХЦГ – гексахлорциклогексан

ДЕС – добрий екологічний стан

ДЗ – джерела забруднення

ДДТ – діхлордіфенілтрихлоретан

ЗР – забруднююча речовина

ЕН – екологічний норматив

КЕС – клас екологічного статусу

КЗ – коефіцієнт забруднення

НВ – нафтові вуглеводні

НПП – національний природний парк

ОЗСП – органічні забруднюючі речовини сільськогосподарського походження

ОЗПП – органічні забруднюючі речовини промислового походження

ПАВ – поліароматичні вуглеводні

ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря

ПЗФ – природно-заповідний фонд

ПХБ – поліхлоровані біфеніли

РЛП – регіональний ландшафтний парк

СБО – станція біологічної очистки

ТМ – токсичні метали

УкрНЦЕМ – НДУ «Український науковий центр екології моря»

ХОП – хлорорганічні пестициди

E-TRIX – індекс трофності і якості вод (Environment - trophic index)

CW – прибережні води (coastal waters)

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

OWW – відкриті води західної частини ЧМ (open western waters)

ShW – шельфові води (shelf waters)

TW – транзитні (перехідні) води (transitional waters)

WFD – Водна Рамкова Директива (Water Framework Directive)

1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЧОРНОГО МОРЯ

Природні ресурси Чорного та Азовського морів відіграють значну роль в економіці України.

Територіальні води Чорного моря (прибережна смуга шириною 12 миль), що знаходяться під суверенітетом України, складають 24850 км², а площа шельфу до ізобати 200 м – 55750 км², що становить 57 % усього чорноморського шельфу. Загальна довжина берегової лінії перевищує 3000 км. У межах України розташовані 14 морських лиманів та естуаріїв, 8 заток, близько 20 приморських водно-болотних угідь.

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.

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

Прибережна зона морів є місцем підвищеної концентрації економічної та соціальної діяльності людини. Також це унікальне ландшафтне утворення з особливими природно-кліматичними умовами, великими водно-болотними угіддями міжнародного значення. Саме ця частина Азово-Чорноморського басейну (АЧБ) є найчутливішою до антропогенного навантаження.

Антропогенний (техногенний) вплив на морське середовище, згідно з визначенням групи експертів ООН (GESAMP, 2001), являє собою «сукупний прояв 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».

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.

Води більшості районів АЧБ знаходяться під впливом значної кількості ДЗ, до яких відносяться: стік річок, каналізаційні, господарсько-побутові і промислові скиди, зливові і дренажні стоки, атмосферні опади, судноплавство, діяльність портів, гідротехнічне будівництво, днопоглиблення і дампінг ґрунтів, а також вторинне забруднення – надходження з донних відкладів (ДВ) накопичених забруднюючих речовин (ЗР).

Увесь стік найбільших чорноморських річок – біля 260 км³/рік, або 80 % від обсягу загального річкового стоку у Чорне море, приймають у себе води його північно-західної частини (ПЗЧМ). Величина питомого водозбору (відношення площі водозбірного басейну до площі морської акваторії, яка приймає річковий стік) для ПЗЧМ (північніше паралелі 45° п. ш.) складає біля 29, що вказує на високий ступінь впливу суші. Цей вплив проявляється у збагаченні морських вод органічними та мінеральними речовинами, у тому числі біогенними елементами (БЕ) та токсичними ЗР.

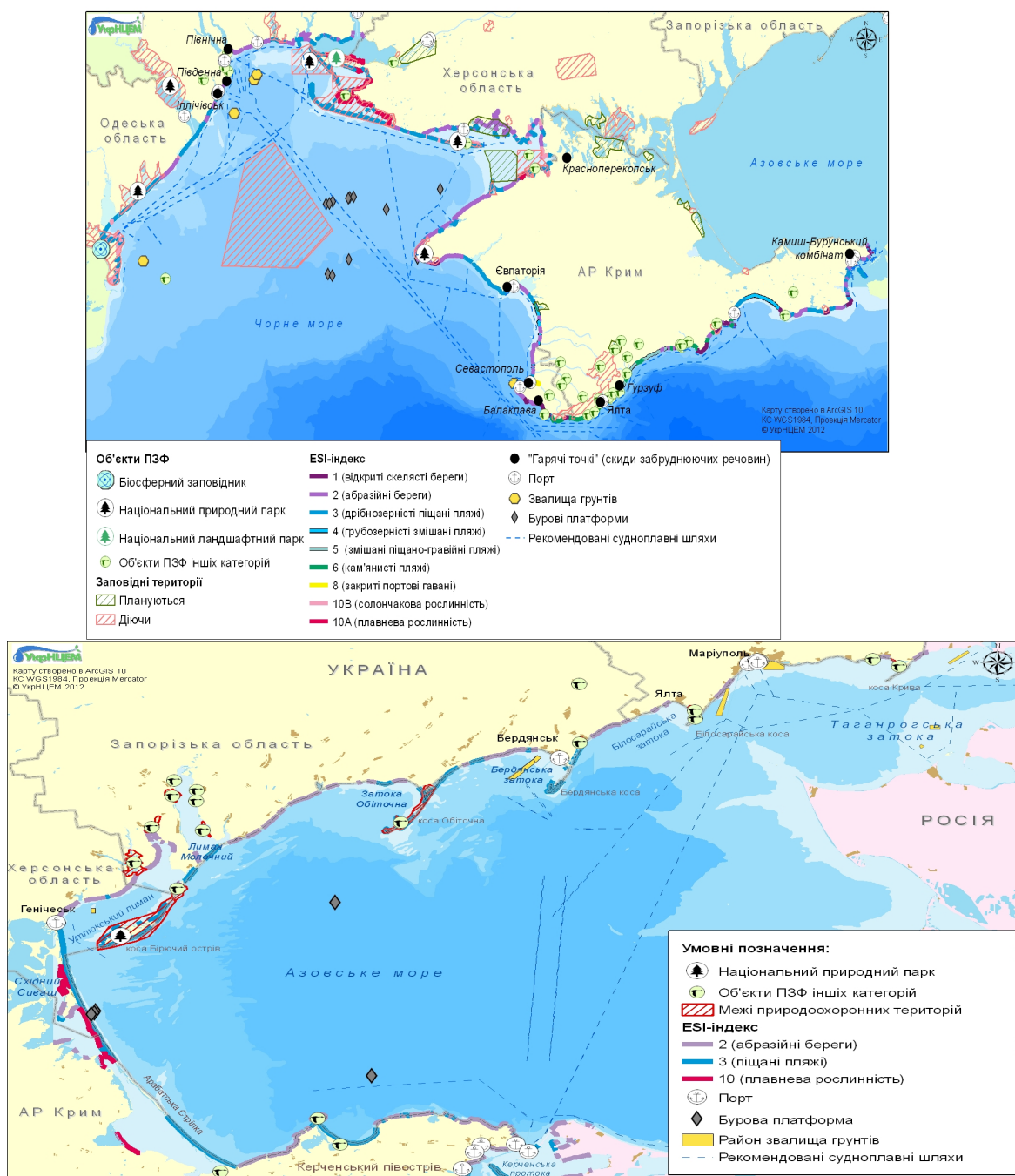


Рисунок 1.1 – Головні антропогенні джерела забруднення, показники екологічної чутливості прибережжя Чорного і Азовського морів до нафтового забруднення та основні об'єкти природно-заповідного фонду.

Основними екологічними проблемами, що виникли в АЧБ наприкінці ХХ століття, є евтрофікація шельфових вод, забруднення морського середовища

токсичними речовинами. Загалом незадовільний екологічний стан морів, зумовлений значним перевищенням обсягу надходження ЗР над асиміляційною спроможністю морських екосистем, що 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. Насамперед це стосується Азовського моря і ПЗЧМ.

Акваторія Чорного моря знаходиться у вельми забрудненому стані. Навряд чи є втіхою той факт, що Азовське море ще брудніше. А оскільки всі азовські потоки неминуче потрапляють в Чорне море, то можна упевнено прогнозувати його ще більше забруднення.

Програма екологічного моніторингу УкрНЦЕМ включає виміри щодо комплексної оцінки стану забруднення та евтрофікації, концентрацію поживних речовин, показників первинних і вторинних критеріїв (особливо рівнів вмісту хлорофілу, планктону та кисню) у прибережних водах відповідно до Водної Рамкової Директиви (WFD) і у морських водах, що визначено Рамковою Директивою про морську стратегію (MSFD), є предметом загальної оцінки доброго екологічного стану (ДЕС). Загальна оцінка стану евтрофікації виконується на підставі методик розрахунку індексу трофності морських вод TRIx та на підставі трьох груп показників за методикою BEAST або HEAT-3.0 Хельсінської комісії (HELCOM).

1.1 Мінливість метеорологічного та гідрологічного режиму

Якість морського середовища АЧБ змінюється під дією природних-кліматичних, фізико-географічних і антропогенних факторів, а також мінливості гідрофізичних, гідрохімічних і гідробіологічних процесів, які в

сукупності обумовлюють стан та функціонування морських екосистем у різних просторово-часових масштабах. Зміни клімату в більшій мірі проявляються, як в підвищенні температури повітря, так і температури морської води, що значно проявляється на ПЗЧМ з 80-х років XX сторіччя (рис. 1.2).

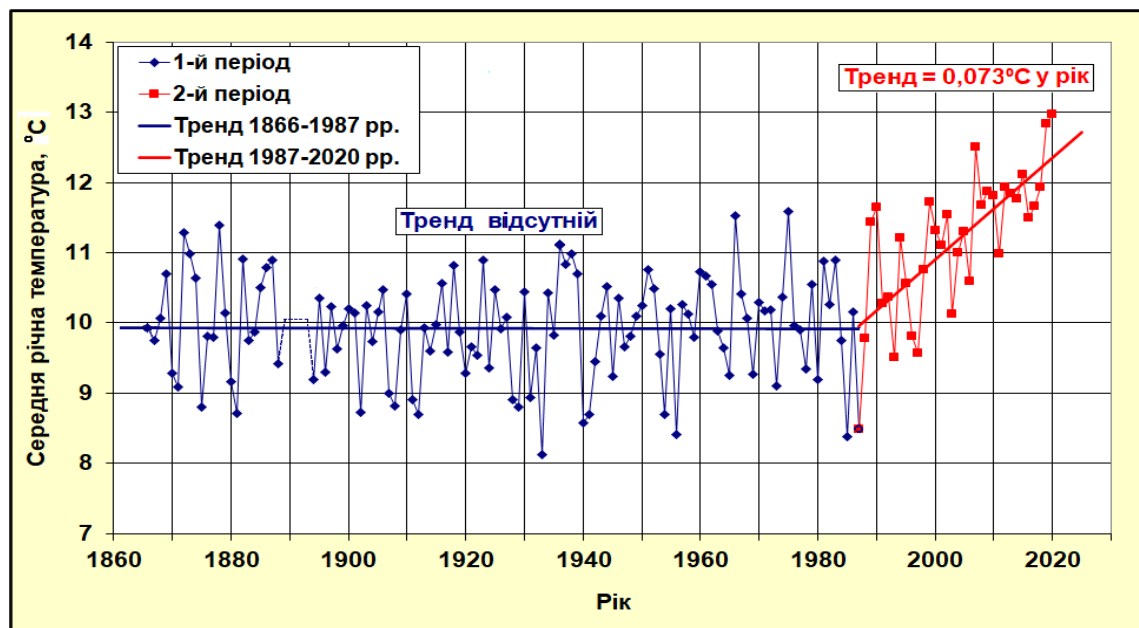


Рисунок 1.2 – Багаторічна мінливість середньої річної температури повітря на ПЗЧМ за даними багаторічних спостережень ГМС «Одеса-порт».

На формування хімічної і біологічної структури моря значний вплив чинять кліматичні умови, термічний та гідрологічний режими вод. Так, зміни температури і солоності води приводять до змін умов вертикальної конвекції, горизонтальної циркуляції вод, продукції і деструкції органічної речовини. У комплексі всі ці процеси приводять до змін стану морських екосистем.

Температура дає можливість здійснюватися біохімічним реакціям в клітці, тому вона впливає на всі життєві процеси. Підвищення температури води здатне впливати на розповсюдження і відтворення багатьох морських видів і на видове багатство. Також ймовірно, що в більш теплій морській воді кількість дрібного

планктону з низьким рівнем вмісту біогенних речовин (БР) буде збільшуватися, а кількість крупнішого планктону багатого БР – зменшуватися, що потягне за собою непередбачувані наслідки для морських харчових ланцюгів.

2021 рік, з його середньорічною температурою близько 11,4°C, зайняв у списку найтепліших років двадцяте місце. За даними ГМС «Одеса-Порт» мінімальна температура повітря -13,7 °C відзначена 19.01.21, максимальна - 32,8 °C – 16.07.21. За річною кількістю суми опадів 693 мм 2021 рік займає третє місце в ряду їх найбільшої річної суми, поступаючись лише 2016 та 2010 рр. із сумами 753 та 709 мм, відповідно.

Максимальна кількість опадів у 2021 році за добу випала 22 липня і склала 60 мм, що майже у півтора рази вище місячної норми (рис.1.3).



<https://focus.ua/ukraine/488561>

Рисунок 1.3 – Злива в Одесі 22 липня 2021 року (вулиця Дерибасівська).

На режим солоності поверхневих вод, особливо на мілководному шельфі, значно впливає річковий стік, а також режим вітру, який формує циркуляцію і перенесення вод. Солоність морської води за даними ГМС «Одеса-порт» знизилася за останні майже 50 років приблизно на 1 ‰, що може бути пов'язано з встановленим фактом збільшення в цей період кількості атмосферних опадів.

1.2 Стан евтрофованості вод

Евтрофікація морських вод є одним із головніших чинників антропогенних порушень, що спостерігаються в екосистемі Чорного та Азовського морів.

Евтрофікація – це процес, який обумовлений збагаченням води 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» (залежно від кольору фітопланктону). При інтенсивному розвитку водоростей, які відносяться до токсичних і умовно токсичних, «цвітіння» може призводити до загибелі риб та інших морських організмів і загрожувати здоров'ю населення. Процеси «цвітіння» води призводять до зменшення її прозорості, до розвитку під пікноклином і в придонних шарах шельфової зони в теплий період року зон гіпоксії і аноксії, що відповідно обумовлює замори і загибель придонних і донних організмів.

Вважається, що основними джерелами біогенного забруднення морських вод є річковий стік, пов'язаний з транскордонним антропогенним впливом, та берегові точкові джерела, до яких у першу чергу відносяться випуски стічних вод різних суб'єктів господарювання, що розташовані у береговій зоні. На долю річок ПЗЧМ припадає близько 79 % загального стоку річок Чорного моря. Річковий стік на ПЗЧМ надходить з території 18 країн розташованих, цілком чи частково, у басейнах Дунаю, Дніпра, Південного Бугу та Дністра.

В результаті цих факторів в морське середовище надходить значна кількість БР, що сприяє розвитку процесу евтрофікації і, як наслідок, призведе до змін гідрохімічного режиму вод, зниження їх якості і погіршення екологічного стану. Антропогенні прибережні джерела сумісно з річковим стоком БР та сумісно з природними факторами обумовлюють формування

гідрохімічного режиму вод, ступеню їх трофності і значно впливають на стан морської екосистеми шельфу України.

Визначення доброго екологічного стану (ДЕС) здійснюється на основі даних спостережень екологічного моніторингу морського середовища та його гідробіонтів за комплексом дескрипторів (індикаторів) відповідно до рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС (Official Journal of the European Union, 25.6.2008) та рішення Європейської комісії 2017/848/ЄС (Official Journal of the European Union, 18.05.2017) про встановлення критеріїв та методологічних стандартів.

Згідно Європейської директиви MSFD ступень евтрофікації відповідає п'ятому дескриптору і ДЕС характеризується зведенням його до мінімуму. Оцінка ДЕС за цим дескриптором здійснюється згідно рішення 2017/848/ЄС за наступними первинними і вторинними критеріями:

- D5C1 – первинний критерій. Біогенні речовини у товщі води: розчинений неорганічний азот (DIN), загальний азот (TN), розчинений неорганічний фосфор (DIP), загальний фосфор (TP);
- D5C2 – первинний критерій. Хлорофіл-а у товщі води;
- D5C3 – вторинний критерій. Шкідливе цвітіння водоростей (наприклад, ціанобактерій) у товщі води;
- D5C4 – вторинний критерій. Фотична межа (прозорість) товщі води;
- D5C5 – первинний критерій. Розчинений кисень в нижній частині водяного стовпа;
- D5C6 – вторинний критерій. Опортуністичні макроводорості донних середовищ існування;
- D5C7 – вторинний критерій. Спільноти макрофітів (багаторічні морські водорості та морські трави, такі як фукоїди, вугор і трава Нептуна) донних середовищ існування;

– D5C8 – вторинний критерій. Спільноти макрофауни донних середовищ існування.

Відповідність морських водних масивів до категорії ДЕС вважається в тому випадку якщо: – рівень кількісних показників первинних і вторинних критеріїв знаходяться в межах допустимих значень, не призводять до цвітіння шкідливих водоростей, дефіциту кисню, втрат біорізноманіття та деградації екосистем.

Морські регіони водних масивів, що виділені відповідно до водної рамкової Директиви 2000/60/ ЄС та рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС, представлені на рисунку 1.4.

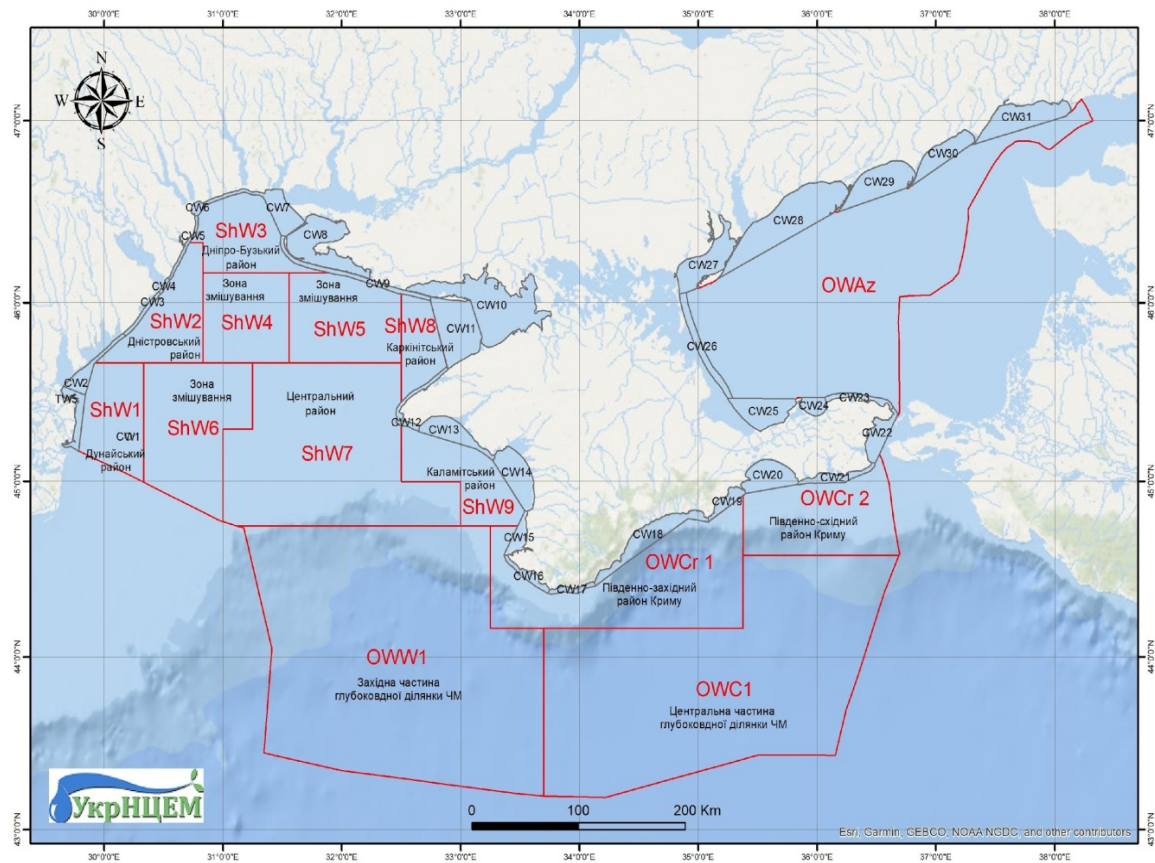


Рисунок 1.4 - Районування Чорного та Азовського морів відповідно до водної рамкової Директиви 2000/60/ЄС та рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС.

Станції екологічного моніторингу, виконаного УкрНЦЕМ у 2021 році, наведено на рис. 1.5.

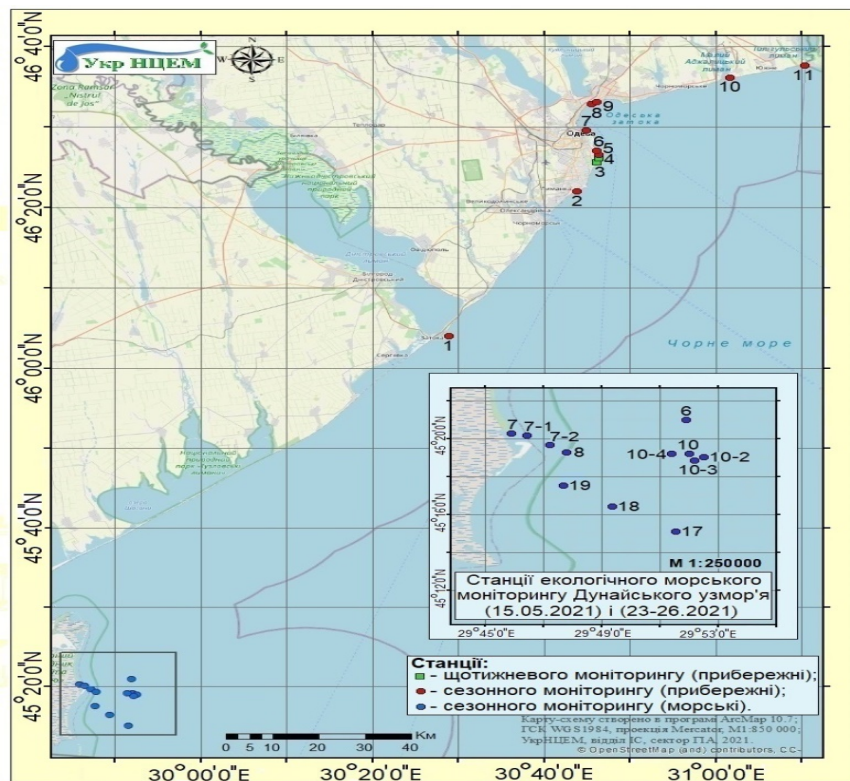


Рисунок 1.5 - Схема станцій екологічного моніторингу у 2021 р.

Екологічний моніторинг стану прибережних вод Одеського регіону в 2019-2021 рр. виконувався УкрНЦЕМ на підставі регулярних спостережень (один раз у тиждень) в точках «Мис Малий Фонтан» і пляжу «Аркадія», а також в точках сезонного прибережного моніторингу вздовж узбережжя від пляжу «Коблево» до пляжу «Затока». Сучасний рівень біогенного навантаження і просторову мінливість вмісту БР в морських водах вздовж узбережжя характеризують дані екологічних зйомок одеського регіону, виконаних в червні і жовтні 2021 р.

Біогенні речовини. БР, як визначено Європейською комісією, є головними показниками стану евтрофікації. Надмірна кількість розчинених мінеральних поживних речовин, фосфору, азоту та їх органічних сполук призводять до

небажаних наслідків евтрофікації, включаючи зміни в структурі та функціонуванні всієї морської екосистеми і зниження її стабільності.

Вміст розчиненого у воді кисню відноситься до первинних критеріїв оцінки стану евтрофікації, а його зміни є індикатором відношення інтенсивності первинної продукції органічної речовини і інтенсивності її біохімічного окислення.

Статистичні дані за вмістом БР у прибережних водах Одеської затоки за результатами сезонних зйомок наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Статистичні характеристики вмісту біогенних речовин в прибережних поверхневих водах одеського регіону в червні та жовтні 2021 р.

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
Червень							
Кількість Визначень	11	11	11	11	11	11	11
Середнє	19,8	44,7	3,6	159,7	< 15	834,4	8,7
Максимум	151,1	162,2	14,1	1138,7	< 15	1711,1	10,7
Мінімум	< 5	21,1	1,3	0,5	< 15	556	7,1
СКВ	43,6	40,0	3,7	845,2	< 15	947	1,0
Жовтень							
Кількість визначень	11	11	11	11	11	11	11
Середнє	21,6	45,6	6,1	189,7	21,3	1002	8,6
Максимум	37,2	74,5	13,3	724,1	71,9	2089	9,3
Мінімум	12,1	33,2	2,3	16,9	< 15	454	7,4
СКВ	9,1	11,7	3,4	369,5	21,4	709	0,5

Середнє значення вмісту кисню O₂ в прибережних водах Одеського регіону в період зйомки в червні склало 8,7 мг/дм³ (104,9 % насичення), а восени знизилось до 8,6 мг/дм³ (92,5 % насичення). За абсолютним значенням максимальний вміст кисню в червні 2021 р. відмічався в районі пляжу

«Аркадія» – $10,7 \text{ мг/дм}^3$ (124,6 % насичення), що обумовлювалось інтенсивними процесами фотосинтезу фітопланктону. В жовтні 2021 р. максимальний вміст кисню відмічався в районі м. Коблево та порту «Південний» – $9,3 \text{ мг/дм}^3$ (насиченість 94,8 % та 94,2 %, відповідно).

В цілому, значення вмісту кисню в прибережних водах у 2021 р. не були меншими гранично допустимої концентрації (ГДК) ($6,0 \text{ мг/дм}^3$) для водойм рибогосподарського призначення, а за класами екологічного статусу (КЕС) прибережні водні масиви відповідали «доброму» статусу якості.

Середні значення вмісту фосфору фосфатного в прибережних водах одеського регіону в період зйомок відповідали «задовільному» екологічному статусу якості.

За показником середнього вмісту фосфору загального екологічний статус прибережних водних масивів також характеризувався як «задовільний». В районі впливу скидів вод з СБО «Південна» водний масив CW5 відповідав «поганому» і «посередньому» екологічному статусу якості. В жовтні вміст як фосфору фосфатного, так і фосфору загального відносно червня був більшим у багатьох районах одеського узбережжя.

Статус прибережних водних масивів одеського регіону за середніми значеннями вмісту азоту нітритного характеризується як «добрий» в червні ($3,6 \text{ мкг/дм}^3$) і «посередній» в жовтні ($6,1 \text{ мкг/дм}^3$). Максимальні концентрації азоту нітритного спостерігались в районі впливу вод скидів із СБО «Південна» ($14,1 \text{ мкг/дм}^3$) водного масиву CW5 в червні, та в жовтні в районі акваторії порту «Південний» ($13,3 \text{ мкг/дм}^3$) водного масиву CW7, що знаходиться під впливом вод Дніпро-Бузького лиману.

Підвищені максимальні концентрації вмісту азоту нітратного спостерігались в районі впливу стоку вод із СБО «Південна». Середні концентрації нітратного азоту в регіоні досліджень відповідали «поганому»

екологічному статусу якості при значеннях в червні – 159,7 мкг/дм³, в жовтні – 189,7 мкг/дм³.

За показником середнього значення азоту амонійного прибережні водні масиви Одеського регіону відповідали в червні «відмінному» та в жовтні «задовільному» екологічному статусу якості. Максимальна його концентрація спостерігалась в водному масиві CW7 в зоні впливу вод Дніпро-Бузького лиману в районі порту «Південний».

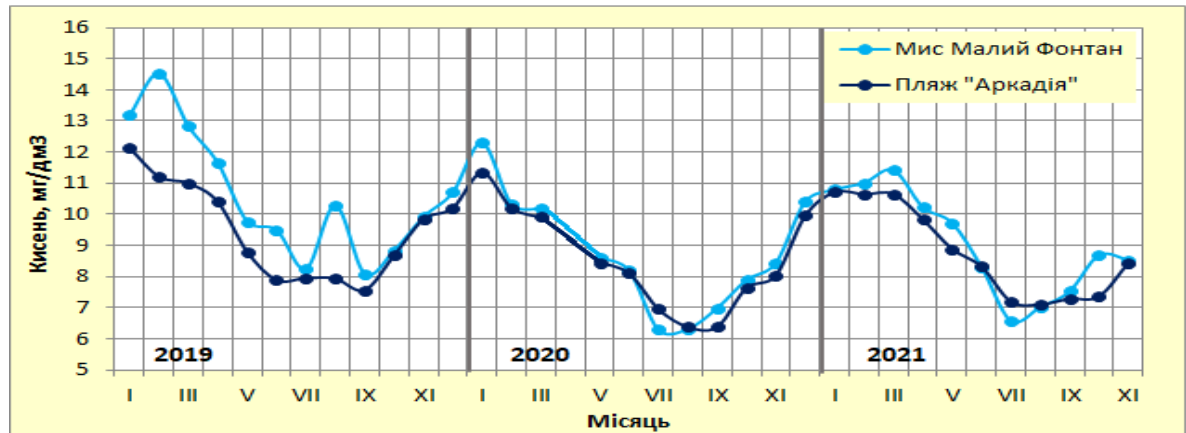
В цілому, середні значення вмісту мінеральних сполук азоту прибережних водних масивів CW4 - CW7 відповідали «поганому» екологічному статусу якості.

В прибережних водах одеського регіону вміст органічних форм азоту переважає над сумою його мінеральних форм. В середньому органічні форми азоту перевищують суму мінеральних форм в 10 –40 разів, що є ознакою значного ступеня евтрофування вод.

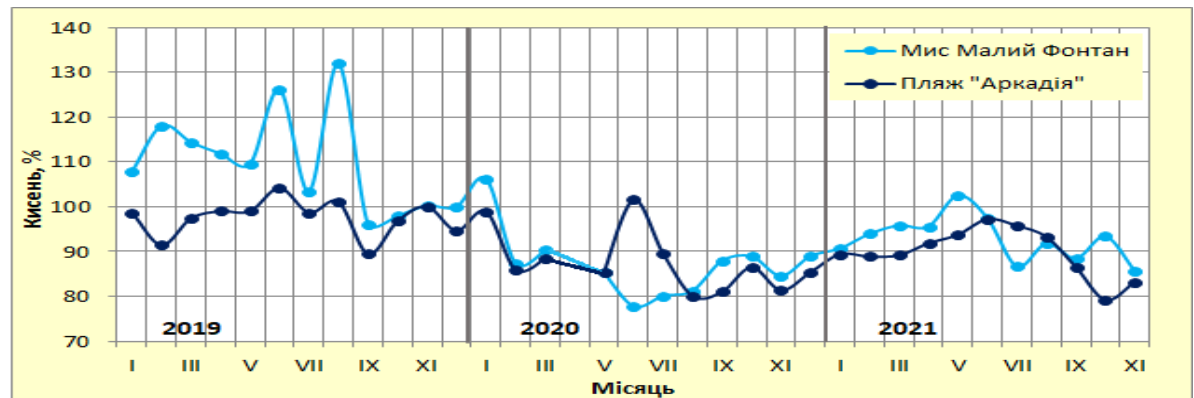
Середні значення вмісту азоту загального (суми мінеральних і органічних форм) складали 834 мкг/дм³ і 1002 мкг/дм³ в червні і жовтні, відповідно, без урахування проб відібраних безпосередньо в зоні скидів дренажних вод. За середніми значеннями вмісту загального азоту прибережні водні масиви відповідали переважно «поганому» екологічному статусу якості.

Показники внутрішньорічної мінливості БР в поверхневих водах Одеської затоки надано на прикладі окремих показників за результатами щотижневих зйомок на двох станціях.

В річному ході максимальний вміст кисню відмічався в зимові періоди і зменшувався з підвищенням температури води, що обумовлюється зменшенням ступеню його розчинності. Підвищене насичення вод киснем спостерігалось в літні та зимові періоди 2019-2021 рр. як в акваторії пляжу «Аркадія» так і в зоні мису Малий Фонтан, що обумовлювалось інтенсифікацією процесів фотосинтезу фітопланктону (рис. 1.6).



а)



б)

Рисунок 1.6 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень абсолютного вмісту кисню (а) та відносного вмісту кисню в прибережних водах м. Одеси в 2019-2021 рр.

Максимальні концентрації фосфору фосфатного спостерігались в осінній та зимовий періоди (від $21,8 \text{ мкг/дм}^3$ до $39,0 \text{ мкг/дм}^3$) і відповідали переважно «посередньому» та «поганому» статусам. Мінімальні концентрації фосфору фосфатного на рівні аналітичного нуля спостерігались в липні 2019 р., травні 2020 р. та червні 2021 р. (рис. 1.7).

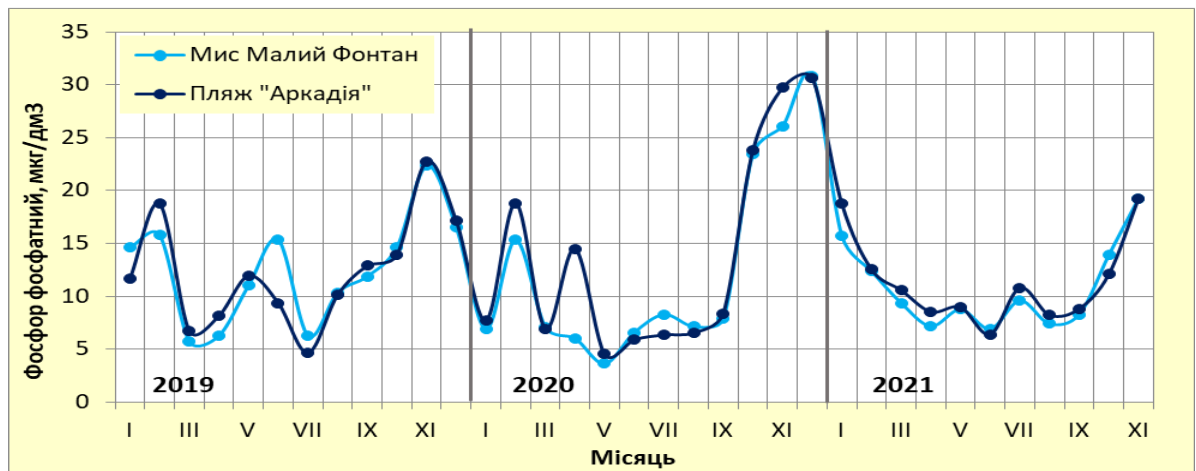


Рисунок 1.7 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень фосфору фосфатного в прибережних водах м. Одеси в 2019-2021 рр.

Максимальні концентрації фосфору загального за рахунок його мінеральної форми спостерігались взимку та восени.

В річному ході вмісту середнього місячного азоту нітритного підвищені значення спостерігаються в осінній, зимовий та весняний періоди (рис. 1.8).

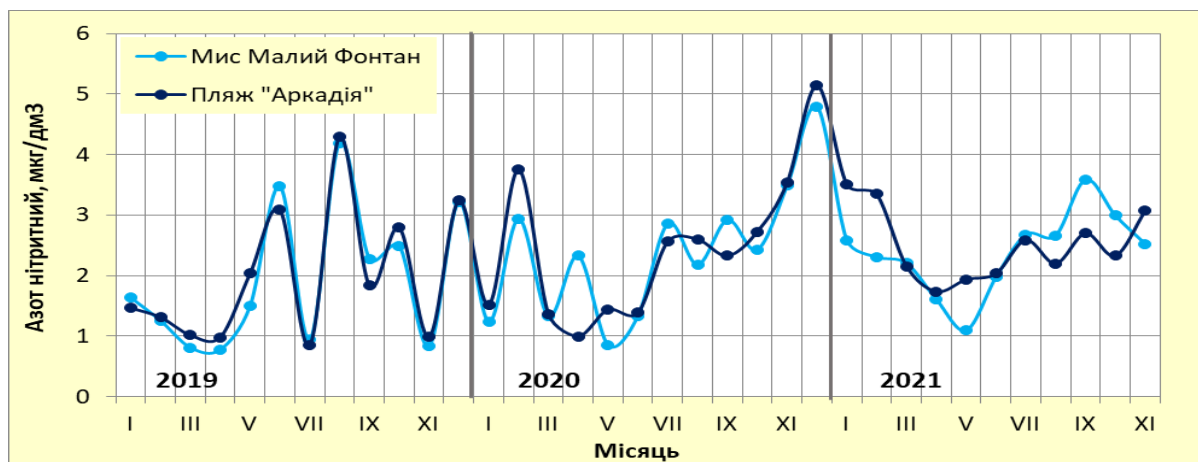


Рисунок 1.8 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень азоту нітритного в прибережних водах м. Одеси в 2019-2021 рр.

В річному ході середні місячні значення азоту нітратного досягали максимуму осінній та зимовий періоди (рис. 1.9).

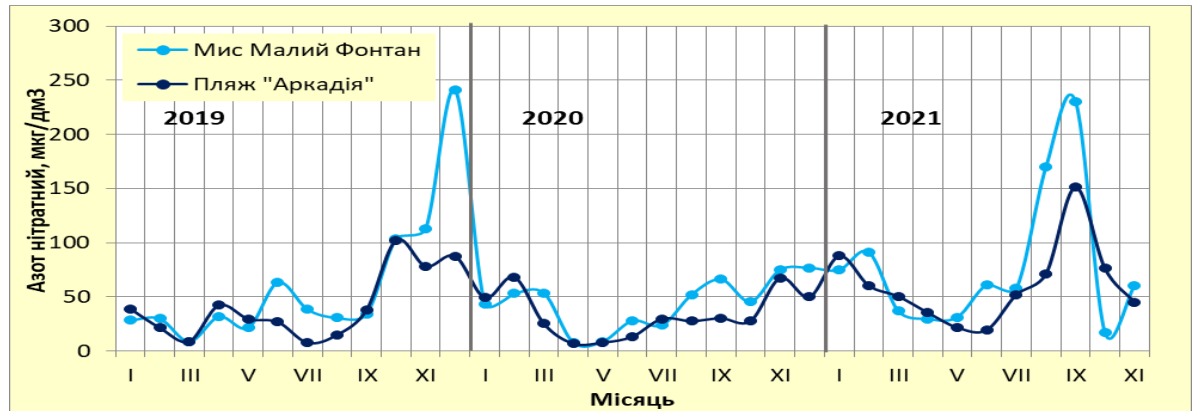


Рисунок 1.9 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень азоту нітратного в прибережних водах м. Одеси в 2019-2021 рр.

Дунайське узмор'я знаходиться під постійним пресом найбільшого джерела біогенного навантаження стоку р. Дунай, що обумовлює формування високих концентрацій БР і високого рівня трофності вод прилеглих акваторій до гирла р. Дунай і в цілому західної частини шельфу Чорного моря. Екологічний моніторинг району узмор'я р. Дунай у 2021 р. виконувався в травні та жовтні.

В поверхневих водах дунайського узмор'я середні значення концентрації кисню складали в травні $8,8 \text{ мг/дм}^3$ (92 % насичення), в жовтні $8,3 \text{ мг/дм}^3$ (85,6 % насичення), несприятливі умови кисневого режиму спостерігались в північній частині району у зоні дампінгу, де вміст кисню був меншим за рівень ГДК – $5,4 \text{ мг/дм}^3$ (58 % насичення).

В придонному шарі вод максимальні концентрації кисню $10,6 \text{ мг/дм}^3$ (113 % насичення) навесні спостерігались в прибережній ділянці гирла Бистре, а мінімальні – $3,6 \text{ мг/дм}^3$ (35 % насичення) – в південній зоні досліджень, де умови кисневого режиму були несприятливими (рис. 1.10, а).

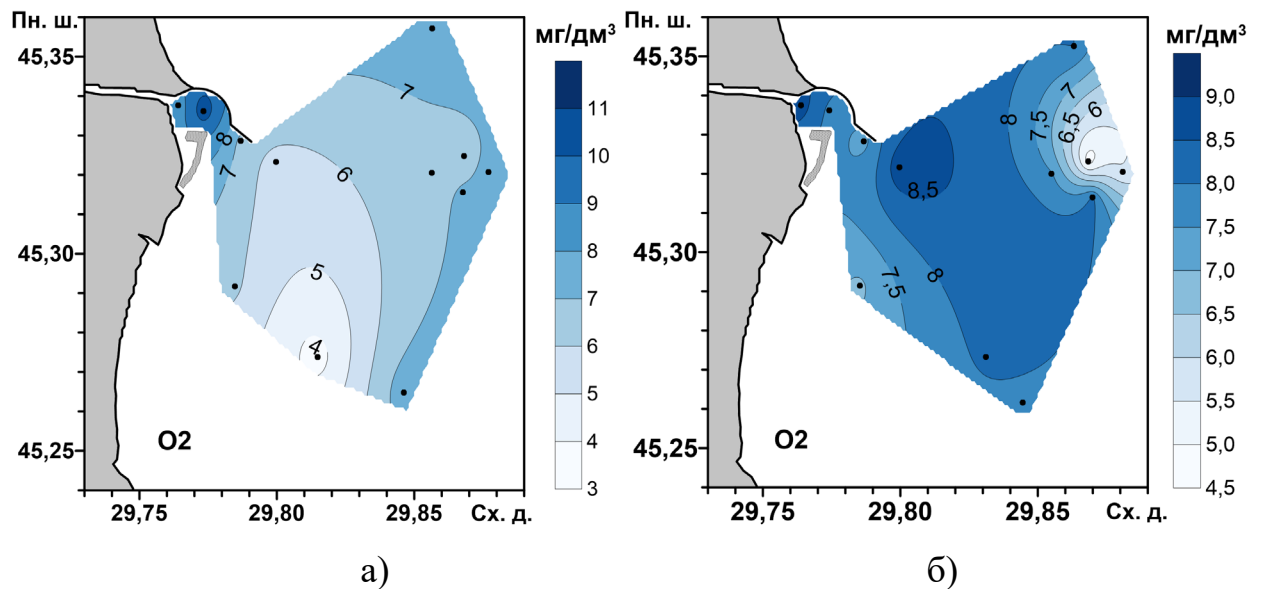


Рисунок 1.10 – Вміст кисню в придонних водах дунайського узмор'я в районі гирла Бистре: а) травень 2021 р., б) жовтень 2021 р.

В жовтні 2021 р. середнє значення концентрації кисню складало $7,5 \text{ мг/дм}^3$ (81 % насичення). Мінімальні значення вмісту кисню (нижче за рівень ГДК) спостерігались в північній зоні дампіngu.

Вміст фосфору фосфатного в поверхневому шарі на узмор'ї р. Дунай в травні 2019 р. змінювався в діапазоні від $3,9 \text{ мкг/дм}^3$ до $79,9 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому складав $25,1 \text{ мкг/дм}^3$, а в придонному шарі – від $2,7 \text{ мкг/дм}^3$ до $73,4 \text{ мкг/дм}^3$ при середньому значенні – $16,9 \text{ мкг/дм}^3$ (табл. 1.2 і 1.3).

Таблиця 1.2 – Показники мінливості вмісту біогенних речовин в поверхневих водах Дунайського узмор'я у 2021 р.

Показник	P(PO ₄)	TP	N(NO ₂)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	TN	Si(SiO ₄)
	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³
Травень 2021 р.							
Кількість визначень	12	12	12	12	12	12	12
Середнє	18,0	37,3	8,7	644,3	13,1	1534,7	977,4
Максимум	34,4	59,4	12,2	1279,0	28,2	2964,0	1549,0
Мінімум	8,8	22,4	6,3	198,0	4,3	875,0	53,2
СКВ	9,9	11,5	1,6	424,0	7,2	570,1	436,1

Кінець таблиці

Жовтень 2021 р.							
Кількість визначень	12	12	12	12	12	12	12
Середнє	35,9	66,0	7,9	404,4	22,9	1026,5	1322,2
Максимум	74,4	144,1	17,6	1006,2	58,8	1992,3	3057,5
Мінімум	7,2	36,2	1,1	28,2	4,6	145,8	282,6
СКВ	28,2	32,7	6,4	439,6	18,2	626,5	1136,9

Таблиця 1.3 – Показники мінливості вмісту біогенних речовин в придонних водах Дунайського узмор'я у 2021 р.

Показник	P(PO ₄)	TP	N(NO ₂)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	TN	Si(SiO ₄)
	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³
Травень 2021 р.							
Кількість визначень	12	12	12	12	12	12	12
Середнє	14,5	34,4	5,8	360,5	10,7	1611,7	644,8
Максимум	33,8	55,4	11,7	1521,0	60,2	4519,0	1477,0
Мінімум	5,7	24,1	1,4	88,7	0,0	607,0	390,0
СКВ	9,1	11,6	3,3	475,3	17,9	1149,9	370,5
Жовтень 2021 р.							
Кількість визначень	12	12	12	12	12	12	12
Середнє	16,3	44,0	4,5	246,9	10,6	757,2	560,5
Максимум	60,4	86,6	17,0	931,0	40,6	2016,6	2724,0
Мінімум	6,3	23,1	0,9	15,0	0,0	218,7	123,0
СКВ	15,8	16,9	4,8	340,6	13,2	558,3	778,5

Середнє значення вмісту фосфору фосфатного в поверхневому шарі на узмор'ї р. Дунай в травні 2021 р. склало 18,0 мкг/дм³, а в придонному шарі – 14,5 мкг/дм³. В жовтні середнє значення вмісту фосфору фосфатного в поверхневому шарі було 35,9 мкг/дм³, а в придонному шарі – 16,3 мкг/дм³. В просторовому розподілі фосфору фосфатного на узмор'ї р. Дунай в 2021 р. максимальні значення як в поверхневому, так і в придонному шарах спостерігались в зоні гирла Бистре і з віддаленням від гирла вміст його значно зменшувався.

Підвищені концентрації фосфору загального спостерігались також в

прибережній зоні під впливом річкового стоку. При цьому в зоні впливу річкового стоку в загальному складі фосфору переважав вміст його мінеральної форми, а подальше від гирла – вміст органічної.

Концентрації азоту нітритного в поверхневих водах на дунайському узмор'ї в травні в середньому складало $8,7 \text{ мкг/дм}^3$, а в жовтні – $7,9 \text{ мкг/дм}^3$. В придонному шарі вод концентрації азоту нітритного відносно поверхневого шару зменшувались і в середньому були на рівні $5,8 \text{ мкг/дм}^3$, а в жовтні – $4,5 \text{ мкг/дм}^3$.

Біогенне навантаження стоку р. Дунай в більшій мірі визначається за вмістом азоту нітратного, середні значення концентрації якого в поверхневих водах складала 644 мкг/дм^3 в травні і 404 мкг/дм^3 - в жовтні. З глибиною вміст нітратного азоту значно зменшувався. В просторовому розподілі азоту нітратного спостерігається зменшення концентрацій з віддаленням від гирла виносу річкових вод, що наглядно простежується для усіх БР (на прикладі просторового розподілу фосфору фосфатного, рис. 1.11).

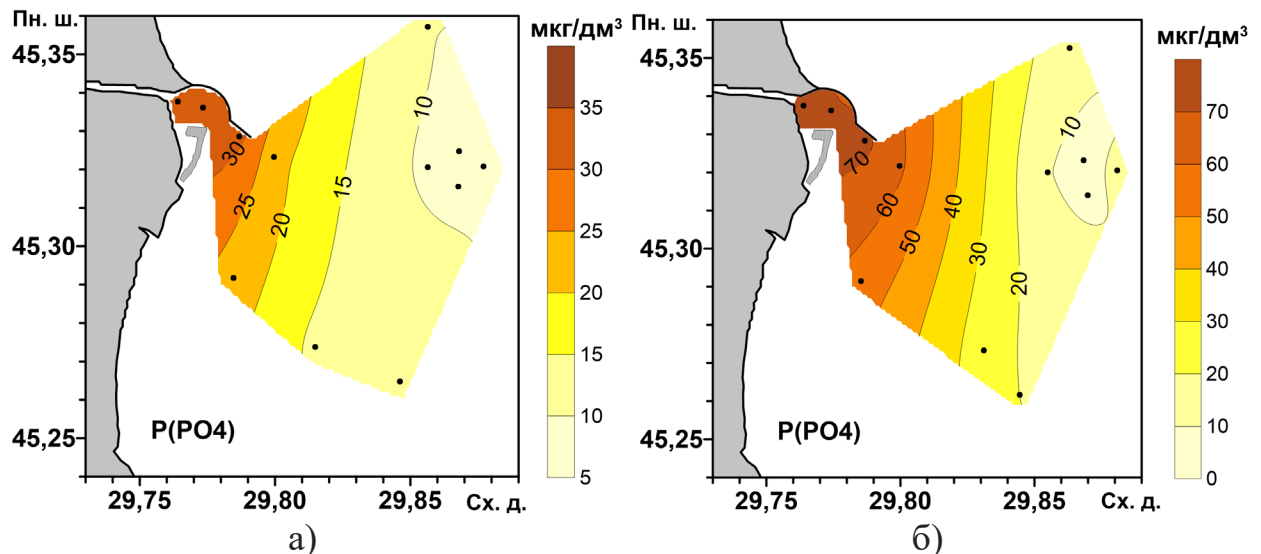


Рисунок 1.11 – Просторовий розподіл фосфору фосфатного в поверхневому шарі вод на Дунайському узмор'ї в районі гирла Бистре: а) травень 2021 р., б) жовтень 2021 р.

В просторовому розподілі азоту амонійного як на поверхні, так і в придонному шарі максимальні концентрації в травні і в жовтні спостерігались в районі гирла Бистре.

Максимальні значення вмісту азоту загального в придонному шарі в травні та жовтні були меншими, ніж на поверхні. В просторовому розподілі азоту загального на поверхні явно відмічається його підвищений вміст безпосередньо в районах гирла Бистре і дам্পінгу, і зменшується з віддаленням від річкового стоку.

Хлорофіл-а. Хлорофілу-а (Chl) відноситься до первинних критеріїв, які характеризують продуктивність вод, ступень їх трофності. В цілому з іншими біологічними показниками та показниками вмісту БР і кисню характеризує якість вод і їх екологічний стан.

До аналізу залучалися дані спостережень супутника MODIS (Aqua) з просторовим дозволом хлорофілу-а (Chl Sat) 1 км. Відомо, що стандартні алгоритми NASA налаштовані на океанські води і порівняно з вимірними значеннями (Chl in situ) дають завищені величини концентрації Chl у поверхневому шарі Чорного моря. Це обумовлено підвищеним вмістом розчиненої забарвленої речовини у морі більше, ніж в океані.

Поправка $\Delta = \text{Chl Sat} - \text{Chl in situ}$ до супутникових даних NASA концентрації хлорофілу-а визначалася залежно від отриманих на основі судових Chl in situ та супутникових Chl Sat вимірювань (рис.1.12), що були виконані на північно-західному шельфі Чорного моря та на маршруті Одеса-Батумі-Одеса у період експедиції за міжнародною програмою EMBLAS-II 17 травня – 04 червня 2016 р.

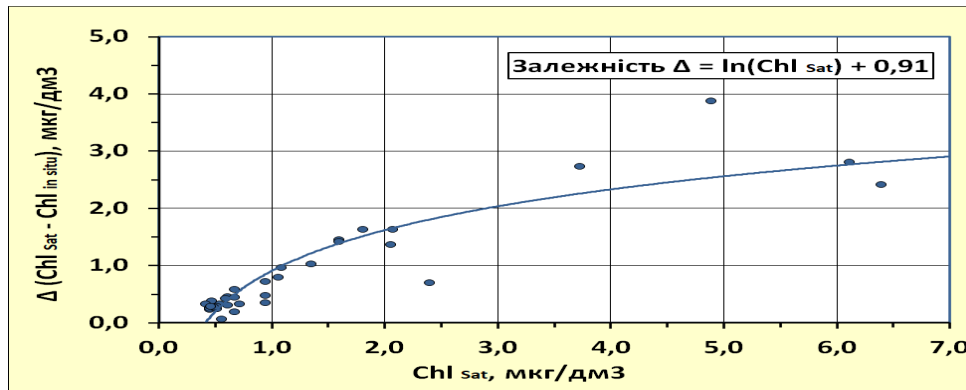


Рисунок 1.12 – Залежність поправки Δ від значення концентрації Chl Sat

Шкала оцінки екологічного стану за вмістом хлорофілу - а ($\text{мкг}\cdot\text{л}^{-1}$), яка розроблена для болгарських і румунських прибережних вод та апробована в таких міжнародних проектах, як MISIS та EMBLAS, надана нижче.

Район	Відмінний	Добрий	Задовільний	Посередній	Поганий
Прибережжя	<0.9	0.9-1.5	1.5-3.1	3.1-7.0	>7.0
EQR	1-0.80	0.80-0.63	0.63-0.43	0.43-0.23	0.23-0.0

Середня квадратична похибка прийнятої залежності становить $0,36 \text{ мкг/дм}^3$ при загальній кількості спостережень 35 в інтервалі значень $0,41\text{--}6,39 \text{ мкг/дм}^3$.

Оцінка середніх характеристик вмісту хлорофілу-а виконувалась по виділених районах прибережних, шельфових водних масивів і відкритих вод моря відповідно районів (див. рис. 1.4).

В поверхневих водах Азовського і Чорного морів підвищений вміст хлорофілу-а в усі сезони відмічався на акваторії Азовського моря (рис. 1.13). В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а (більш $3\text{--}6 \text{ мкг/дм}^3$) спостерігались на узмор'ї дунайського, дніпро-бузького, дністровського регіонів, а також в Каркінітській затоці, в прибережних водних масивах TW5, CW4, CW6 – CW8, CW10.

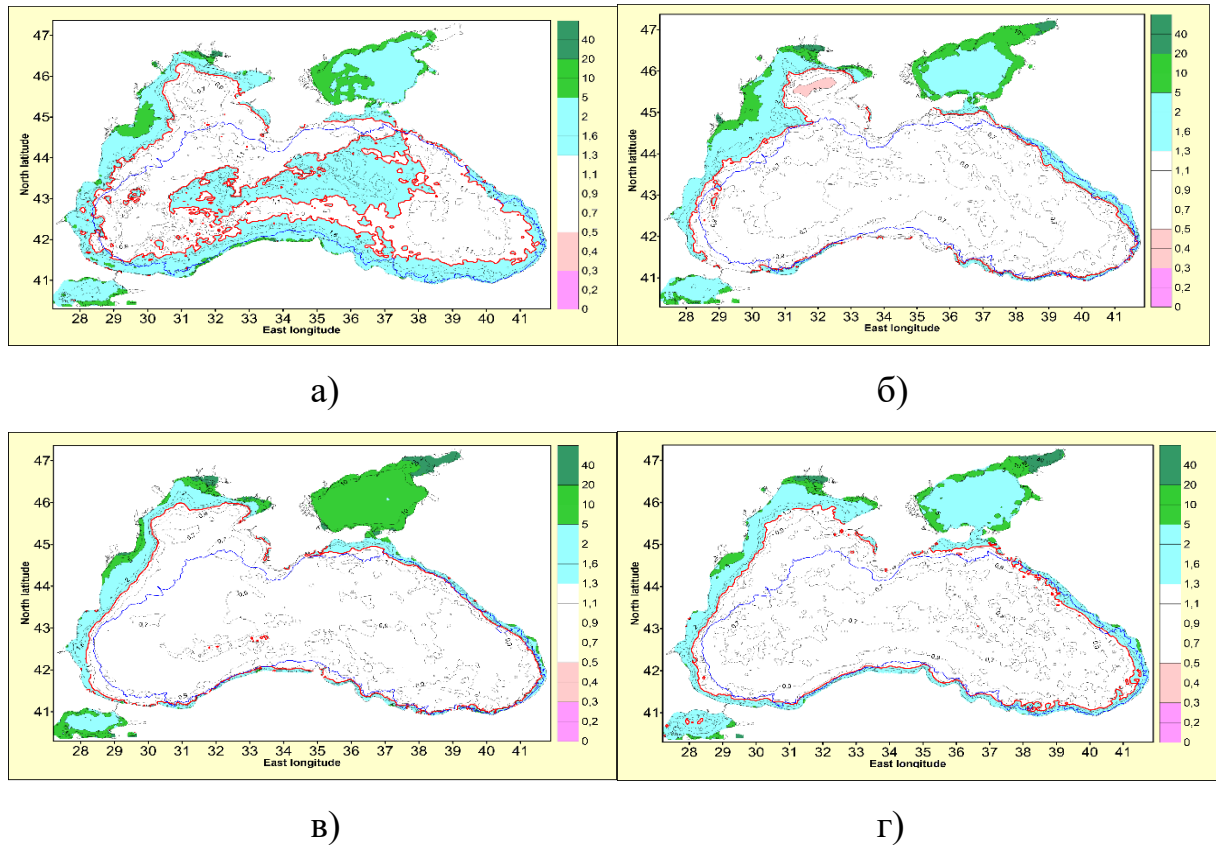


Рисунок 1.13 – Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Азовського і Чорного морів зимою (а), весною (б), літом (в) та восени (г) 2021 р.

З віддаленням від районів річкового стоку вміст хлорофілу-а значно зменшується і знаходиться в прибережних районах на рівні $1,0 - <3,0$ мкг/дм³. Підвищений вміст хлорофілу-а в середньому $2,47$ мкг/дм³ був визначений і в водному масиві CW22 у Керченській протоці. В шельфових водах підвищені середні річні значення хлорофілу-а в 2021 році спостерігались в дунайському і дніпро-бузькому регіонах в водних масивах ShW1 - $1,26$ мкг/дм³ і ShW3 - $2,63$ мкг/дм³.

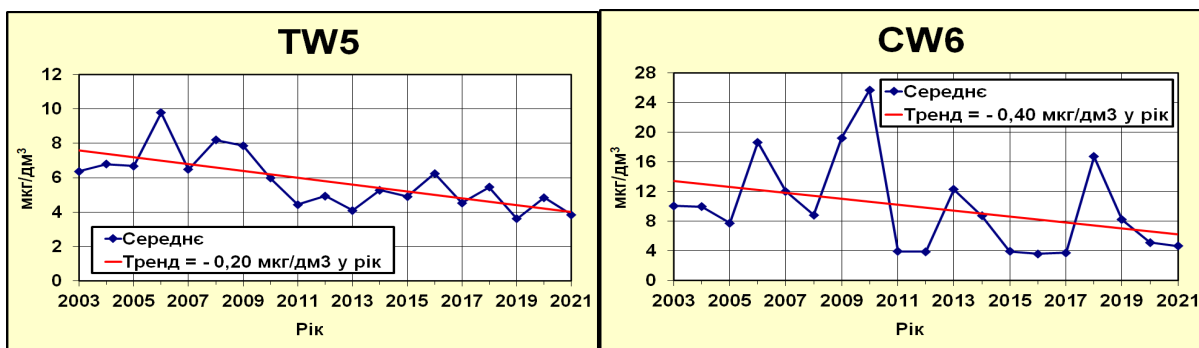
В середньому за 2021 рік максимальна концентрація хлорофілу-а на північно-західному шельфі Чорного моря була визначена в дніпро-бузькому регіоні прибережного водного масиву CW7 і склала $13,97$ мкг/дм³. В шельфових

водах підвищений середній річний вміст хлорофілу-а також був і в водному масиві ShW3 - 3,94 мкг/дм³.

В інших водних масивах шельфу і відкритих районах Чорного моря в водних масивах OWW1 і OWC1 середня річна концентрація хлорофілу-а в поверхневому шарі не перевищувала 1,0 мкг/дм³.

У річному сезонному ході підвищені концентрації хлорофілу-а на північно-західному шельфі Чорного моря в прибережних водах спостерігались в період весняної повені річок, а в відкритих районах моря його підвищений вміст спостерігався взимку. В цілому, за даними середнього річного вмісту хлорофілу-а в Чорному морі у 2021 році не відповідали ДЕС прибережні масиви вод TW5, CW2- CW4, CW6-CW10, CW22, а також водний масив ShW3 північно-західного шельфу, що знаходиться під впливом вод Дніпро-Бузького лиману. Всі інші виділені водні масиви Чорного моря в межах виключної економічної зони України за показниками середнього річного вмісту хлорофілу-а відповідали доброму екологічному стану.

За даними багаторічних спостережень в Чорному морі (2003-2021 рр.) в багатьох прибережних і шельфових водних масивах, а також в відкритих районах Чорного моря спостерігається тенденція до зменшення середньої річної концентрації хлорофілу-а. В відкритих районах Чорного моря тенденція до зменшення вмісту хлорофілу-а дуже слабка і статистично не значима (рис. 1.14).



а)

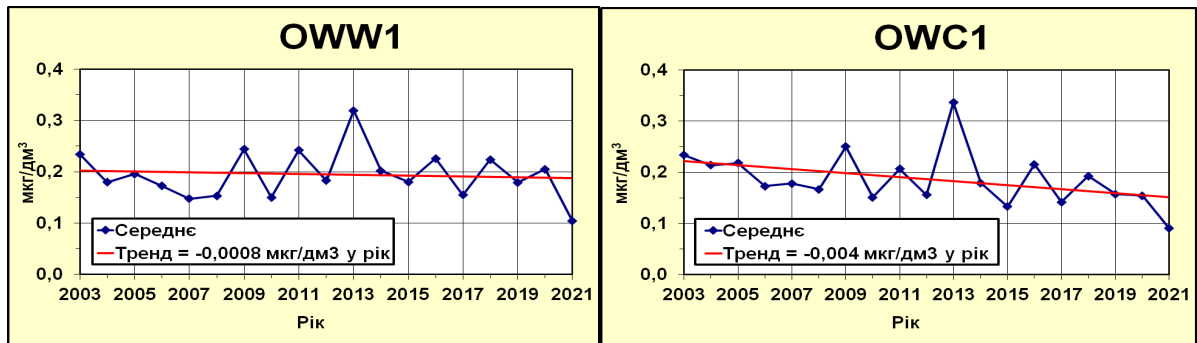
б)

продовження рис. 1.14



в)

г)



д)

е)

Рисунок 1.14 – Багаторічна мінливість середнього річного вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі водних масивів української частини Чорного моря: - прибережних масивів TW5-транзитних вод (а) і CW6 (б), шельфових масивів ShW1(в) і ShW3 (г) та відкритої ділянки моря OWW1 (д) і OWC1 (е).

Враховуючи наявність односпрямованої тенденції, можливо констатувати зменшення статусу трофічного рівня морських вод України. Однак в окремих імпактних районах, за даними концентрації хлорофілу-а, водні масиви цих районів у 2021 р. ще не відповідали ДЕС.

Комплексна оцінка екологічного стану морського середовища. Оцінка стану евтрофікації і, відповідно, якості вод виконувалась також на підставі розрахунків інтегрального показника індексу трофності TRIX, який пов'язаний з характеристиками первинної продукції фітопланктону і з концентрацією

біогенних речовин та змінюється відповідно умов трофності вод у межах від 0 од. до 10 од. (табл. 1.4).

В розрахункову формулу індексу TRIХ входять показники:

- концентрація хлорофілу «а», мкг/дм³;
- відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню від 100 % насичення;

- концентрація суми розчинених форм мінерального азоту, мкг/дм³;

- концентрація загального фосфору, мкг/дм³.

Оцінка категорії трофності і стану якості вод визначається залежно від значення індексу TRIХ (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Категорії трофності, стан якості вод і їх характеристика залежно від значення показника TRIХ

Значення TRIХ	Рівень трофності	Якість вод	Характеристика якості вод
< 4	Низький	Висока	Висока прозорість вод, відсутність аномалій кольору води, відсутність пересичення та недостатньої насиченості розчиненого кисню.
4 - 5	Середній	Гарна	Епізодичні випадки зменшення прозорості вод, аномалій кольору води, гіпоксії придонних вод.
5 - 6	Високий	Середня	Низька прозорість вод, аномалії кольору води гіпоксія придонних вод, та епізодичні випадки аноксії.
> 6	Дуже високий	Погана	Велика мутність вод, великі за площею аномалії кольору води, регулярна гіпоксія на великій площі та часті випадки аноксії придонних вод, гибель бентосних організмів

В червні і жовтні 2021 р. трофність прибережних вод одеського регіону, згідно категорій показника TRIХ, відповідала по районах «низькому», «середньому» та «високому» рівням. В середньому по району досліджень значення показника TRIХ складала в червні 4,8 од. і в жовтні 6,2 од., що відповідало «середньому» та «дуже високому» рівню трофності (рис.1.15).

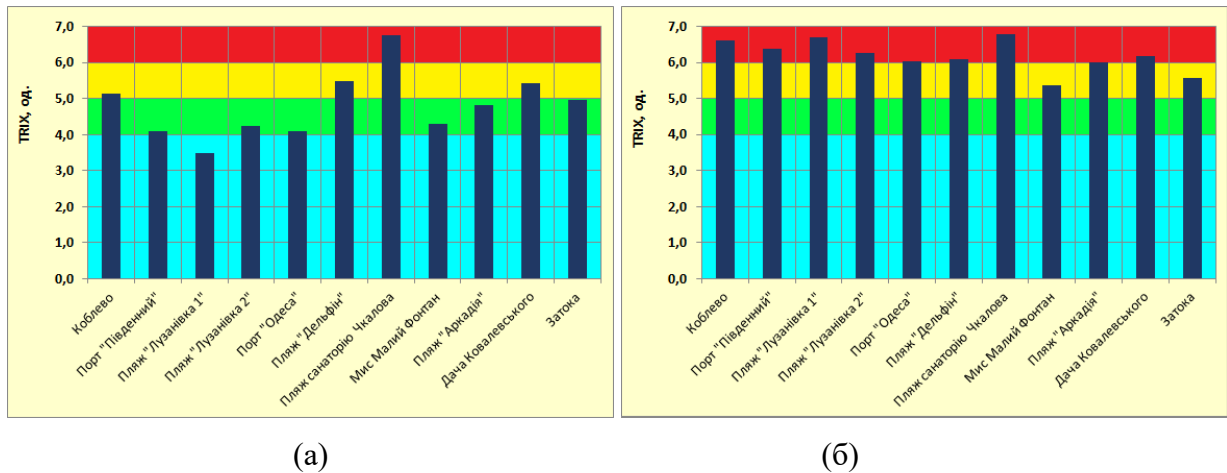


Рисунок 1.15 – Значення показника трофності TRIХ прибережних вод одеського регіону: а) червень; б) жовтень.

У 2021 р. рівень трофності «дуже високий» за показником TRIХ відмічався в червні в районі пляжу «санаторію ім.Чкалова», а в жовтні – майже по всьому регіону досліджень.

За даними регулярних спостережень прибережних вод рекреаційної зони м. Одеси в річному ході показника трофності TRIХ мінімальні значення спостерігаються переважно в весняні періоди, а максимуми – в літній та осінній періоди, що наведено на рисунку 1.16.

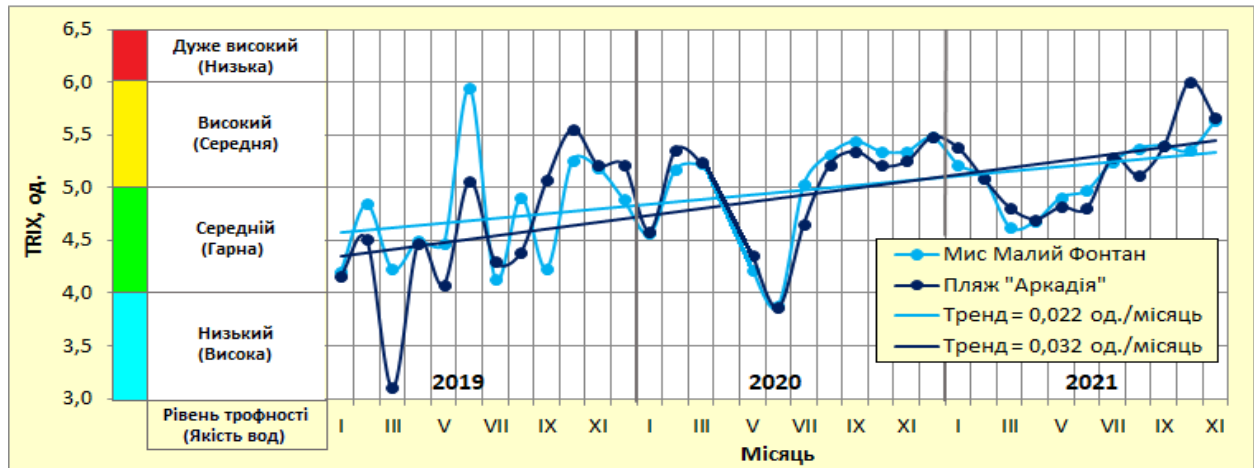


Рисунок 1.16 – Річний хід середніх місячних значень показника трофності TRIХ прибережних вод м. Одеси у 2019-2021 рр.

Трофність прибережних вод м. Одеси в річному циклі, згідно категорії показника TRIХ, відповідала переважно «середньому» рівню в першій половині 2019-2021 рр. та «високій» – у другій половині, а якість вод класифікувалась в зоні рекреації як «гарна» та «середня» в районах «мис Малий Фонтан» та пляжу «Аркадія». Середнє значення показника TRIХ у 2021 р., по двом станціям склало 5,1 од.

Дані регулярного екологічного моніторингу прибережних вод одеського регіону, який виконується УкрНЦЕМ в зоні рекреації з початку XXI сторіччя, дозволяють визначити багаторічні зміни і тенденції в евтрофікації.

На фоні значних міжрічних коливань в багаторічних змінах ступеню евтрофікації і якості прибережних вод на шельфі в одеському регіоні в рекреаційній зоні, віддаленій від промислових районів, визначається тренд до зниження трофності і підвищення якості вод за інтегральним показником TRIХ.

В період 2000-2021 рр. за чисельними значеннями показника TRIХ тенденція до зниження трофності вод склала - 0,041 од. у рік.

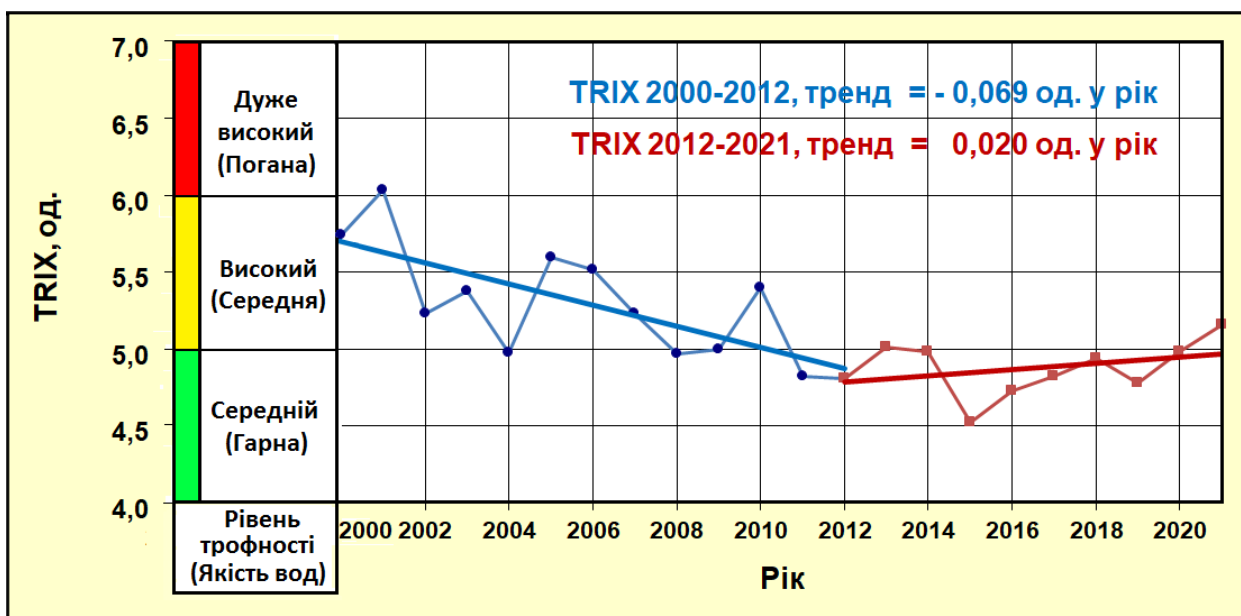


Рисунок 1.17 – Багаторічна мінливість трофності і якості прибережних вод Одеського регіону ПЗШ ЧМ за показником TRIX.

Трофність вод дунайського узмор'я в травні і жовтні 2021 р., за показником TRIX, відповідала переважно «дуже високому» і «високому» рівню (рис. 1.18).

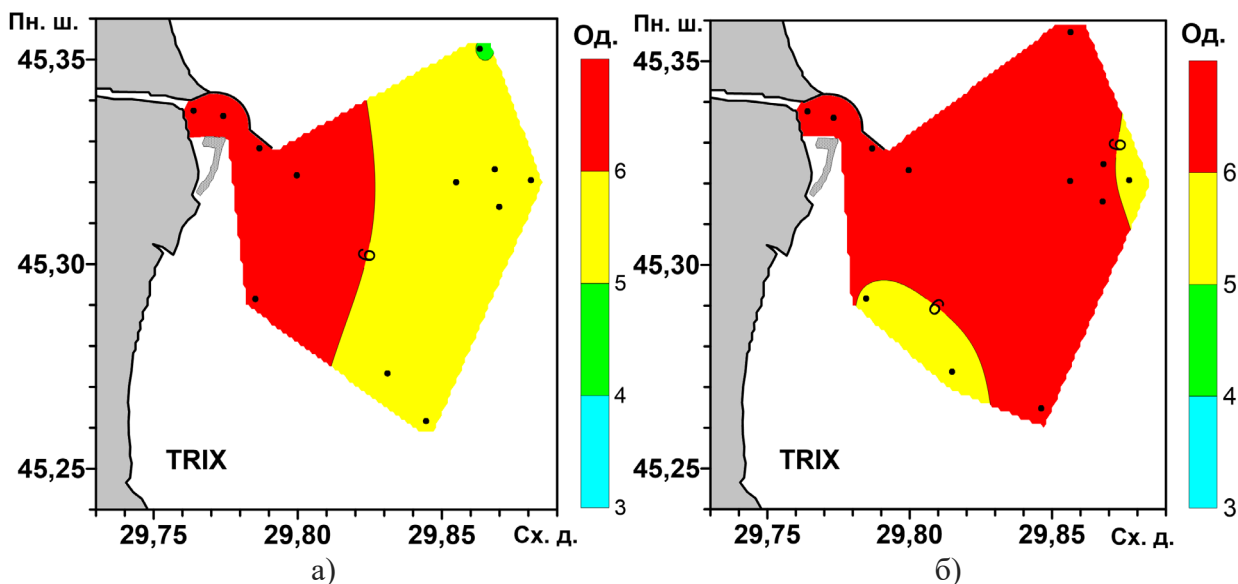


Рисунок 1.18 – Просторовий розподіл значень показника TRIX на Дунайському узмор'ї в районі гирла Бистре: а) травень, б) жовтень.

Просторовий розподіл значень показника $TRIX$ вказує на зниження ступеню трофності вод дунайського узмор'я при віддаленні від гирла. В середньому по району досліджень значення показника $TRIX$ у 2021 році склали 6,22 од. в травні і 5,96 од. - в жовтні.

1.2.1 Негативні наслідки евтрофікації

З процесами евтрофікації вод пов'язані: «цвітіння води», зменшення її прозорості, формування у теплий період року у придонному шарі вод зон гіпоксії і аноксії, що призводить до гибелі придонного біоценозу, формуванню зон вторинного замулення і далі – некрозон.

Важливим негативним наслідком евтрофікації вод є також замулення (реседиментація) донних відкладів (ДВ). Це важливий геоecологічний фактор, що призводить до загибелі нерестовищ, створення некрозон (ділянки з мінімальною кількістю гідробіонтів), зміни структури і складу донних біоценозів, накопичення в ДВ нафтопродуктів й інших ЗР. Особливо інтенсивно процеси замулювання відбуваються в зонах акумуляції теригенної зависі, в районах інтенсивного протікання процесів евтрофікації, а також внаслідок морегосподарської діяльності, що супроводжуються ерозійними процесами, змучуванням ДВ і надходженням зависі у воду (вторинне замулювання і таке ін.

Вторинне замулення являє собою осад (намул) жовто-бурого кольору, по гранулометричному складу складається в основному з пелітової фракції (розмір часток <0.005 мм), в мінералогічному відношенні мули – гідрослюдисті-монтморіллової.

Просторовий розподіл зон замулення ДВ у ПЗЧМ надано на рис. 1.19.

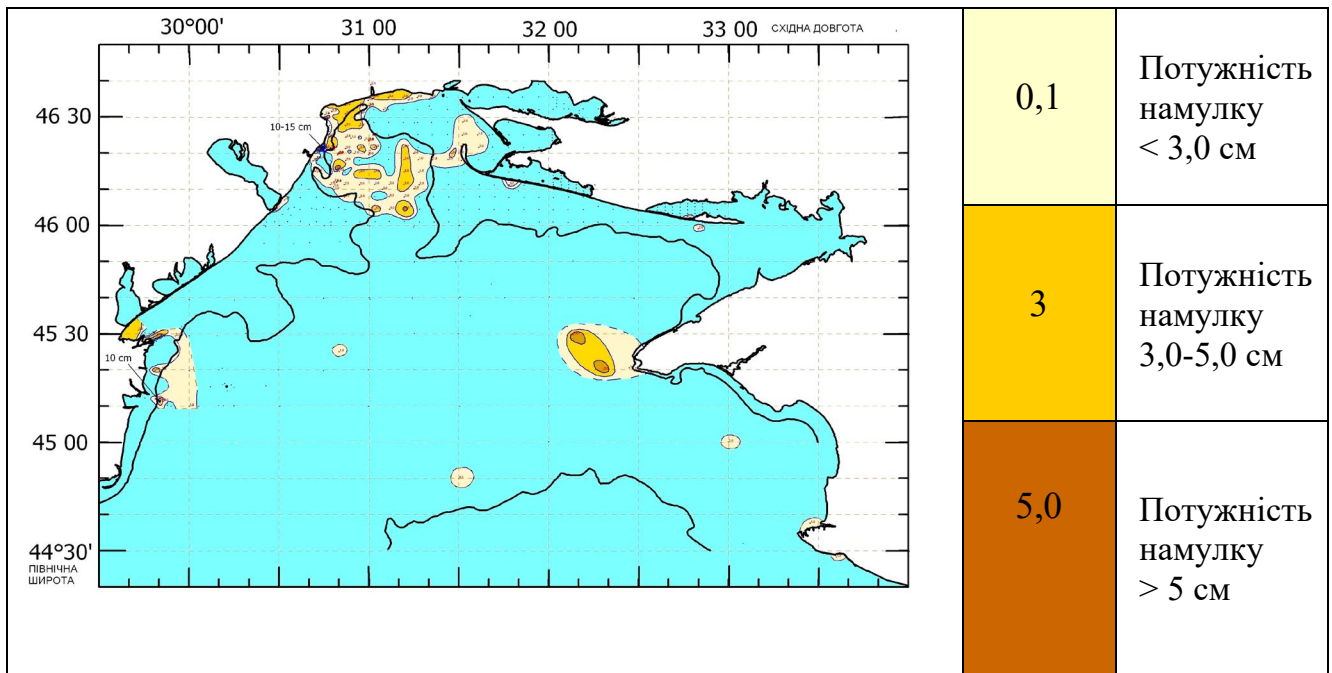


Рисунок 1.19 – Карта-схема сучасної реседиментації північно-західної частини Чорного моря за даними 2008 – 2021 рр.

Оцінка процесів сучасної реседиментації на шельфі Чорного моря показала, що підвищена потужність до 10 см замулення морського дна відмічалась в районах впливу річок ПЗЧМ, а також в районі впливу скидів зі станції біологічного очищення «Південна» де вторинне замулення досягало 15 см.

1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами

У морському середовищі АЧБ виявлені токсичні ЗР: нафтові вуглеводні, 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.

Стан забруднення морської води

Стан забруднення морської води в 2021 р. оцінювався за такими ЗР як: ТМ, хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та ПАВ.

Для оцінки рівня забруднення використовувалася методика оцінки за допомогою коефіцієнта забруднення (Кз). Кз відображає концентрацію всіх ЗР одного типу в окремий проміжок часу в заданому районі. Цей коефіцієнт винаходиться як сума відношень концентрації кожної ЗР до її гранично допустимої концентрації (ГДК), відповідно до директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або ГДК відповідно українського законодавства, або екологічного нормативу (ЕН) віднесених до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Загальна оцінка екологічного стану води, або ДВ в районі який досліджується, визначається по найгіршій оцінці групи ЗР.

Екологічний стан морської води за допомогою Кз оцінюється:

- Відмінний, коли Кз менше 0,5;
- Добрий, коли Кз від 0,5 до 1,0;
- Задовільний, коли Кз від 1,0 до 2,5;
- Посередній, коли Кз від 2,5 до 5,0;
- Поганий, коли Кз більше 5,0.



Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) за даними 2021 р.

Токсичні метали у морській воді. В таблиці 1.5 наведені значення Кз для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni) та Кз ТМ в поверхневому та придонному шарі води за даними 2021 року по районах. Статус прибережних водних масивів, в яких проводились спостереження ТМ у 2021 році відповідав «відмінному» і «доброму» екологічному стану, але в водному масиві CW4 в поверхневому шарі зафіксовані підвищені концентрації Cd, що відповідає «задовільному» екологічному стану.

Таблиця 1.5 - Екологічний стан прибережних водних масивів за показником Кз токсичних металів морської води у 2021 році

Водний масив	Відбір проби	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Hg	Кз Pb	Кз Ni	Екологічний стан водного масиву
CW4	поверхня	0,60	2,13	0,15	0,11	0,00	Задовільний
CW5	поверхня	0,20	0,43	0,29	0,07	0,01	Відмінний
CW6	поверхня	0,29	0,68	0,35	0,14	0,01	Добрий
CW7	поверхня	0,32	0,77	0,45	0,07	0,01	Добрий
TW5	поверхня	0,13	0,38	0,00	0,07	0,07	Відмінний
ShW1	поверхня	0,10	0,28	0,05	0,03	0,04	Добрий стан
TW5	дно	0,10	0,30	0,00	0,06	0,04	Відмінний
ShW1	дно	0,07	0,19	0,05	0,01	0,02	Добрий стан

В забруднення ТМ найбільший вклад по всім дослідженим районам вносив кадмій, на другому місці ртуть, крім району TW5, де концентрації свинцю вищі за концентрації ртуті (рис. 1.20).

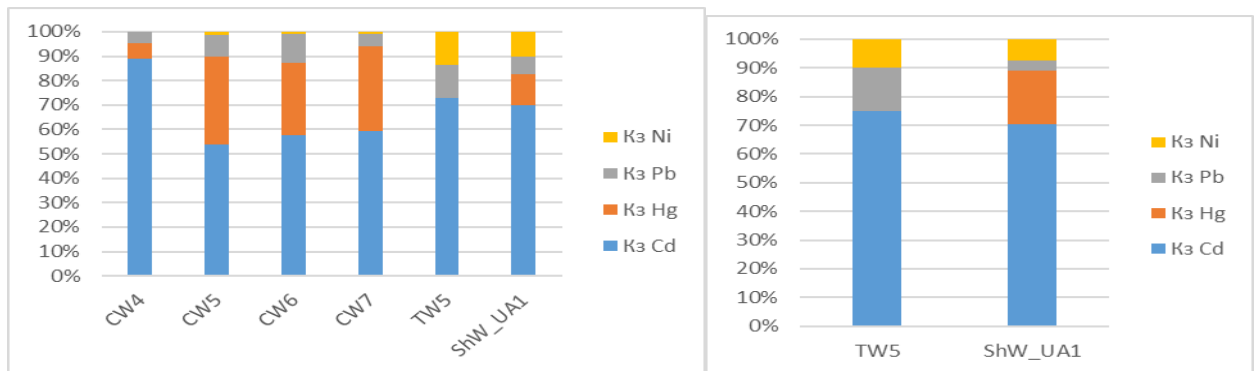


Рисунок 1.20 – Вклад Кз окремих токсичних металів в забруднення морської води у 2021 році (а – поверхневий шар води; б – придонний шар води).

Органічні забруднюючі речовини сільськогосподарського походження у морській воді. Оцінка екологічного стану морської води в 2021 р. в прибережних водних масивах за коефіцієнтом забруднення Кз органічними забруднювачами сільськогосподарського походження (ОЗСП) вказує, що їх стан

варіює від «задовільного» до «дуже поганого». За показником Кз гептахлору стан поверхневого і придонного шарів води всіх прибережних водних масивів відповідав «поганому» (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Екологічний стан прибережних водних масивів за показником Кз ОЗСП морської води у 2021 році

Водний масив	Відбір проби	Кз ОЗСП	Кз ДДТ ¹	Кз $\sum$ ДДТ ²	Кз $\sum$ НСН ³	Кз Гексахлорбензол	Кз Гептахлору	Кз $\sum$ Ціклодієнових ⁴	Кз Атразін	Кз Дурсбан	Екологічний стан водного масиву
CW4	поверхня	1,59	0,15	0,09	0,12	0,03	12,00	0,27	0,00	0,04	Поганий
CW5	поверхня	2,26	0,20	0,14	0,08	0,01	17,23	0,40	0,01	0,04	Поганий
CW6	поверхня	2,76	0,29	0,19	0,05	0,01	21,07	0,49	0,00	0,00	Поганий
CW7	поверхня	3,77	0,28	0,18	0,10	0,02	28,75	0,82	0,00	0,00	Поганий
TW5	поверхня	2,28	0,30	0,20	0,07	0,01	17,22	0,46	0,00	0,01	Поганий
ShW1	поверхня	9,32	0,59	0,51	0,15	0,02	72,44	0,79	0,00	0,02	Недобрий стан
TW5	дно	3,85	0,24	0,16	0,31	0,01	29,72	0,35	0,00	0,00	Поганий
ShW1	дно	2,89	0,32	0,20	0,29	0,01	21,64	0,54	0,01	0,15	Недобрий стан

Примітка 1. П, п-діхлордіфенілтрихлоретан.

Примітка 2. Сума ДДТ та його метаболітів.

Примітка 3. Сума ліндану та його ізомерів.

Примітка 4. Сума алдріну, ділдріну та ендріну.

Основною забруднювальною речовиною серед групи ОЗСП є гептахлор (рис. 1.21).

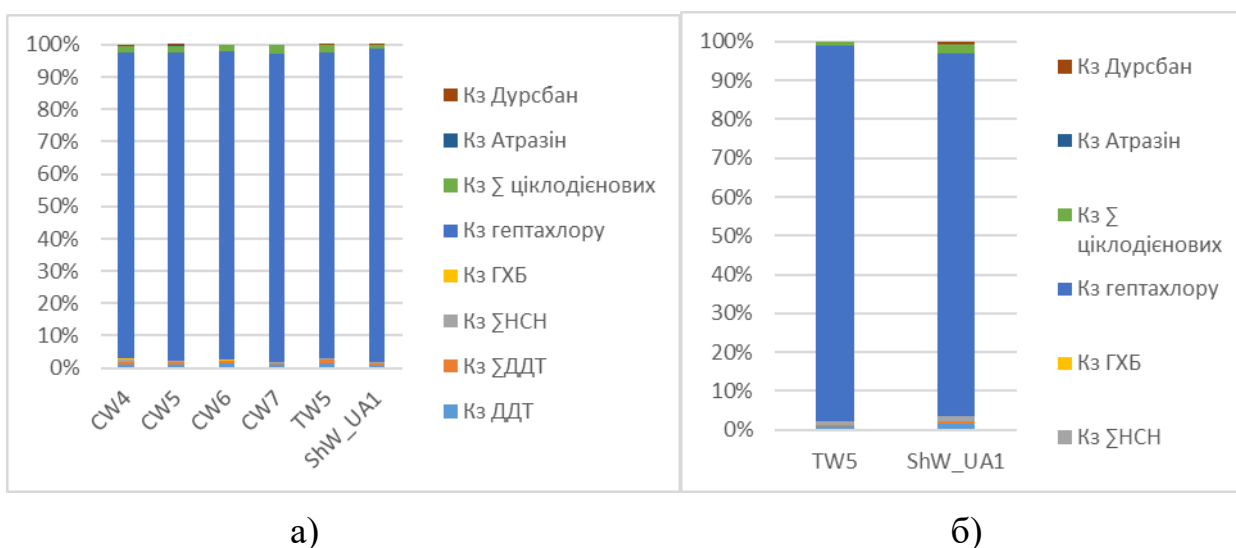


Рисунок 1.21 – Вклад Кз окремих ОЗСП в забруднення морської води у 2021 році (а – поверхневий шар води; б – придонний шар води).

Органічні забруднюючі речовини промислового походження у морській воді. Оцінка екологічного стану морської води в прибережних водних масивах за коефіцієнтом забруднення Кз ОЗПП показала, що як в поверхневому, так і в придонному шарах води їхній екологічний стан відповідав «поганому» по всім районам. Найбільший вплив на екологічний стан всіх прибережних водних масивів надали концентрації індивідуальних ПХБ 101, 118, 153, а також ПХБ 180, їх величина Кз значно перевищує пороговий рівень $>5,0$ «поганого» екологічного стану (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 – Екологічний стан прибережних водних масивів за показником Кз ОЗПП морської води у 2021 році

Водний масив	Відбір проби	Кз ОЗПП	Кз ПХБ 101	Кз ПХБ 118	Кз ПХБ 153	Кз ПХБ 138	Кз ПХБ 180	Кз нафталіну	Кз антрацену	Кз флуорантену	бензо(b)флуорантену	бензо(k)флуорантену		Кз бензо(a)пірену	бензо(g,h,i)перілену	Екологічний стан водного масиву
CW4	поверхня	27,9	99,3	120	113	0,98	0,00	0,00	0,08	0,07	0,29	0,04		0,19	1,65	Поганий
CW5		24,6	128	90,4	75,2	0,90	0,32	0,00	0,07	0,03	0,02	0,01		0,01	0,25	Поганий
CW6		15,7	85,4	53,3	49,1	0,76	0,11	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00		0,00	0,15	Поганий
CW7		48,6	268	181	111	2,07	20,8	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00		0,00	0,09	Поганий
TW5		9,04	85,3	16,1	6,75	0,14	0,00	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00		0,00	0,11	Поганий
ShW1	дно	11,3	82,0	27,6	24,9	0,24	0,44	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00		0,00	0,15	Недобрий стан
TW5		6,49	59,0	12,2	5,75	0,10	0,38	0,00	0,09	0,01	0,02	0,01		0,01	0,30	Поганий
ShW1		12,5	119	18,3	11,3	0,21	0,00	0,00	0,07	0,04	0,03	0,02		0,01	0,53	Недобрий стан

Підвищені концентрації були зафіксовані також в поверхневому шарі водних масивів CW7 за показником Кз ПХБ-138 та CW4 за показником Кз бензо(g,h,i)перілену, що відповідають «задовільному» екологічному стану.

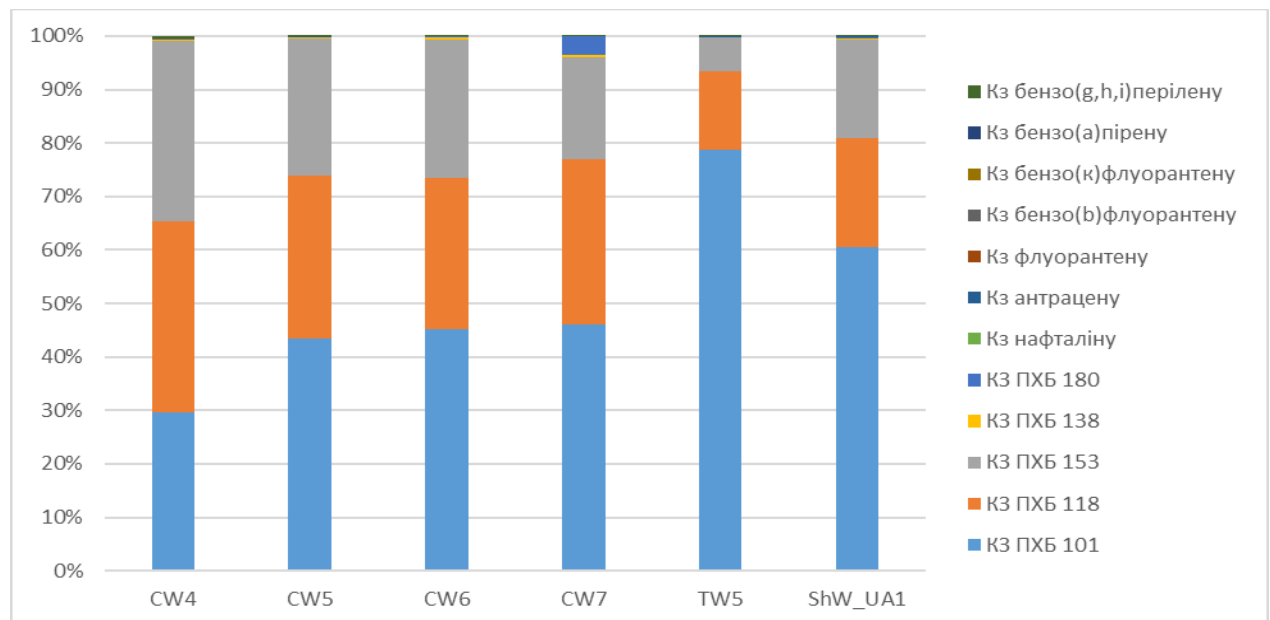
Оскільки в директиві 2013/39/ЄС (MAC-EQS) немає обмежень по концентраціям ПХБ недіоксинового ряду, ГДК для ПХБ були взяті з рекомендацій ЕАС, OSPAR SIME 2008 групи індивідуальних ПХБ від ПХБ-16 до ПХБ-65 (Ar-1254) та від ПХБ-28 до ПХБ-73 (Ar-1260). Відносно ЕН оцінки не виконувались тому, що з оцінки 2020 року було видно, що вимоги OSPAR SIME 2008 більш жорсткі.

Сума ПАВ в водних масивах CW4, CW,5, CW6, CW7 знаходилася на невисокому рівні. Бензо(a)пиреновий еквівалент (B(a)P_{eq}) та сума канцерогенних ПАВ ($\sum$ sarc ПАВ) в водному масиві CW4, який знаходиться під впливом вод Дністровського стоку, значно перевищує показники по іншим районам (табл. 1.8).

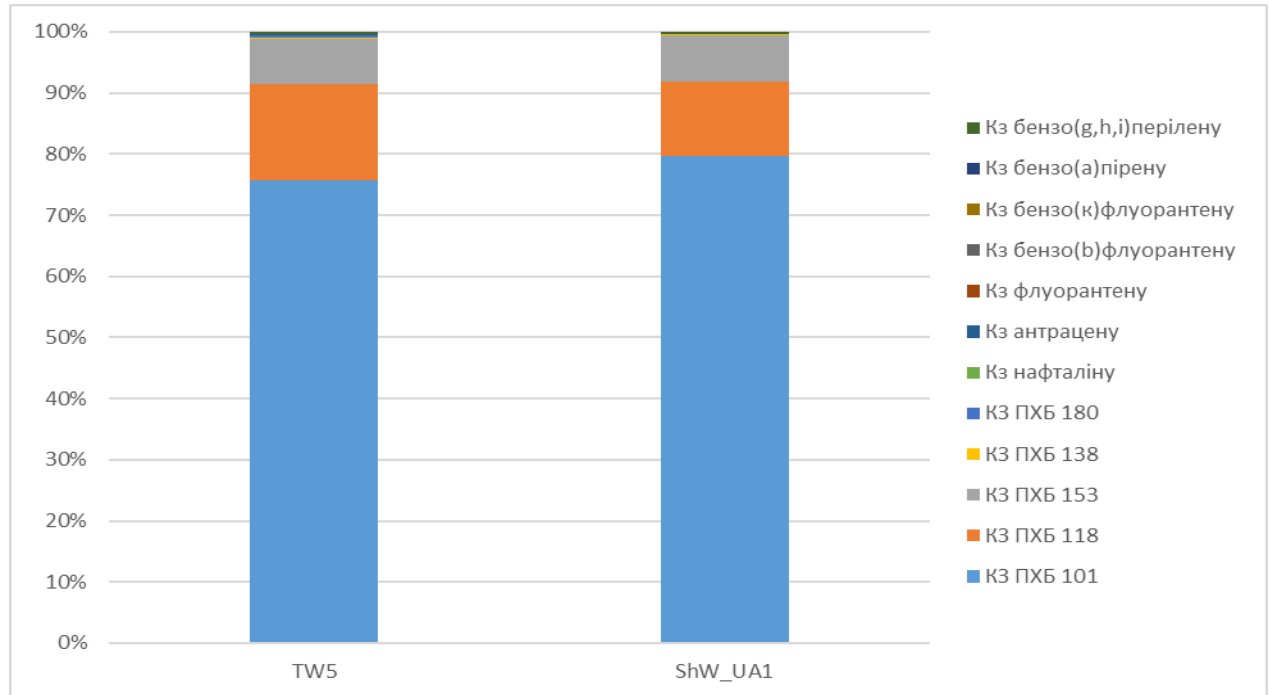
Таблиця 1.8 – Сума ПАВ, бензо(а)пиреновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ в поверхневому та придонному шарах морської води у 2021 році

Водний масив	Σ ПАВ	B(a)P _{eq}	Σ carc ПАВ	Σ ПАВ	B(a)P _{eq}	Σ carc ПАВ
	поверхневий шар води			придонний шар води		
CW4	54,60	4,42	8,70			
CW5	57,68	0,87	1,26			
CW6	28,96	0,41	0,54			
CW7	26,06	0,26	0,34			
TW5	40,11	0,40	0,41	47,27	0,83	1,28
ShW1	37,73	0,38	0,39	60,39	1,41	1,94

Найбільший вклад в забруднення морської води групою ОЗПП в 2021 році в водних масивах CW4, CW5, CW6, TW5, ShW1 вносили ПХБ 101, 118, 153, а в водному масиві CW7, що знаходиться під впливом дніпро-бузьких вод, найбільший вклад вносили ПХБ 101, 118, 153, 180 (рис. 1.22).



a)



б)

Рисунок 1.22 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення морської води у 2021 році (а – поверхневий шар води; б – придонний шар води).

Стан забруднення донних відкладів

Відомо, що концентрації ЗР у донних відкладах є інтегральною характеристикою стану забруднення екосистеми взагалі. Стан забруднення ДВ у 2021 році оцінювався за такими ЗР як: ТМ, ХОП та ПАВ.

Шкала оцінки екологічного стану ДВ за допомогою Кз:

для ТМ

- Дуже добрий, коли Кз менше 0,5;
- Добрий, коли Кз від 0,5 до 1,0;
- Задовільний, коли Кз від 1,0 до 1,25;
- Поганий, коли Кз від 1,25 до 2,5;
- Дуже поганий, коли Кз більше 2,5



для органічних сполук

- Дуже добрий, коли Кз менше 0,2;
- Добрий, коли Кз від 0,2 до 1,0;
- Задовільний, коли Кз від 1,0 до 5,0;
- Поганий, коли Кз від 5,0 до 25;
- Дуже поганий, коли Кз більше 25



Токсичні метали. Для токсичних металів Кз розраховано по відношенні з ЕН (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Величини Кз токсичних металів в донних відкладах у 2021 році

Район	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Cr	Кз Cu	Кз As	Кз Hg	Кз Pb	Кз Zn	Кз Ni	Кз Co
TW5	0,58	0,37	0,83	0,88	0,30	0,21	0,27	0,64	1,28	0,46
ShW UA1	0,42	0,28	0,59	0,58	0,22	0,19	0,26	0,54	0,82	0,27

Рівень забруднення ДВ токсичними металами по всім районам у 2021 році відповідав «доброму» та «дуже доброму» екологічному стану. Але концентрації нікелю в районі TW5 були підвищені та відповідали «поганому» екологічному стану.

По дослідженим районам метали розподіляються практично однаково, однак найбільш присутні були Ni, Zn, Cu, Cr та Cd (рис. 1.23).



Рисунок 1.23 – Вклад Кз окремих токсичних металів в забруднення донних відкладів у 2021 році.

Органічні забруднюючі речовини сільськогосподарського походження. Для ОЗСП Кз розраховано по відношенню з ЕН (табл. 1.10).

Таблиця 1.10 - Коефіцієнти забруднення органічних забруднюючих речовин сільськогосподарського походження та окремих ОЗСП в донних відкладах у 2021 році

Район	Кз ОЗСП	Кз Σ ДДТ	Кз α -НСН	Кз β -НСН	Кз ліндан	Кз Σ НСН	Кз гексахлор-бензолу	Кз гептахлору	Кз алдріну	Кз дільдріну
TW5	22,91	21,56	1,07	105,9	47,95	22,2	1,11	1,64	1,57	3,20
ShW UA1	28,91	37,13	1,79	22,9	177,4	7,25	3,01	3,36	2,95	4,47

У водному масиві TW5 Кз ОЗСП відповідали «поганому» екологічному стану, а саме: Кз Σ ДДТ та Σ НСН відповідали «поганому» екологічному стану; Кз β -НСН та ліндану відповідали «дуже поганому» екологічному стану; і лише Кз гексахлорбензолу, гептахлору, алдріну та дільдрину відповідали «задовільному» екологічному стану. В районі ShW_UA1 Кз ОЗСП відповідали «дуже поганому» екологічному стану. Зафіксовано також високий рівень

забруднення Σ ДДТ та ліндану, який відповідав «дуже поганому» екологічному стану.

Вклад окремих ОЗСП в забруднення ДВ наведено на рисунку 1.24.

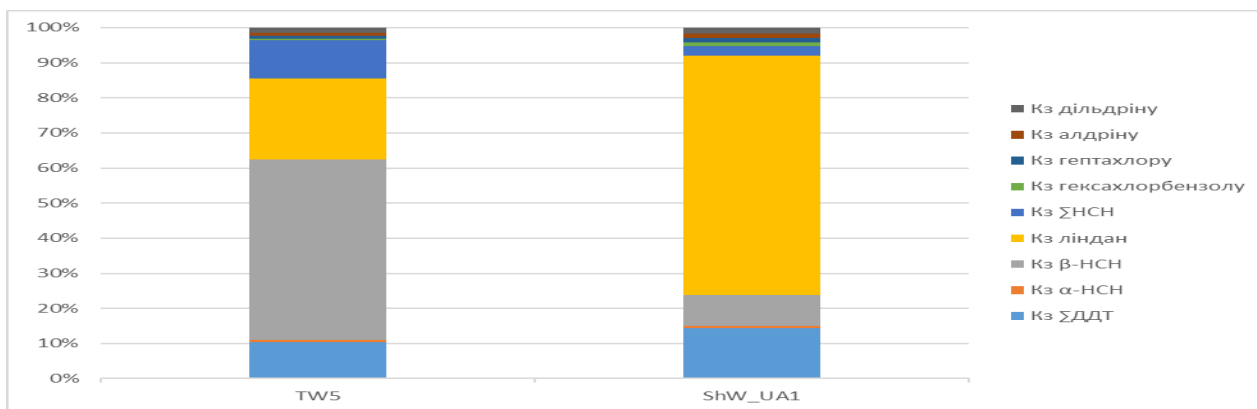


Рисунок 1.24 – Вклад Кз окремих ОЗСП в забруднення донних відкладів у 2021 році.

В районі TW5 основними ЗР є ізомери гексахлоргексану з перевагою β -НСН, в районі ShW_UA1 основний вклад в забруднення вносять ізомери гексахлоргексану з перевагою ліндану.

Органічні забруднюючі речовини промислового походження. Кз ОЗПП в донних відкладах у 2021 році наведено в таблиці 1.11. Кз окремих ОЗПП розраховувався в відношенні до граничних концентрацій за ЕН.

Таблиця 1.11 – Кз групи органічних забруднюючих речовин промислового походження в донних відкладах у 2021 році

Район	Кз ОЗПП	Кз Ar-1254	Кз Ar-1260	Кз нафтаїну	Кз фенантрону	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(а)антрацену	Кз Хрізену	Кз бензо(к)флуорантену	Кз бензо(а)пірену	Кз індено(1,2,3cd)пірену	Кз бензо(g,h,i)перілену
TW5	1,66	0,52	0,03	0,25	3,48	0,37	11,9	0,00	0,15	0,70	0,77	0,58	1,14
ShW UA1	0,88	0,62	0,15	0,28	1,98	0,33	4,44	0,19	0,22	0,23	0,68	0,55	0,85

Наведені данні за вмістом ПАВ у ДВ в свідчать про наступне:

- в районі TW5 Кз ОЗПП відповідав «задовільному» екологічному стану по фенантрону і бензо(g,h,i)перілену та «поганому» екологічному стану по флуорантену;

- в районі ShW UA1 Кз ОЗПП відповідав «доброму» екологічному стану, але зафіксовані підвищені концентрації фенантрону та флуорантену (Кз – «задовільно»).

Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення донних відкладів по районах у 2021 році демонструє рисунок.1.25.

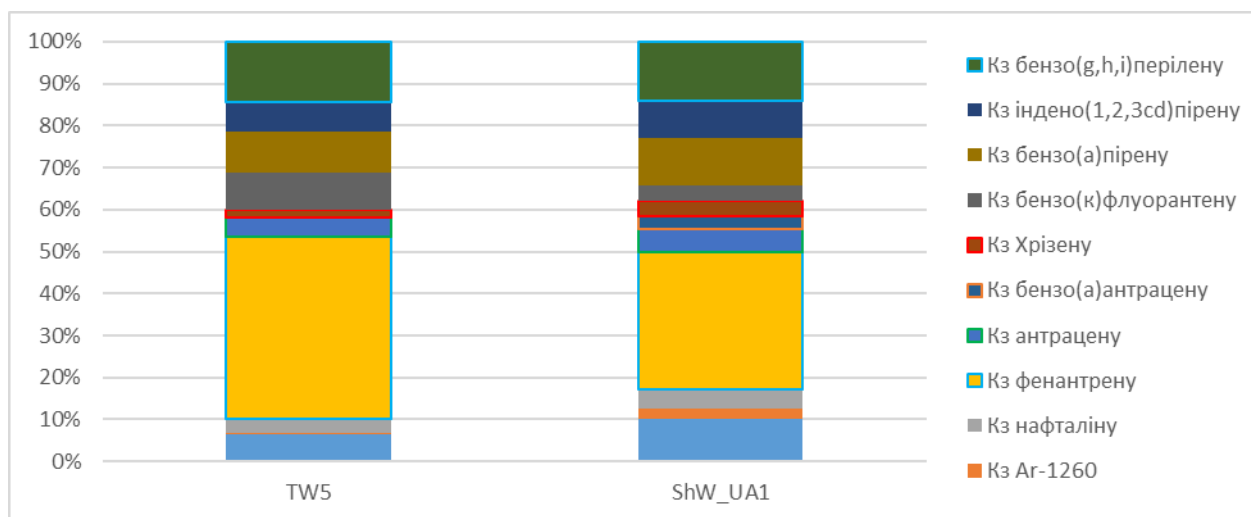


Рисунок 1.25 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення донних відкладів по районах у 2021 році.

Дослідженнями встановлено, що в ДВ переважають ЗР, які надходять від процесів горіння сировини та палива.

ДВ можна класифікувати на 3 категорії залежно від загального вмісту ПАВ:

- <250 мкг/кг – незначно забруднені.
- 250 - 500 мкг/кг - забруднені.
- >500 мкг/кг – сильно забруднені

Відповідно до вказаної класифікації ДВ водного масиву TW5 характеризуються як «дуже забруднені», ДВ в районі ShW_UA1 – як «забруднені».

1.4 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування

Впродовж 2021 року були проведені оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря за методами біотестування та біоіндикації з

використанням фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку тест-об'єктів та організмів-індикаторів різних систематичних рівнів і чутливостей.

Як відомо, на екологічний стан досліджених акваторій впливали як антропогенні чинники (рекреаційне навантаження, скиди господарсько-побутових, дренажних та санаторних стоків, проведення портових операцій, тощо), так і природні (температура та солоність водних мас, штормові явища та ряд інших), що позначилося на показниках розвитку застосованих тест-об'єктів (дорослих мідій та їхніх личинок) і організмів-моніторів (водоростей мікрофітобентосу), чутливість яких до якості морських вод зростала в ряду: дорослі мідії → водорості мікрофітобентосу → личинки мідій ранніх стадій розвитку.

Біотестування якості довкілля водних масивів дністровського та дніпро-бузького районів ПЗЧМ за фізіолого-морфологічними показниками дорослих мітілід, такими як стабільність мембран лізосом клітин гемолімфи до впливу модельного токсиканту (нейтрального червоного) (табл. 1.12) та інтенсивності процесів фільтрації і дихання мідій, а також за морфологічними показниками ембріогенезу личинок цих моллюсків (табл. 1.13) показали, що найкращі екологічні властивості для розвитку морських організмів, спостерігалися в районі мису Малий Фонтан, який відповідав протягом всього періоду екологічному класу «відмінний».

Таблиця 1.12 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ за показником стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій у 2020-2021 роках (хв)

Клас екологічного стану вод		Відмінний (high)		Добрий (good)		Задовільний (moderate)		Посередній (poor)		Поганий (bad)	
Місце відбору проб води	Кольоровий код	синій		зелений		жовтий		оранжевий		червоний	
	Лізосомальна стабільність, хв	$\geq 150 - \leq 180$		$\geq 120 - < 150$		$\geq 60,0 - < 120$		$\geq 30,0 - < 60,0$		$\geq 0,0 - < 30,0$	
	Роки Сезони	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Мис Малий Фонтан (CW5)	Літо	162	168								
	Осінь	171	171								
Одеський порт (CW6)	Літо		156								
	Осінь		150	129							
Пляж с. Коблеве (CW7)	Літо		156								
	Осінь		153								

Таблиця 1.13 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ за результатами біотестуванні якості їх вод на личинках мідій у 2020-2021 роках

Клас екологічного стану вод		Відмінний (high)		Добрий (good)		Задовільний (moderate)		Посередній (poor)		Поганий (bad)	
Місце відбору проб води	Кольоровий код	синій		зелений		жовтий		оранжевий		червоний	
	Нормальні личинки, %	$\geq 90,0 - \leq 100,0$		$\geq 50,0 - < 90,0$		$\geq 15,0 - < 50,0$		$\geq 5,0 - < 15,0$		$\geq 0,0 - < 5,0$	
	Роки Сезони	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пляж смт Затока (CW4)	Літо						40,8				
	Осінь			60,6			15,9				
Дача Ковалевського (CW5)	Літо						45,1				
	Осінь			67,2			24,3				
Пляж «Аркадія» (CW5)	Літо					52,7	49,2				
	Осінь			61,6					14,1		
Мис Малий Фонтан (CW5)	Літо				55,4	52,7					
	Осінь			65,2			30,4				
Прибережжя санаторію ім. Чкалова (CW5)	Літо				53,2	36,4			6,1		
	Осінь					18,0			11,2		
Пляж «Дельфін» (CW5)	Літо					44,0	46,8				
	Осінь			64,3			21,5				
Одеський порт (CW6)	Літо						46,6				
	Осінь			51,6			24,2				
Лузанівка II (CW6)	Літо						37,4				
	Осінь					48,5	18,3				
Лузанівка I (CW6)	Літо						37,1				
	Осінь					32,4	17,8				
Пляж с. Коблеве (CW7)	Літо						48,2				
	Осінь					22,5			13,9		
Пляж м. Южне (CW7)	Літо						23,3				
	Осінь					31,5			8,6		

У літній період року кількість нормально сформованих дуже чутливих тест-об'єктів значно перевищувала осінні показники морфогенезу личинок мідій – у 1,8-3,5 рази.

Біоіндикація якості морського довкілля виявила, що у мікрофітобентосі водних масивів ПЗЧМ з 8 відділів водоростей переважали діатомеї (73,5 % від загальної кількості знайдених видів), широко представлені були й ціанопрокаріоти (11,8 %) та дінофітові водорості (7,4 %).

Впродовж 2021 року були знайдені 15 видів потенційно токсичних мікрофітів, що в 1,7 рази вище, ніж торік. Це, здебільшого, представники планктону: ціанопрокаріоти *Aphanizomenon flosaquae*, *Microcystis aeruginosa* і *Microcystis sp.*, дінофітові водорості *Dinophysis sacculus*, *Lingulodinium polyedra*, види роду *Prorocentrum*. З'явилися діатомові *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens*, *P. seriata* і зелені водорості *Coelastrum microporum* та *D. communis*.

У літній та осінній сезони року поодинокі траплялися аномальні клітини діатомей, здебільшого в акваторії Одеського морського порту.

Влітку, порівняно з попереднім роком, суттєво зросли кількісні та систематичні показники розвитку донних мікрофітів. Знайдено 15-57 видів водоростей, чисельність яких становила 195,54-7 487,04 млн. кл./м², а біомаса варіювала від 22,85 до 15 094,32 мг/м². Восени зареєстровано від 21 до 69 видів мікроводоростей чисельністю 603,12-17 711,09 млн. кл./м², біомасою – 55,85-4 346,40 мг/м².

Впродовж 2021 року найбільш інтенсивний кількісний розвиток мікрофітобентосу (за біомасою) відмічено у прибережжі санаторію ім. Чкалова (CW5) за рахунок крупноклітинних діатомей *Melosira moniliformis* та *M. moniliformis* var. *subglobosa*, які є α -мезосапробами, тобто показниками значного органічного забруднення.

Як і торік, в угрупованнях мікрофітобентосу по відношенню до солоності води переважали мезо- та полігалофи, а стосовно органічного забруднення води

– β -мезосапроби (показники помірного органічного забруднення). Серед них найбільш масовими були діатомеї: *Achnanthes brevipes* і види роду *Diatoma*. З α -мезосапробів найбільш інтенсивно вегетувала, крім *M. moniliformis*, і *Tabularia fasciculata*. Переважна більшість ділянок моря належала до β - і α -мезосапробних класів (табл. 1.14), тобто мали «добрий» та «задовільний» екологічний стан.

Таблиця 1.14 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ за шкалою та рівнем сапробності по α -мезосапробах у мікрофітобентосі твердих субстратів у 2021 році

Клас екологічного стану вод		1	2	3	4	5
		Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Місце відбору проб	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Кількість α -мезосапробних видів, од.	0,0-1,0	2,0-4,0	5,0-7,0	8,0-10,0	$\geq 11,0$
	Рівень сапробності	Оліго-сапробний	β -мезо-сапробний	α -мезо-сапробний	Полі-сапробний	Гіпер-сапробний
Пляж смт Затока (бетон) (CW4)	Літо			5		
	Осінь		3			
Пляж смт Затока (граніт) (CW4)	Літо			6		
	Осінь			6		
Дача Ковалевського (бетон) (CW5)	Літо		2			
	Осінь			5		
Дача Ковалевського (граніт) (CW5)	Літо	1				
	Осінь				8	
Пляж «Аркадія» (бетон) (CW5)	Літо			5		
	Осінь			5		
Мис М. Фонтан (бетон) (CW5)	Літо	0				
	Осінь			5		
Мис М. Фонтан (мідії з пірсу) (CW5)	Літо		4			
	Осінь			7		
Прибережжя сан. ім. Чкалова (граніт)(CW5)	Літо		4			
	Осінь				9	
Пляж «Дельфін» (бетон) (CW5)	Літо		4			
	Осінь			7		
Пляж «Дельфін» (черепашник) (CW5)	Літо		3			
	Осінь		2			
Одеський порт (мідії з причалу) (CW6)	Літо			5		
	Осінь				8	
Одеський порт (донні мідії) (CW6)	Літо			7		
	Осінь		4			
Лузанівка І (бетон) (CW6)	Літо		4			
	Осінь		2			

Кінець таблиці

Пляж м. Южне (черепашиник) (CW7)	Літо		4			
	Осінь		4			
Пляж с.Коблеве (залізо) (CW7)	Літо			6		
	Осінь		2			

Акваторія, яка прилегла до берегозахисних споруд на місці Малий Фонтан, влітку належала до олігосапробних, тобто її екологічний стан був «відмінним».

Впродовж року вміст α -мезосапробів підвищився у більшості досліджених ділянок моря (від 1,6 до 8 разів), що свідчить про суттєве зростання евтрофікації водного довкілля. А найбільше це проявилось у прибережних водах, прилеглих до санаторію ім. Чкалова та Дачі Ковалевського (CW5) і в Одеському порту (CW6). Екологічний стан даних акваторій значно погіршився та став «посереднім».

Аналіз розподілу мікрофітобентосу на 5 видах твердих ґрунтів встановив, що найбільш інтенсивно донні сапробіонтні водорості заселяли гранітні субстрати в приурізівій зоні моря водного масиву CW5 (до 9 видів α -мезосапробів). Дуже щільно були заселені сапробіонтами стулки дорослих мідій – масових біологічних фільтраторів морських вод, як донних особин, так і тих, котрі здатні поселятися на різних видах вертикальних поверхонь, зокрема, на берегозахисних спорудах (кількість саме α -мезосапробів на них сягала 8 видів). Дещо менш заселеними мікрофітобентосом були бетонні та залізні субстрати. На них поселялося від 6 до 7 видів донних водоростей – індикаторів значного органічного забруднення. Найменше таких представників даної екологічної групи мікрофітів впродовж всього року спостерігалось на поверхні черепашинику (не більше 5 видів). Саме на двох природних субстратах (граніті та стулках мідій) інтенсивніше розвивалися α -мезосапроби.

Серед представників сапробіонтної групи мікрофітобентосу був виявлений тільки один вид, що є не тільки α -мезосапробом, а й потенційно токсичним представником діатомових водоростей, який продукує домоїкову

кислоту, здатну викликати у людини амнезійне молюскове отруєння. Цей представник потенційно токсичних водоростей – *Halamphora coffeaeformis* був у складі мікрофітів, що оселилися на поверхнях стулок мідій. Отож, чорноморські мідії – не тільки санітарний біогідрологічний фільтр моря, який слід цінувати і берегти, але і становить можливу загрозу здоров'ю людини, якщо вона споживатиме цих мітілід як їжу.

Окремо слід зазначити, що вперше за 20 років моніторингових досліджень стану чорноморського довкілля методом біотестування якості вод на личинках мідій вищенаведені у таблиці 1.13 середовища ділянок водних масивів у минулому році відповідали класу екологічного стану вод «добрий», а всі інші досліджені прибережні зони моря – класу «задовільний». Вважаємо, що перебування у 2020 році європейських країн дунайського басейну у тотальних карантинах, пов'язаних з пандемією коронавірусної хвороби (COVID-19), яке супроводжувалося повсюдними тимчасовими зупинками промислових виробництв, суттєво зменшило кількість скидів стоків та, тим самим, знизило токсичність вод р. Дунай і посприяло зростанню самоочисної здатності моря саме на акваторіях водних масивів CW4-CW6, що зазнають постійного впливу дунайських водних мас, які за інших умов є дуже антропогенно навантаженими

Попри це, осінній сезон 2021 року приніс погіршення якості прибережного водного довкілля ПЗЧМ для життєдіяльності гідробіонтів всіх систематичних рівнів, здебільшого, до стану «задовільний». А для третини досліджених акваторій – навіть до стану «посередній».

2 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ

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.

2.1 Стан планктонних угруповань Чорного моря

Фітопланктон. Протягом 2021 року у складі фітопланктону прибережних водних масивів одеського регіону було відмічено 169 видів і різновидів мікроводоростей, що відносяться до 11-ти систематичних відділів фітопланктону: Bacillariophyta (47 %), Dinophyta (18 %), Chlorophyta (12 %), Cyanophyta (11 %), Prymnesiophyceae (3 %), Chrysophyceae (3 %), Cryptophyceae (1 %), Euglenophyta (1 %), Dictyochophyceae (1 %), Choanoflagellata (1 %) і Flagellata (2 %) (рис. 2.1).

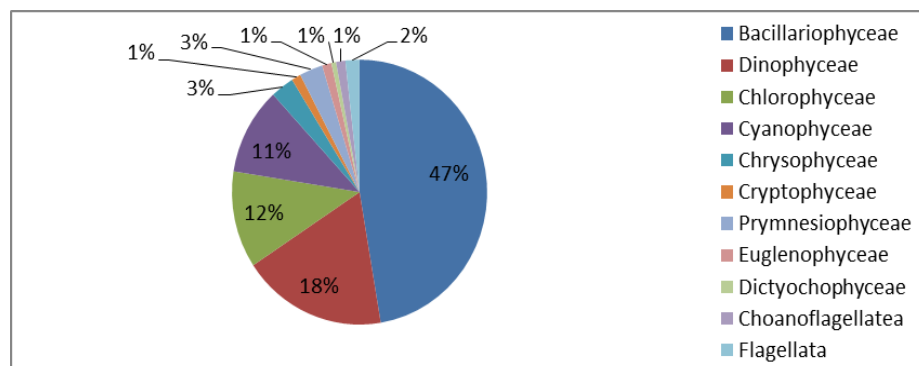


Рисунок 2.1 – Таксономічна характеристика фітопланктонного угруповання Одеської затоки у 2021 р.

Індекс видового різноманіття Шеннона пробах мікроводоростей за період дослідження змінювався у широкому діапазоні від 0,82 до 2,88 біт • екз.⁻¹. Річний хід зміни середньомісячних показників індексу можна побачити на рисунку 2.2.

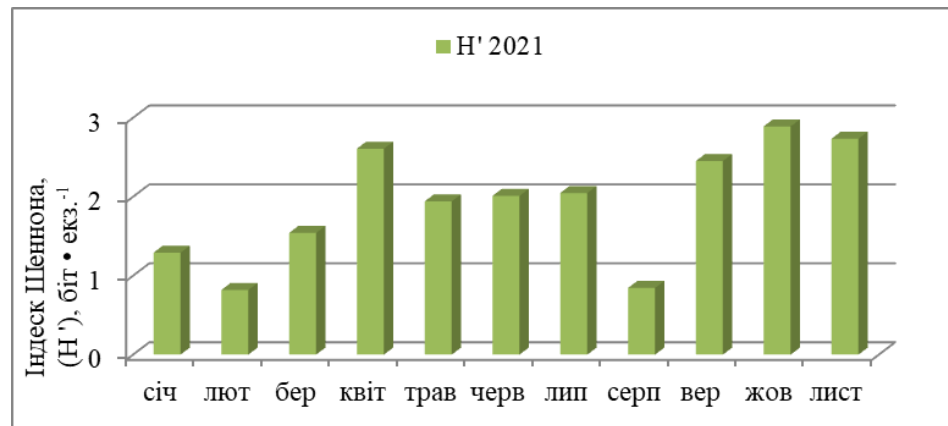


Рисунок 2.2. – Середньомісячні показники видового різноманіття одеського регіону за індексом Шеннона.

Протягом 2021 року прибережний фітопланктон був сформований переважно морським комплексом видів. Середні показники чисельності склали 243 тис. кл·л⁻¹, а біомаси – 230 мг·м⁻³, що зображено на рисунку 2.3.

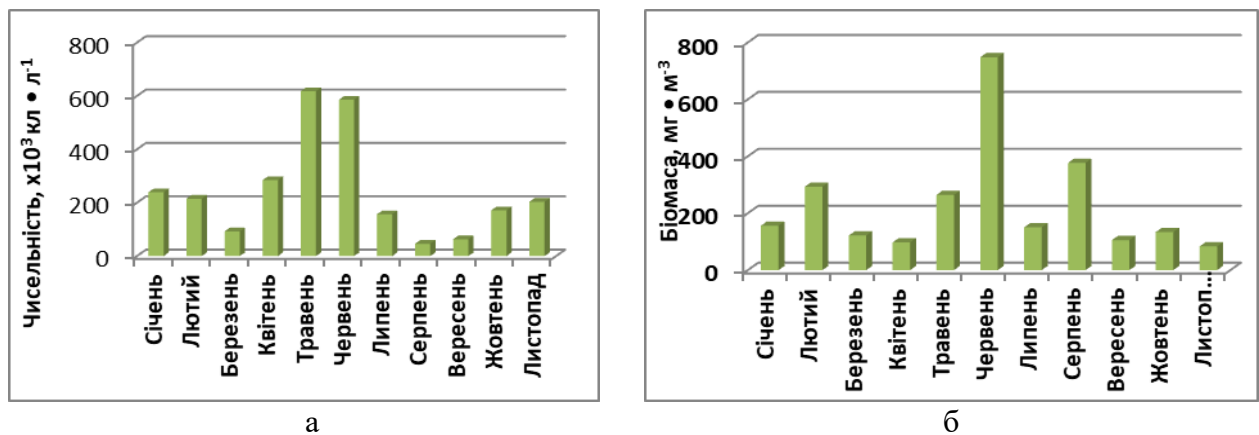


Рисунок 2.3 – Кількісні показники фітопланктону на станціях одеського регіону у 2021 році: а) чисельність; б) біомаса.

Кількісні показники фітопланктону у 2021 році були досить високими. Влітку чисельність коливалась від 69 до 751 тис. кл. $\cdot \text{л}^{-1}$, восени від 629 до 1629 тис. кл. $\cdot \text{л}^{-1}$. Біомаса коливалась від 235 до 3516 $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$ влітку та від 242 до 2648 $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$ восени. У прибережних морських масивах спостерігали, так званий, «зелений приплив», основним видом-збудником якого була ціанобактерія *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Bornet & Flahault (біомаса складала 753,04 $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$). Це прісноводний вид, що формує макроскопічні пучкоподібні колонії. Занесений в перелік токсичних видів ЮНЕСКО, він продукує нейротоксини (анатоксин та паралітичний токсин молюсків PSP). В одеському регіоні цей вид масово розвивався у 2010 та 2015 роках.

Оцінку стану якості водних масивів проводили відповідно до Морської Природоохоронної Стратегії України, яка схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р.

Влітку 2021 року за показниками біомаси фітопланктону якість води на більшості станцій можна було оцінити як «відмінна», за винятком станції «Лузанівка», де спостерігалось цвітіння води. В осінній період, якість води відповідала категорії «відмінна» тільки на половині станцій. На станціях «порт Одеса», «Аркадія» та «Затока» якість води оцінювалась як «середня», а на станціях «Лузанівка» та «порт Южний» як «погана». За показником індексу Менхінік, якість води оцінювалась як «добра» тільки влітку на станції «мис Малий Фонтан» (CW5).

Зоопланктон. Протягом 2021 р. було ідентифіковано 43 таксони рангу морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Це значно менше, ніж у попередні роки (61 та 63 таксони у 2019 та 2020 рр. відповідно). Основу розмаїття складали копепода (15 таксонів), різноманітним був меропланктон – 5 таксонів, кладоцери були представлені 3 таксонами, коловертки – 4 таксонами, найпростіші – 3 таксонами, желетілі – 4 таксонами. Інші організми були представлені 9 таксонами. Чисельним зоопланктон був тільки в теплу частину

року, коли температура води була вище за $+8^{\circ}\text{C}$. Протягом року спостерігалось два максимуми розвитку мезозoopланктону – весняний та осінній. Так, чисельність та біомаса в середньому за рік складала $2684 \text{ екз.} \cdot \text{м}^{-3}$ та $13,10 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ (рис. 2.4.).

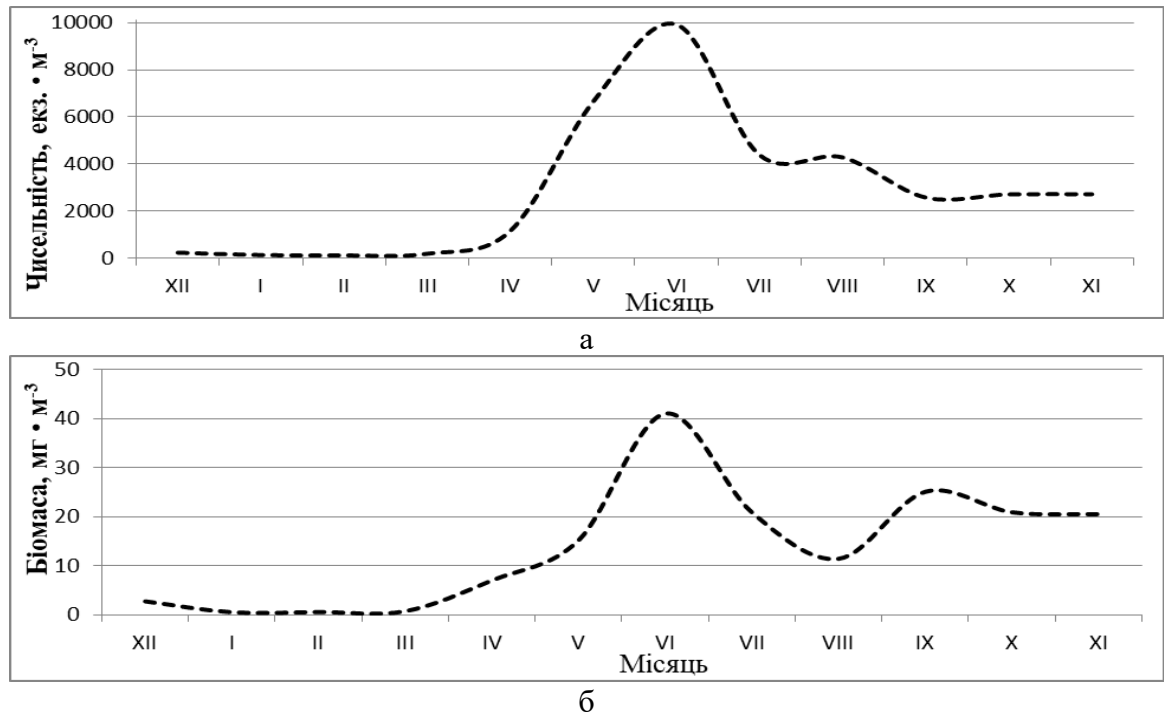


Рисунок 2.4. – Середні чисельність (а) та біомаса (б) мезозoopланктону в одеському регіоні у 2021 р.

За критеріями якості води по кількісним показникам зоопланктону екологічний стан морських масивів можна оцінити як «посередній». Як «відмінний» оцінено за показником частки *Noctiluca scintillans*. За часткою копепод - як «добрий». Загалом екологічний стан морських масивів можна охарактеризувати як «добрий».

В цілому, у 2021 році зберігалися низькі показники біомаси зоопланктону, що можливо є наслідком пригніченого стану угруповання.

2.2 Стан бентосних угруповань Чорного моря

Макрозообентос. Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють ракоподібні (Crustacea), молюски (Mollusca) і черви (Vermes). В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 до 10 м) протягом 2019-2021 рр. зареєстровано 23 таксони, що представлено на рисунку 2.5.

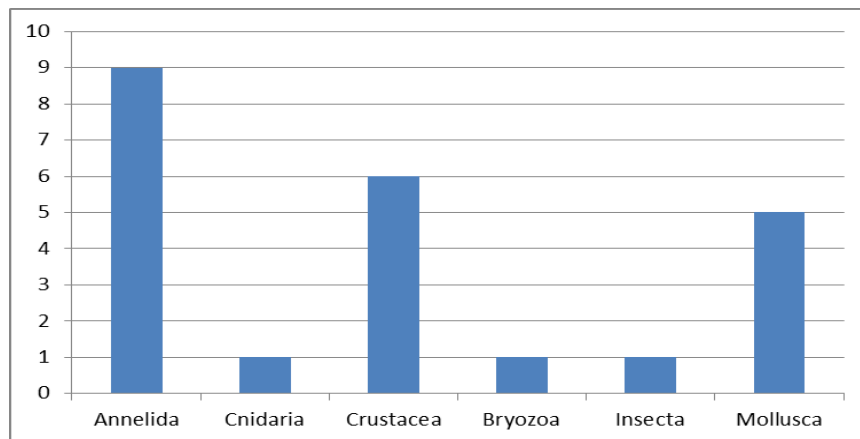


Рисунок 2.5. – Таксономічний склад макрозообентосу прибережних водних масивів Одеського регіону у 2021 р.

Індекс бетарізноманіття Уіттакера мав низьке значення – 3,07. Максимальної зустрічальністю володіли види: *Alitta succinea*, *Capitella capitata*, *Lentidium mediterraneum*, *Mytilus galloprovincialis*, *Spio filicornis*). Число видів на станцію варіювало від 2 до 9. Чисельність не перевищувала 2,7 тис. екз•м⁻², біомаса варіювала в широких межах від 2 до 500 г•м⁻². В досліджуваних прибережних водних масивах виявлено 6 угруповань макрозообентосу.

За кількісними характеристиками макрозообентосу «добрим» екологічним станом характеризувались лише 33 % досліджуваної площі бенталі прибережних водних масивів, а 67 % характеризувались як «недобрий»

екологічний стан. Значення інтегральних показників якості середовища AMBI та M-AMBI вказують, що у 2021 році вони були декілька нижчі, ніж у 2019-2020 рр. Проте через обмежену кількість спостережень говорити про погіршення стану якості водного середовища передчасно.

Макрофітобентос. У порівнянні з усім Чорним морем прибережні частини ПЗЧМ мають бідну флору. В результаті проведених досліджень макрофітобентосу прибережних частин дніпровського регіону, Одеської затоки та дністровського регіону у межах одеського регіону було виявлено 42 види: 40 бентосних водоростей та 2 види морських трав, що входять до 4 відділів: Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta та Tracheophyta. Таке незначне біорізноманіття пояснюється, перш за все, літнім та осіннім відбором проб і, як наслідок, відсутністю сезонно зимових та весняних видів.

В умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних акваторій у всіх досліджуваних районах переважали зелені водорості на різних станціях від 5 до 9 видів. На другому місті по чисельності видів знаходились червоні водорості з визначенням на станціях від 4 до 8 видів. Низьким біорізноманіттям характеризувались акваторії прибережних водних масивів біля порту «Південний» (CW7) та району дачі Ковалевського (CW5). На цих ділянках прибережних акваторій присутні були дрібні види-епіфіти, що свідчить про евтрофування вод цих районів.

За екологічними індексами $(S/W)_{3Dp}$, $S/W)_x$ більший відсоток прибережних акваторій відповідає якості екологічного стану «задовільний», а за показником SI_{ph} , який безпосередньо залежить від біомаси більший відсоток акваторій відповідає стану якості «добрий».

Важливим для оцінки екологічного стану є наявність чутливих і толерантних видів. Великі, багаторічні види з низьким значенням питомої поверхні є показниками досягнення ДЕС. Велика кількість, або значна біомаса дрібно розгалужених видів вказує на високий рівень евтрофікації та відповідно -

низькі категорії класів екологічного статусу. На прибережних ділянках відсоток чутливих видів макроводоростей таких як, *Punctaria latifolia*, *Lomentaria clavellousa*, *Chaetomorpha linum* та морських трав – *Zostera marina*, *Z.noltei*, був низьким й складав близько 11 %, що не відповідає ДЕС.

Восени на двох ділянках пляжу «Лузанівка» у штормових викидах була знайдена червона водорість *Chondria capillaris* з S/W_p $28,6 \pm 1,8 \text{ м}^2 \text{ кг}^{-1}$. Для Одеської затоки знайдений вид водорості є новим. Цей вид притаманний для фітоценозу *Cystoseira barbata* Тилігульського лиману. *Chondria capillaris* часто епіфітує на таломх харових водоростей в Тендро вській та Ягорлицькій затоках, в межах акваторії Національного природного парку «Джарилгацький» та на акваторії Малого філофорного поля в Каркінітській затоці.

Мікрофітобентос. В угрупованнях мікрофітобентосу твердих та пухких субстратів прибережних морських масивів було знайдено 158 видів водоростей – представників 8 відділів, серед яких діатомеї переважали і нараховували 106 видів. Домінували полі- та мезогалобні і β -мезосапробні види родів *Nitzschia*, *Navicula*, *Licmophora*, *Amphora* і *Halamphora*. Чисельність мікрофітів формували, в першу чергу, дрібноклітинні синьо-зелені водорості, а біомасу мікрофітів формували крупноклітинні діатомові, серед яких переважали *Achnanthes brevipes*, *Licmophora gracilis*, *Navicula pennata*. Найвищі систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу були притаманні найбільш евтрофікованим акваторіям, району пляжу санаторію ім. Чкалова (CW5) та пляжу «Коблево» (CW7). Поодинокі траплялися потенційно токсичні ціанопрокаріоти *Aphanizomenon flosaquae*, *Dolichospermum flosaquae* та динофітові водорості *Prorocentrum cordatum*, *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella acuminata*. В цілому, стан спільноти мікрофітобентосу влітку 2021 р. покращився, а восени, навпаки, дещо погіршився у порівнянні із 2020 роком.

3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АЗОВСЬКОГО 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 2-3 м); південний схил більш занурений. Глибина там досягає 11-12 м.

В порівнянні з іншими морями, Азовське море знаходиться під більш значним антропогенним впливом. Площа його водозбору в 14 разів перевищує площу моря, тоді як для Чорного моря лише в 4 рази. Питома вага ЗР, що надходять в Азовське море, в 40 разів більше ніж в Чорне море. Із стоком річок в Азовське море поступає близько 70 % від загального об'єму забруднення всіх джерел нафтових вуглеводнів (для порівняння, в Чорне море – 30 %), 70 % - фенолів, 60 % - БР.

Екосистема Азовського моря перебуває під впливом стоку річок Дон і Кубань та водообміну з Чорним морем.

Процес руйнування екосистеми Азовського моря протікав більш стрімко ніж інших морських екосистем внаслідок її більшої вразливості по відношенню до антропогенного фактору. Регіон характеризується наявністю різноманітних природних ресурсів: залізна руда, сировина для виробництва будівельних матеріалів, поварена сіль, мінеральні джерела, великі резерви земельних ресурсів західної частини Керченського півострову. Тут також розвинені: морський, залізничний і автомобільний транспорт, портове господарство, будівельна індустрія, сільськогосподарське виробництво на зрошуваних землях. Джерелом забруднення є стоки поверхневих вод, забруднення паливно-мастильними матеріалами, технічними рідинами, а також забруднення відходами. Вплив опосередкований – за рахунок роботи автотракторної техніки,

викидів ЗР в атмосферне повітря та ін. Промислове навантаження на навколишнє середовище в межах приморської смуги Азовського моря в цілому можна визначати як досить значне.

Екосистема Азовського моря чуйно і швидко реагує на зміну зовнішніх умов. Забруднення Азовського моря вже реальність. Його екологічні наслідки становлять величезний комплекс явищ, найбільш істотними з яких є: евтрофікація вод, накопичення токсичних хімічних речовин в різних компонентах екосистеми, включаючи рибу, мікробіологічне забруднення прибережних і шельфових вод.

Гідрохімічний режим і взагалі екологічний стан Азовського моря визначаються впливом трьох головних факторів: сезоном, гідрологічною ситуацією та антропогенним впливом. Стосовно впливу на хімічний склад морської води фактор антропогенного впливу є фактором прямої дії, а інші два фактори діють опосередковано. Суть впливу гідрологічної ситуації на гідрохімічні характеристики вод полягає у тому, що вона визначає умови масообміну у водному середовищі. Вплив сезонного фактору на хімічний склад морських вод реалізується через зміни інтенсивності процесів продукції-деструкції органічної речовини у зв'язку з сезонними змінами температури та сонячної радіації.

Просторова неоднорідність гідрологічних умов і різноманітність антропогенних впливів на стан морських вод обумовлюють досить складний характер просторового розподілу гідрохімічних характеристик вод Азовського моря, особливо, поверхневих вод, які у найбільшій мірі піддаються впливу природних і антропогенних факторів.

Аналіз багаторічних гідрохімічних досліджень у північно-західній частині Азовського моря дозволив представити умовно фонові концентрації основних гідрохімічних показників в цьому районі.

Основні статистичні характеристики концентрацій гідрохімічних показників в районі газового родовища, с. Стрілкове представлені у табл. 3.1 – 3.2.

Таблиця 3.1 – Статистичні характеристики концентрації гідрохімічних показників стану північно-західної частини Азовського моря в районі с. Стрілкове в шарі води від 0 м до 10 м (1994–2009 рр.)

Статистичний показник	Солоність (%)	Кисень (O ₂ , мг/дм ³)	Кисень, насиченість (%)	Водневий показник (од. рН)
Кількість спостережень	56	55	55	55
Середнє	10,9	9,6	99,7	8,36
Максимум	12,1	12,6	121,5	8,60*
Мінімум	9,3	7,6	82,2	8,14
Середньоквадратичне відхилення (СКВ)	0,8	1,6	5,2	0,13

* - жирний шрифт –перевищення ГДК.

Таблиця 3.2 – Статистичні характеристики концентрації гідрохімічних показників стану північно-західної частини Азовського моря в районі с. Стрілкове в шарі води від 0 м до 10 м (1994–2009 рр.)

Статистичний показник	Фосфати (PO ₄ , мкг/дм ³)	Фосфор загальний (Рзаг., мкг/дм ³)	Азот нітритний (NO ₂ , мкг/дм ³)	Азот нітратний (NO ₃ , мкг/дм ³)	Азот амонійний (NH ₄ , мкг/дм ³)	Азот загальний (Nзаг., мкг/дм ³)
Кількість спостережень	33	15	33	17	15	17
Середнє	13,5	87,9	1,8	8,9	36,2	1274
Максимальне	89	170,1	13,4	32,3	115	2290
Мінімальне	<5	27,4	<0,5	<5	<15	469
Середньо-квадратичне відхилення (СКВ)	17,8	53,7	2,8	8,2	26,2	574

За результатами довгострокових спостережень можна констатувати, що вміст основних гідрохімічних показників мав значні коливання, які пов'язані зі

змiнами сезонiв, iншими умовами, у тому числi антропогенними факторами. Про це свiдчать значнi iнтервали концентрацiй та високi значення СКВ практично для усiх iнгредiєнтiв. Найвищi цi показники характернi для загальних форм фосфору та азоту, фосфатiв i амонiйного азоту.

Максимальнi значення БР – розчинених мiнеральних сполук фосфору й азоту за довгостроковий перiод склали: фосфатiв – 89 мкг/дм³; нiтратiв – 32,3 мкг/дм³; нiтритiв – 13,4 мкг/дм³; амонiйного азоту – 115 мкг/дм³. Абсолютне значення розчиненого кисню досягало 12,6 мг/дм³, величини рН – 8,60 од. Лише для водневого показника максимальнi концентрацiї у перiод дослiджень перевищували рiвень ГДК.

Для вод Азовського моря у цiлому характерний нижчий рiвень концентрацiй мiнерального азоту, нiж для бiльшостi районiв ПЗЧМ. Проте, для окремих форм азоту картина децю складнiша, що пов'язано iз специфiкою iх походження i трансформацiї у морськiй водi. Найвищi концентрацiї амонiйного азоту у поверхневому шарi склали 31,4 мкг/дм³ та 26,8 мкг/дм³ (пiвнiчне узбережжя Керченського пiвострову та центральна частина Азовського моря), вiдповiдно.

У 2021 р. в поверхневих водах Азовського максимальнi концентрацiї хлорофiлу-а спостерiгались в Таганрозькiй затоцi, де середнє значення восени перевищує понад 40 мкг/дм³ (див. рис. 1.13).

Середня рiчна концентрацiя хлорофiлу-а в 2021 р. в мористих вiдкритих водах Азовського моря OWAz склала 3,22 мкг/дм³. Влiтку практично на всiй акваторiї Азовського моря концентрацiя хлорофiлу-а становила понад 5 мкг/дм³, а в районi Таганрозької затоки – вiд 10 мкг/дм³ до 20 мкг/дм³, а у верхiв'ї затоки досягала 40 мкг/дм³.

У прибережжi мiнiмальний середнiй рiчний вiмiст хлорофiлу-а в 2021 р. визначено в районi Арабатської коси в водному масивi CW26 (4,05 мкг/дм³), а

максимальне середнє річне значення $24,39 \text{ мкг/дм}^3$ відзначено в водному масиві CW32 в районі Кривої коси.

В цілому водні масиви Азовського моря за показниками вмісту хлорофілу-а не відповідають ДЕС. Однак за даними багаторічних середніх річних значень у всіх водних масивах української частини Азовського моря визначається тенденція до зменшення його середнього річного вмісту, за винятком водного масиву CW32, розташованого поблизу кордону з Російською Федерацією, де спостерігається навпаки тенденція до підвищення вмісту хлорофілу-а, (рис. 3.1).

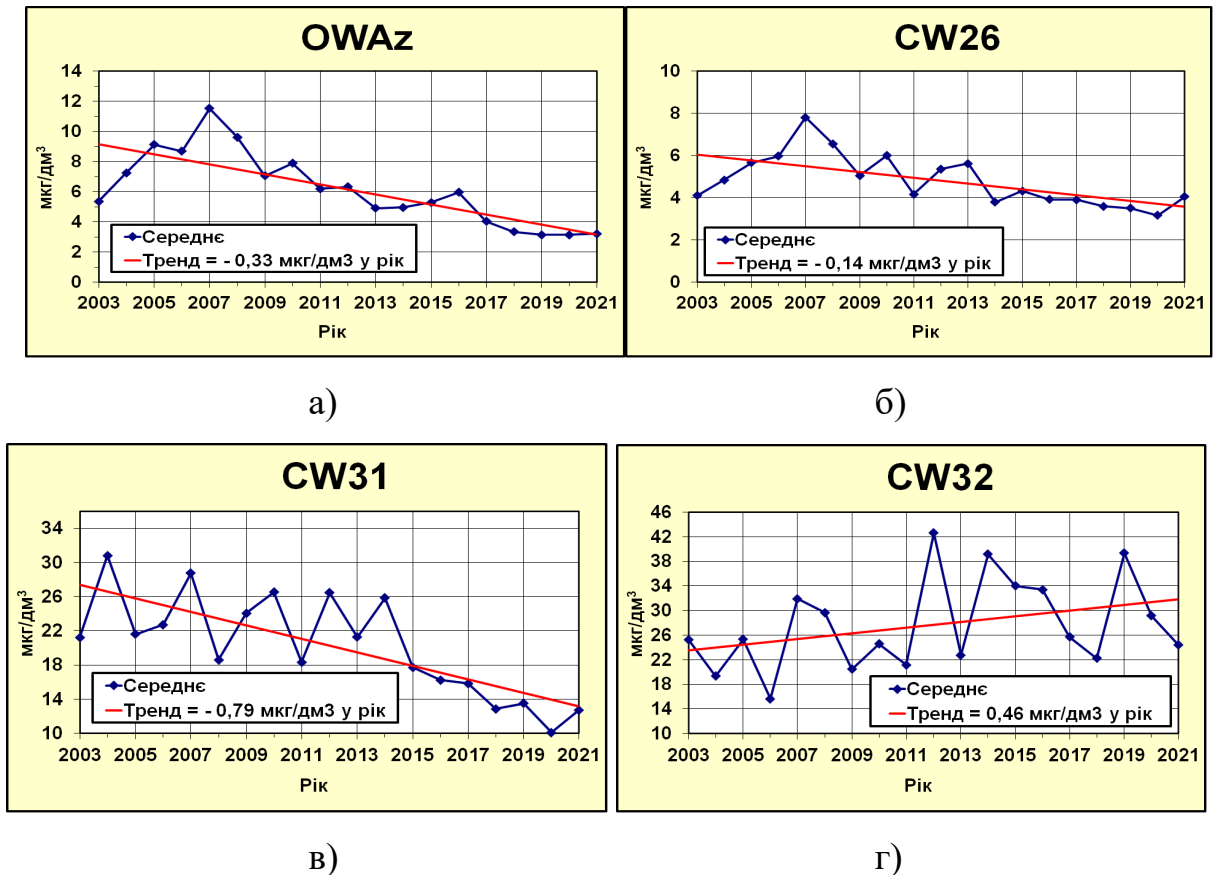


Рисунок 3.1 – Багаторічна мінливість середнього річного вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі водних масивів української частини Азовського моря: відкритої його ділянки OWAz (а) та прибережних масивів CW26 (б), CW31 (в), CW32 (г).

Заморні ситуації внаслідок евтрофікації виникають в Азовському морі практично щорічно і мають вкрай динамічні просторово-часові масштаби – від декількох до десятків кілометрів і від кількох годин до кількох діб. Замори простежуються головним чином в затоках північного узбережжя і в глибоководній частині моря.

З початку століття спостерігалось розширення їх локалізації, включаючи кримське узбережжя і Арабатську затоку. Розвиток заморних ситуацій найбільш часто проявляються в липні, який характеризується низькими швидкостями вітру відносно серпня, середньо вираженою стратифікацією вод і аномально низьким вмістом кисню в придонному шарі.

Заморні ситуації мають вкрай динамічні просторово-часові масштаби – від декількох до десятків кілометрів і від кількох годин до кількох діб. Замори простежуються головним чином в затоках північного узбережжя і в глибоководній частині Азовського моря.

Азовське море є зоною сприятливою для акумуляції самих різних ЗР. До того ж, дно цього басейну майже суцільно покрито мулами різного складу, що накопичують різноманітні ЗР. Морфометричні та гідрологічні особливості Азовського моря також сприяють накопиченню ЗР.

За даними екологічного моніторингу, який проводився УкрНЦЕМ з початку 90-х років минулого століття, в морському середовищі Азовського моря виявлені пріоритетні токсичні ЗР. Так, наприклад, за даними літературних джерел і результатів моніторингових досліджень УкрНЦЕМ за довгостроковий період виявлено, що НВ змінювалися у відкритій частині Азовського моря в широких межах: від 0,00 мг/дм³ до 0,45 мг/дм³, концентрації ліндану – від аналітичного нуля (<0,01) нг/дм³ до 9,70 нг/дм³, ДДЕ – від аналітичного нуля до 21,43 нг/дм³, ДДД - від 1,14 нг/дм³ до 19,49 нг/дм³, ПХБ – від 15,3 нг/дм³ до 24,8 нг/дм³ з локальними осередками максимальних концентрацій в районах Керченської протоки, берегових зонах, портових акваторіях.

3.1 Стан планктонних та бентосних зооугруповань Азовського моря

В зоопланктоні виявлені коловертки Rotifera (6 таксонів) та ракоподібні з ряду Hexanauplia (8 таксонів). Щільність зоопланктону складала $9\,812 \pm 7141$ екз. $\cdot$ м⁻³, відповідно середньорічна біомаса $1\,951 \pm 885$ мг $\cdot$ м⁻³. Сезонними домінантами в угрупованні планктонних організмів протягом травня-серпня були представники роду *Acartia* sp. (від 48 % до 92 % від загальної щільності зоопланктону), протягом жовтня-грудня представники роду *Oithona* sp. (від 46 % до 78 % від загальної щільності зоопланктону). Меропланктон був представлений личинками багатощетинкових червів Polychaeta, личинками м'якунів та наупліусами ракоподібних з ряду Sessilia. Середньорічна щільність меропланктону складала $7\,402 \pm 6\,114$ екз. $\cdot$ м⁻².

В макрозообентосі були визначені черевоногі м'якуни Gastropoda (20 таксонів), двостулкові м'якуни Bivalvia (19 таксонів), багатощетинкові черви Polychaeta (14 таксонів) а також ракоподібні з рядів Isopoda (4 таксони), Amphipoda (7 таксонів), Decapoda (2 таксони). Середньорічна біомаса макрозообентосу складала $2\,117 \pm 1\,086$ г $\cdot$ м⁻². Найвищі щільності були виявлені у двостулкових м'якунів *Abra segmentum* ($2\,089 \pm 475$ екз. $\cdot$ м⁻²) та *Parvicardium exiguum* ($1\,289 \pm 615$ екз. $\cdot$ м⁻²). Серед черевоногих м'якунів найщільніші скупчення утворював вид *Rissoa venusta* (802 ± 364 екз. $\cdot$ м⁻²).

В мейобентосі зареєстровано: Foraminifera (2 таксони), Oligochaeta (3 таксони), ракоподібних з рядів Harpacticoida (10 таксонів), Canuelloida (2 таксони), Cumacea (1 таксон) і Mysida (2 таксони) та круглі черви Nematoda. Середньорічна біомаса мейобентосу складала $528,79 \pm 332$ мг $\cdot$ м⁻². Найбільшу щільність утворювали пелофільні види з роду *Canuella* sp. (746 ± 351 екз. $\cdot$ м⁻²) та епібентосний вид *Limnocletodes behningi* (374 ± 122 екз. $\cdot$ м⁻²). Середньорічна щільність Nematoda становила $5\,928 \pm 3\,460$ екз. $\cdot$ м⁻².

Критерії ДЕС не розроблені для Азовського моря, але якщо порівнювати показники розвитку угруповань макрзообентосу, мейобентосу та зоопланктону до таких у минулі роки, то відмічено тенденцію до зменшення біорізноманіття та суттєвий приріст кількісних показників окремих видів. Це, в свою чергу, може вказувати на підвищений рівень трофності акваторії.

4 ПРИРОДНІ ТЕРИТОРІЇ ТА ОБ'ЄКТИ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ОСОБЛИВІЙ ОХОРОНІ

Відомо, що одним з найважливіших засад з охорони навколишнього середовища є створення природно-заповідного фонду. Особливо це стосується біорізноманіття, у тому числі морського.

Одним з головних напрямків екологічної політики України є розвиток природно-заповідного фонду (ПЗФ), який є національним надбанням, тому для нього встановлено особливий режим охорони, відтворення і використання. Україна розглядає ПЗФ, як складову частину світової системи природних територій та об'єктів, що перебувають під особливою охороною. Розвиток системи природоохоронних територій є важливою передумовою для забезпечення сталого розвитку країни.

4.1 Стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду

Державною стратегією регіонального розвитку, затвердженою Постановою КМУ від 06.08.2014 р. № 385, передбачено розширення площі ПЗФ до 15 % від загальної території країни. Цей показник є дуже важливим екологічним і соціальним індикатором, підвищення якого сприяє підтриманню екологічного балансу екосистем та екологічній стабільності територій. Так, Конвенцією про охорону біологічного різноманіття поставлено завдання створити до 2020 р. систему природоохоронних територій на площі 17 % суходолу та 10 % морських акваторій.

Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» для забезпечення сталого розвитку природно-ресурсного потенціалу України передбачено збільшення та розширення територій ПЗФ (зокрема заповідних зон у національних природних парках (НПП) та регіональних ландшафтних парках (РЛП), створення на суходолі, в акваторії Чорного та Азовського морів і забезпечення збереження і функціонування репрезентативної та ефективно керованої системи територій та об'єктів ПЗФ, у тому числі транскордонних та європейського і міжнародного значення.

Однією з передумов вступу нової країни до ЄС є адаптація національного законодавства до Директиви № 92/43/ЄС про збереження природного середовища існування (оселищ), дикої флори та фауни, зі змінами і доповненнями, внесеними Директивами №№ 97/62/ЄС, 2006/105/ЄС та Регламентом (ЄС) № 1882/2003. Основною метою Директиви № 92/43/ЄС є сприяння збереженню біорізноманіття шляхом збереження природних оселищ (біотопів) і видів природної флори та фауни, які мають важливе значення для суспільства на території держав-членів ЄС.

Двома основними базовими принципами Директиви є створення та функціонування мережі природоохоронних територій NATURA 2000 і сувора система охорони видів та активна система збереження видів.

За інформацією екологічних паспортів областей та кадастровими даними обліку в складі ПЗФ в Азово-Чорноморського регіона станом на 01.01.2021 р. знаходиться 1045 територій та об'єктів загальною площею 16 703 000 га, зокрема 402,5 тис. га в межах акваторії Чорного моря. Відношення фактичної площі ПЗФ до загальної площі регіонів («показник заповідності») становить в середньому 6,19 %, відсоток заповідності в Україні становить 6,77 %, в той час як європейські вимоги до відсотку заповідання становлять не менш, як 10 % від

загальної площі. Площа територій та об'єктів ПЗФ за областями регіону, а також відсоток ПЗФ від загальних площ областей наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Площа територій та об'єктів ПЗФ за областями регіону, а також відсоток ПЗФ від загальних площ областей

Область (адміністративно-територіальна одиниця)	Площа області, га	Фактична площа ПЗФ, га	%
Донецька область	2 651 700	99 996,692	3,77
Запорізька область	2 718 000	138 183,44	5,08
АР Крим	2 610 000	219 319,36	8,41
Миколаївська область	2 459 800	77 238,17	3,14
Одеська область	3 331 000	154 389,75	4,63
Херсонська область	2 846 100	318 695,14	11,20
Разом по Азово-Чорноморському регіону	16 703 000	1 034 063,572	6,19

Питома вага територій ПЗФ загальнодержавного та місцевого значення у відсотках від загальної площі областей наведені у табл 4.2.

Таблиця 4.2 – Питома вага територій ПЗФ загальнодержавного та місцевого значення у відсотках від загальної площі областей, %

Область (адміністративно-територіальна одиниця)	Площа територій ПЗФ загальнодержавного значення	Площа територій ПЗФ місцевого значення
Донецька область	2,62	1,78
Запорізька область	5,43	0,69
АР Крим	5,77	2,66
Миколаївська область	2,00	2,27
Одеська область	3,49	1,42
Херсонська область	11,99	0,99
м. Севастополь	29,73	0,64

У Державній стратегії регіонального розвитку на період до 2020 р., затвердженій Постановою КМУ від 06.08.2014 р. № 385, зазначено питому вагу площі ПЗФ (у відсотках від площі областей), яку планується досягти. У табл. 4.3 наведено порівнянні запланованих та фактичних індикативних показників у областях.

Таблиця 4.3 – Порівняння фактичних індикативних показників у областях з визначеними у Державній стратегії регіонального розвитку на період до 2020 р., %

Область(адміністративно-територіальна одиниця)	Стратегія	Фактично	Стратегія
	2019 р.		2020 р.
Донецька область	7,55	3,77	8,9
Запорізька область	10,15	5,07	12
АР Крим*		8,41	
Миколаївська область	7,44	3,14	8,9
Одеська область	8,93	4,63	10,4
Херсонська область	16,07	11,20	17,9
Вцілому по Україні	12,9	6,76	15

* - АР Крим анексована

У 2020 - 2021 рр. ПЗФ доповнився двома об'єктами. З метою збереження цінних природних ландшафтів та захисту водно-болотних угідь рішенням Херсонської обласної ради від 16 жовтня 2020 року № 1855 «Про створення об'єктів природно-заповідного фонду» у Херсонській області створено ландшафтний заказник місцевого значення «Карадай» та орнітологічний заказник місцевого значення «Острів Каланчак». Новоствореними заказниками

являються цінні природні комплекси у межах Каланчацької селищної територіальної громади Скадовського району площею 925,94 га та 1 730,0 га відповідно. Крім того, на 2021 рік заплановано розширення буферної (охоронної) зони навколо Солонхоозерної ділянки Чорноморського біосферного заповідника (723 га) та національного природного парку «Джарилгацький» (75 315 га) за рахунок приєднання 3-кілометрової зони уздовж південної частини о. Джарилгач частини та прибережна 500-метрова зона акваторії Джарилгацької затоки Чорного моря, навколо Каржинських островів Каржинських островів, коси Каржинської акваторії Джарилгацької затоки Чорного моря навколо, коси і Каржинських островів та їх 500-метрової прибережної зони.

У межах Азово-Чорноморського регіону установами ПЗФ загальнодержавного значення є:

1. Дунайський біосферний заповідник (51 547,9 га).
2. Чорноморський біосферний заповідник (106 513,8 га).
3. Кримський природний заповідник (44 175 га)*.
4. Ялтинський гірсько-лісовий природний заповідник (14 523,0 га)*.
5. Природний заповідник «Мис Март'ян» (240 га)*.
6. Карадазький природний заповідник (2 874,2 га)*.
7. Опукський природний заповідник (1 592,3 га)*.
8. Казантипський природний заповідник (450,1 га)*.
9. Азово-Сиваський НПП (52 154 га).
10. Нижньодністровський НПП (21 311,1 га).
11. НПП «Олешківські піски» (8 020,36 га).
12. НПП «Меотида» (20 720,9531 га).
13. НПП «Тузловські лимани» (27 865 га).
14. Приазовський НПП (78 126,92 га).
15. НПП «Джарилгацький» (10 000 га).

16. НПП «Чарівна гавань» (10 900 га)*.

17. НПП «Білобережжя Святослава» (35 232,15 га).

Більшість із зазначених об'єктів містить ділянки морських акваторій.

Існує також ряд РЛП, які фінансуються з обласних бюджетів: Тилігульські РЛП в Одеській та Миколаївській областях (13 954 га та 8 195,4 га відповідно), «Кінбурзька коса» (17 890,2 га), «Бакальська коса» (1 520 га)*, «Калинівський» (12 000 га)*, «Караларський» (8 806 га)*, «Тиха Бухта» (1 508 га)*, «Лисяча бухта Ечкі-Даг» (1 561 га)*, «Мис Такіль» (850 га)*, «Меотида» (14 351,9 га). Решта категорій територій та об'єктів ПЗФ, а саме такі їх категорії як заповідні урочища, заказники та пам'ятки природи, в яких не має окремого фінансування і функціонують (охороняються) за рахунок землекористувачів та землевласників, що негативно відбивається на їх стані.

Однак усі ці об'єкти ПЗФ в АЧБ досить віддалені один від одного і фактично не поєднані між собою перехідними територіями та еко-технологічними спорудами, тобто Прибережно-морський екологічний коридор національної екомережі, який формується на базі існуючих територій та об'єктів ПЗФ, досі не є цілісною структурою.

Резолюцією Всеукраїнської конференції «Євроінтеграція екологічної політики України», що відбулася в Одеському державному екологічному університеті 29-31 травня 2019 р., було підтримано пропозицію УкрНЦЕМ щодо створення першого в Україні морського НПП «Чорноморський північно-західний шельф», який об'єднає вже існуючі загальнодержавні заказники загальнозоологічний «Острів Зміїний» (232 га) та двох ботанічних «Мале філофорне поле» (38 500 га) і «Філофорне поле Зернова» (402 500 га). Карта-схема НПП «Чорноморський північно-західний шельф» надана на рис. 4.1.

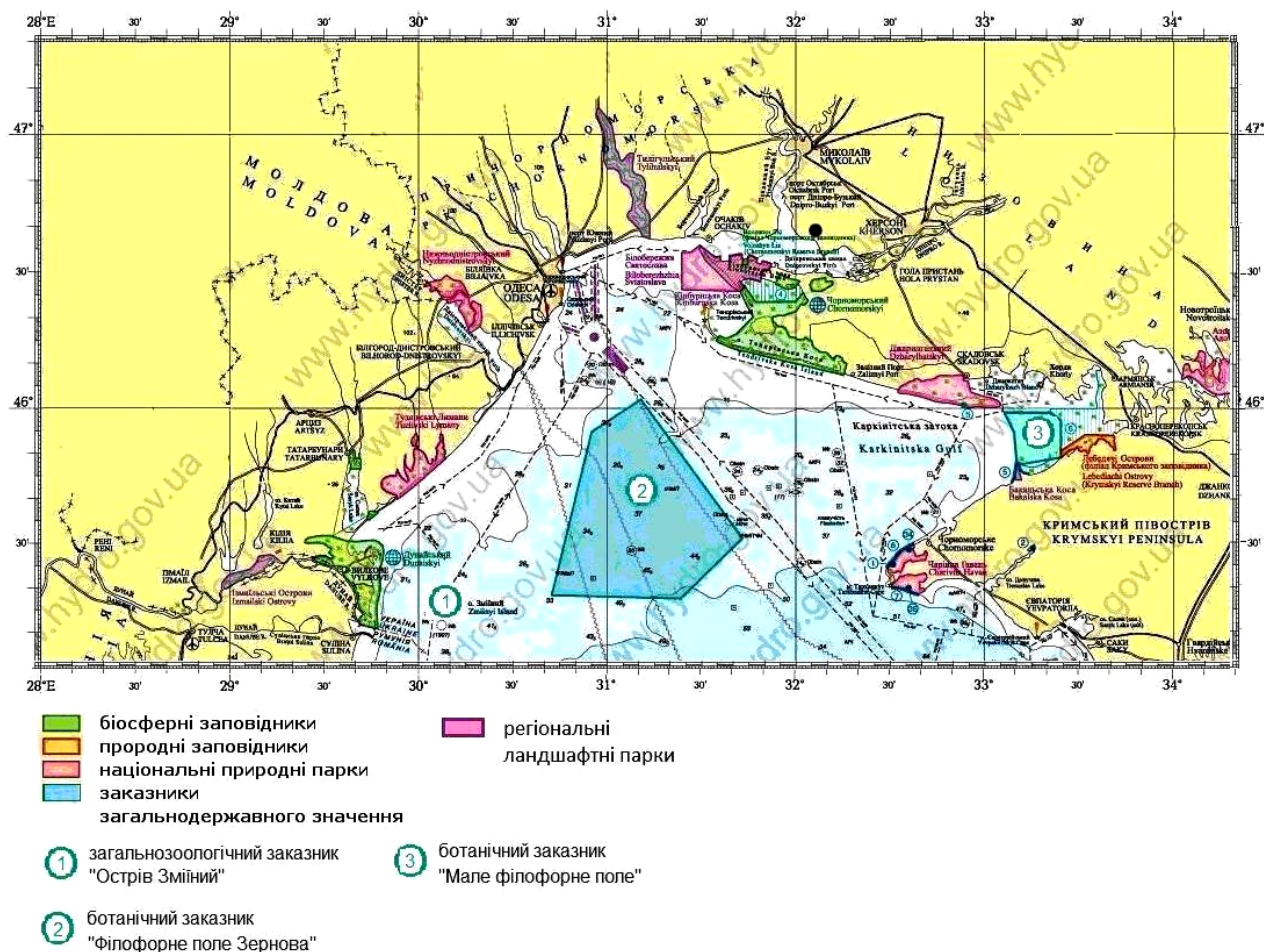


Рисунок 4.1 – Карта-схема розташування заказників, які пропонується включити до складу створюваного НПП «Чорноморський північно-західний шельф».

Створення НПП «Чорноморський північно-західний шельф» надасть змогу забезпечити дієву охорону та державний контроль за дотриманням природоохоронного законодавства, моніторинг стану, збереження, відтворення та стале використання (якщо використання є можливим і доцільним) унікальних природних комплексів о. Зміїний, Малого і Великого філофорних полів та прилеглої акваторії Чорного моря. Це забезпечить:

- наявність охорони та контролю за дотриманням природоохоронного режиму та застосування механізмів притягнення до відповідальності порушників режиму території ПЗФ;

- поліпшення стану збереження унікальних природних комплексів о. Зміїний, Малого та Великого філофорних полів: унікальних шельфових екосистем Чорного моря;
- підвищення інвестиційної привабливості та сприяння розвитку екотуризму;
- сталий розвиток територій (акваторії), раціонального та свідомого природокористування, посиленню еколого-просвітницької роботи з громадськістю;
- впровадження екологічно обґрунтованих видів природокористування на територіях та акваторіях з регульованим режимом, аквакультури тощо;
- організацію моніторингу шельфових ділянок, упорядкування збору та аналіз даних наукових досліджень, зокрема ведення “Літопису природи” тощо.

На території НПП з урахуванням природоохоронної, оздоровчої, наукової, рекреаційної, історико-культурної та інших цінностей природних комплексів та об'єктів, їх особливостей встановлюється диференційований режим щодо їх охорони, відтворення та використання згідно з функціональним зонуванням, яка більш підходить для НПП, розташованих на суходільних ділянках. Для морських національних парків, у світі використовують інше зонування, яке узгоджується з урахуванням видів можливого природокористування та включає не тільки рекреацію і туризм, але й рибальство, судноплавство та ін. В зв'язку з цим слід розглянути можливість доповнення ст. 21 Закону України «Про ПЗФ України» додатковими функціональними зонами, які можуть виділятися для морських НПП, зокрема зони відповідального рибальства, обмеженого судноплавства (без якорів та моторів) тощо.

5 ЗАХОДИ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

У 2019-2021 рр. науково-дослідними інститутами Національної академії наук, Міндовкілля, Міносвіти та інших відомств виконувався ряд науково-дослідних робіт у рамках бюджетних та госпдоговірних тематик, а також у рамках міжнародних програм і проєктів, спрямованих як на розроблення науково-інформаційного та науково-методичного забезпечення водоохоронної діяльності, так і на реалізацію технічних водоохоронних заходів.

Так, УкрНЦЕМ виконав комплекс науково-дослідних робіт за напрямками «Оцінка та діагноз стану морських екосистем», «Інформаційне забезпечення науково-технічних робіт в галузі морського природокористування», «Науково-методичне забезпечення екологічно збалансованого використання ресурсів шельфу та впровадження механізмів сталого розвитку прибережної зони морів України» та ін. До найважливіших результатів досліджень слід віднести:

а) оцінку сучасного стану екосистем Чорного та Азовського морів на акваторіях, що знаходяться під юрисдикцією України;

б) розроблення проєкту Програми екологічного моніторингу Чорного і Азовського морів, що спрямована на задоволення інформаційних потреб державної системи управління якістю морських вод, а також на забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України у сфері морського екологічного моніторингу та морських екологічних досліджень відповідно до Бухарестської конвенції (1992 р.) та Стратегічного плану дій для захисту та відтворення Чорного моря (Стамбул, 1996; Софія, 2009), а також з урахуванням вимог і рекомендацій директив ЄС, зокрема, Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС Європейського парламенту та Ради ЄС і Директиви 2008/56/ЄС Європейського Парламенту та Ради про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері

екологічної політики щодо морського середовища (Рамкова Директива морської стратегії);

в) розроблення методологічних основ визначення інтегрального показника екологічного стану морських вод у рамках теоретико-методологічного обґрунтування «доброго екологічного стану» морських вод України відповідно до Директиви 2008/56/ЄС.

У рамках грантової угоди «Інвентаризація, оцінка та зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України, Румунії, Республіки Молдова» в межах Сумісної операційної Програми «Румунія-Україна-Республіка Молдова 2007-2013» виконано комплексну оцінки екологічного стану ґрунтів в районах розташування складів отрутохімікатів та оцінку впливу головних берегових джерел забруднення на екологічний стан вод Нижнього Дунаю у межах Одеської області.

Загальна мета Проекту полягала у закладенні основи для транскордонного співробітництва в регіоні Нижній Дунай щодо виявлення суттєвих наземних джерел забруднення вод і ґрунтів, удосконалення їх моніторингу, обміну інформацією і розробки стратегії для зменшення та усунення наслідків впливу джерел забруднення на довкілля. Практичним результатом Проекту повинне бути будівництво та реконструкція очисних споруд м. Вилкове Одеської області, яке є одним з головних місць туризму у Нижньодунайському регіоні.

У зв'язку із завершенням основних робіт з реконструкції каналізаційних очисних споруд м. Вилкове Одеської області і пробним запуском очисних споруд, у листопаді 2017 р. проведені дослідження якості дунайських вод в зоні впливу скиду стічних вод м. Вилкове з метою оцінки екологічного ефекту роботи очисних споруд. Ці дослідження стали завершальним етапом наукового супроводу будівництва реконструкції каналізаційних очисних споруд міста Вилкове, що проводився УкрНЦЕМ в період 2014-2017 рр.

Звіт про наукові дослідження підготовлено до публікації у вигляді двох монографій: «Інвентаризація складів отрутохімікатів в українській частині регіону Нижній Дунай» і «Оцінка стану вод української ділянки Нижнього Дунаю».

У рамках проекту ЄС/ПРООН «Покращення екологічного моніторингу в Чорному морі (EMBLAS-II)» (термін виконання 2014–2017 рр.) проведено міжнародні (Грузія – Росія – Україна) експедиційні дослідження стану морських екосистем у прибережних водах країн-учасниць проекту та у центральній частині Чорного моря.

Загальна мета проекту полягає у сприянні поліпшенню охорони довкілля Чорного моря, доступності та якості моніторингових даних, здатності країн-партнерів здійснювати моніторинг морського середовища, зміцненню потенціалу й регіонального співробітництва в галузі моніторингу шляхом організації спільних експедиційних досліджень.

Для імплементації в Україні Рамкової Директиви ЄС про морську стратегію (2008/56/ЄС) необхідно вирішити низку завдань в межах розробки та реалізації Морської Стратегії України. До основних з них відносяться: первинна оцінка стану морського довкілля, яка включає, у тому числі, комплексну оцінку впливу природних та антропогенних факторів; розробку показників доброго стану Чорного моря; розбудову системи екологічного моніторингу; розробку та впровадження Програми заходів, направлених на досягнення ключових критеріїв стану морського довкілля. Всі завдання здійснюють відповідно до одинадцяти дескрипторів, які характеризують стан морського довкілля.

З метою розбудови системи морського екологічного моніторингу відповідно до національних інформаційних потреб та з урахуванням міжнародних зобов'язань, пропонується забезпечити:

- перегляд організаційно-структурної схеми інформаційного забезпечення з урахуванням європейської моделі звітності по екологічних питаннях та міжнародних зобов'язань України;
- створення державних реєстрів системи моніторингу;
- оптимізацію відомчих мереж спостережень або створення єдиної загальнодержавної мережі спостережень;
- розроблення та впровадження стандартів Європейського Союзу у сфері моніторингу;
- удосконалення системи державного морського екологічного моніторингу на усіх рівнях шляхом гармонізації її європейськими системами морського екологічного моніторингу.

Основними суб'єктами моніторингу факторів впливу на морське довкілля є: УкрНЦЕМ, структурні підрозділи Державної екологічної інспекції України, Гідрометцентр України.

Для створення діючої організаційно-структурної схеми інформаційного забезпечення з урахуванням європейської моделі звітності по екологічних питаннях та міжнародних зобов'язань України необхідно створити єдину базу даних, а відповідно і систему збору та обміну даними та інформацією.

Результати моніторингових досліджень складають основу для розробки природоохоронних заходів в басейні АЧБ на національному і міжнародному рівнях.

Дослідженнями встановлено, що сучасний екологічний стан морів України потребує спеціального охоронного режиму, який повинен забезпечувати в належній мірі захист морів від забруднення. Це дає підставу для постановки питання про надання Чорному морю, або окремим його районам (північно-західному, північному та північно-східному шельфу) статусу «особливо чутливого морського району» із введенням додаткових більш суворих мір запобігання забруднення морського середовища. Одним із

зроблених на теперішній час заходів має бути також імплементація Україною Рамкової Директиви ЄС про Морську Стратегію та Водної Рамкової Директиви ЄС.

ВИСНОВКИ

Якість морського середовища АЧБ змінюється під дією природних-кліматичних, фізико-географічних і антропогенних факторів, які в сукупності обумовлюють стан та функціонування морських екосистем у різних просторово-часових масштабах. Зміни клімату в більшій мірі проявляються як в підвищенні температури повітря, так і температури морської води, що значно проявляється на ПЗЧМ з 80-х років XX сторіччя.

2021 рік, з його середньорічною температурою близько 11,4°C, зайняв у списку найтепліших років двадцяте місце; мінімальна температура повітря 13,7 С відзначена 19.01.21, максимальна - 32,8 °C – 16.07.21. За річною кількістю суми опадів 693 мм, 2021 рік, займає третє місце в ряду їх найбільшої річної суми, поступаючись лише 2016 та 2010 рр. із сумами 753 та 709 мм, відповідно.

Основними екологічними проблемами, що виникли в АЧБ наприкінці XX століття, є евтрофікація шельфових вод, забруднення морського середовища токсичними речовинами, що призвело до значного забруднення морських вод, бурхливого розвитку евтрофікаційних процесів, широкомасштабних явищ гіпоксії, появи сірководневих зон, замулення місць існування донних біоценозів, втрати біологічних видів.

Евтрофікація – це процес, який обумовлений збагаченням води БР, що призводить до значного збільшення росту первинної продукції мікроводоростей і обумовлює «цвітіння» води – так звані «зелені і червоні приливи» (залежно від кольору фітопланктону). При інтенсивному розвитку водоростей, які відносяться до токсичних і умовно токсичних, їхнє «цвітіння» може призводити до загибелі риб та інших морських організмів і може загрожувати здоров'ю населення.

Антропогенні прибережні джерела сумісно з річковим стоком БР та сумісно з природними факторами обумовлюють формування гідрохімічного режиму вод, ступень їх трофності і значно впливають на стан морської екосистеми шельфу України.

Визначення доброго екологічного стану здійснюється на основі даних спостережень екологічного моніторингу морського середовища та його гідробіонтів за комплексом дескрипторів (індикаторів) відповідно до рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС (Official Journal of the European Union, 25.6.2008) та рішення Європейської комісії 2017/848/ЄС (Official Journal of the European Union, 18.05.2017) про встановлення критеріїв та методологічних стандартів.

Вміст розчиненого у воді кисню відноситься до первинних критеріїв оцінки стану евтрофікації, а його зміни є індикатором відношення інтенсивності первинної продукції органічної речовини і інтенсивності її біохімічного окислення.

У 2021 р. значення вмісту кисню в прибережних водах не були меншими гранично допустимої концентрації (ГДК - $6,0 \text{ мг/дм}^3$) для водойм рибогосподарського призначення, а за класами екологічного статусу (КЕС) прибережні водні масиви відповідали «доброму» статусу якості.

В поверхневих водах дунайського узмор'я середні значення концентрації кисню складали в травні $8,8 \text{ мг/дм}^3$ (92 % насичення), в жовтні $8,3 \text{ мг/дм}^3$ (85,6 % насичення). Несприятливі умови кисневого режиму спостерігались в північній частині району у зоні дампінгу, де вміст кисню був меншим за рівень ГДК – $5,4 \text{ мг/дм}^3$ (58 % насичення). В придонному шарі вод максимальні концентрації кисню $10,6 \text{ мг/дм}^3$ (113 % насичення) навесні спостерігались в прибережній зоні гирла «Бистре», а мінімальні – $3,6 \text{ мг/дм}^3$ (35 % насичення) – у південній зоні досліджень, де умови кисневого режиму були несприятливими.

Середні значення вмісту фосфору фосфатного в прибережних водах одеського регіону в період зйомок відповідали «задовільному» екологічному статусу якості. В районі впливу скидів вод із СБО «Південна» (водний масив CW5) статус відповідав «поганому». Максимальні концентрації фосфору фосфатного спостерігались в осінній та зимовий періоди (від 21,8 мкг/дм³ до 39,0 мкг/дм³) і відповідали переважно «посередньому» та «поганому» статусам.

Високі концентрації БР, як і в минулі роки, спостерігались в прибережних водах ПЗЧМ та узмор'я р. Дунай. На узмор'ї р. Дунай максимальні значення фосфору фосфатного як в поверхневому, так і в придонному шарах спостерігались в зоні гирла «Бистре» і з віддаленням від гирла вміст фосфатів значно зменшувався. При цьому в зоні впливу річкового стоку в загальному складі фосфору переважав вміст його мінеральної форми, а подальше від гирла – вміст органічної.

Біогенне навантаження стоку р. Дунай в більшій мірі визначається за вмістом азоту нітратного, середні значення концентрації якого в поверхневих водах складала 644 мкг/дм³ в травні і 404 мкг/дм³ - в жовтні 2021 р.

Таким чином, в більшості випадків за показниками вмісту БР води Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України у 2021 році не відповідали ДЕС.

В поверхневих водах Азовського і Чорного морів у 2021 році підвищений вміст хлорофілу-а в усі сезони відмічався на акваторії Азовського моря. В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а (більш 3 – 6 мкг/дм³), як і в минулі роки, спостерігалися на узмор'ї р. Дунай, в дніпро-бузькому, дністровському регіонах, а також в Каркінській затоці. В середньому за 2021 рік максимальна концентрація хлорофілу-а на північно-західному шельфі Чорного моря була визначена в дніпро-бузькому регіоні прибережного водного масиву CW7 і склала 13,97 мкг/дм³. В шельфових водах підвищений середній річний вміст хлорофілу-а був і в водному масиві ShW3 -

3,94 мкг/дм³. В інших водних масивах шельфу і відкритих районах Чорного моря в водних масивах OWW1 і OWC1 середня річна концентрація хлорофілу-а в поверхневому шарі не перевищувала 1,0 мкг/дм³.

За багаторічними даними (2003-2021 рр.) у водах більшості районів АЧБ відмічена тенденція до зниження вмісту хлорофілу-а при статистичній значимості 95%. Враховуючи наявність односпрямованої тенденції, можливо констатувати зменшення статусу трофічного рівня морських вод України. Однак в окремих імпактних районах за даними концентрації хлорофілу-а, водні масиви цих районів у 2021 р. ще не відповідали ДЕС.

Трофність прибережних вод одеського регіону у 2021 р., згідно категорій показника *TRIX*, в середньому по одеському району відповідала «середньому» та «дуже високому» рівню (до 6 од.), а середнє значення показника *TRIX* склало 5,1 од. За даними регулярного екологічного моніторингу прибережних вод одеського регіону за інтегральним показником *TRIX* визначено тренд (0,041 од. у рік) до зниження трофності вод.

Трофність вод дунайського узмор'я в травні і жовтні 2021 р., за показником *TRIX*, відповідала переважно «дуже високому» і «високому» рівню.

Негативними наслідками процесу евтрофікації вод є: «цвітіння води», зменшення її прозорості, формування у теплий період року у придонному шарі вод зон гіпоксії і аноксії. Це призводить до гибелі придонного біоценозу, формуванню вторинного замулення донних відкладів (реседиментації) і далі – некрозон. Оцінка процесів сучасної реседиментації на шельфі Чорного моря показала, що підвищена потужність замулення донних відкладів (до 10 см) відмічалась в районах впливу річок, а також в районі впливу скидів зі станції біологічного очищення «Південна», де вторинне замулення досягало 15 см.

У морському середовищі АЧБ також виявлені токсичні ЗР: поліциклічні ароматичні вуглеводні, хлоровані вуглеводні, токсичні метали 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. Для оцінки рівня забруднення використовувалася методика оцінки за допомогою коефіцієнта забруднення (Кз).

Статус прибережних водних масивів, в яких проводились спостереження ТМ у 2021 році, відповідав «відмінному» і «доброму» екологічному стану, але в водному масиві CW4 в поверхневому шарі зафіксовані підвищені концентрації Cd, що відповідає «задовільному» екологічному стану.

Стан морської води за Кз органічними забруднювачами сільськогосподарського походження варіював від «задовільного» до «дуже поганого». За показником Кз гептахлору в поверхневому і придонному шарі води стан всіх прибережних водних масивів відповідав «поганому».

Оцінка екологічного стану морської води в прибережних водних масивах за коефіцієнтом забруднення Кз органічними забруднювачами промислового походження показала, що як в поверхневому, так і в придонному шарах води їхній стан відповідав «поганому». Найбільший вплив на екологічний стан надали концентрації індивідуальних ПХБ 101, 118, 153, а також ПХБ 180 (Кз значно перевищує пороговий рівень «поганого» екологічного стану).

Рівень забруднення донних відкладів токсичними металами по всіх районах у 2021 році відповідав «доброму» екологічному стану, але концентрації нікелю в районі TW5 були підвищені та відповідали стану «поганий».

Донні відклади TW5 за Кз ОЗСП відповідали «поганому» екологічному стану, а саме: Кз Σ ДДТ та Σ НСН відповідали «поганому» екологічному стану; Кз β -НСН та ліндану відповідали «дуже поганому» екологічному стану; і лише Кз гексахлорбензолу, гептахлору, алдріну та ділдрину відповідали «задовільному» екологічному стану. В районі ShW-UA1 Кз ОЗСП відповідали «дуже поганому» екологічному стану. Зафіксовано також високий рівень

забруднення Σ ДДТ та ліндану, який відповідав «дуже поганому» екологічному стану.

Донні відклади в районі TW5 Кз ОЗПП відповідали «задовільному» екологічному стану по фенантреноу і бензо(g,h,i)перілену та «поганому» екологічному стану по флуорантену. В районі ShW-UA1 Кз ОЗПП в донних відкладах зафіксоване підвищені концентрації фенантреноу та флуорантену (Кз – «задовільно»). В цілому, у 2021 році донні відклади водного масиву TW5 характеризувалися як «дуже забруднені», в районі ShW-UA1 – як «забруднені».

Оцінка стану довкілля методами біотестування та біоіндикації показала, показали, що осінній сезон 2021 року приніс погіршення якості прибережного водного довкілля ПЗЧМ для життєдіяльності гідробіонтів всіх систематичних рівнів, здебільшого, до стану «задовільний». А для третини досліджених акваторій – навіть до стану «посередній». Найкращі екологічні властивості для розвитку морських організмів спостерігалися в районі «мису Малий Фонтан», який відповідав протягом всього 2021 року екологічному класу «відмінний».

Впродовж року у прибережних водах були знайдені 15 видів потенційно токсичних мікрофітів, що в 1,7 рази більше, ніж торік. Це, здебільшого, представники планктону: ціанопрокаріоти *Aphanizomenon flosaquae*, *Microcystis aeruginosa* і *Microcystis* sp., дінофітові водорості *Dinophysis sacculus*, *Lingulodinium polyedra*, види роду *Prorocentrum*.

Серед представників сапробіонтної групи мікрофітобентосу був виявлений тільки один вид, що є не тільки α -мезосапробом, а й потенційно токсичним представником діатомових водоростей, який продукує домоїкову кислоту, здатну викликати у людини амнезійне молюскове отруєння. Найвищі систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу були притаманні найбільш евтрофікованим акваторіям, району пляжу «сан. ім. Чкалова» (CW5) та пляжу «Коблево» (CW7). Поодинокі траплялися потенційно токсичні ціанопрокаріоти *Aphanizomenon flosaquae*, *Dolichospermum flosaquae* та

динофітові водорості *Prorocentrum cordatum*, *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella acuminata*. В цілому, стан спільноти мікрофітобентосу влітку 2021 р. покращився, а восени, навпаки, дещо погіршився у порівнянні із 2020 роком.

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

Протягом 2021 року у складі фітопланктону прибережних водних масивів одеського регіону було відмічено 169 видів і різновидів мікроводоростей, що відносяться до 11-ти систематичних відділів фітопланктону. Індекс видового різноманіття Шеннона пробах мікроводоростей за період дослідження змінювався у широкому діапазоні від 0,82 до 2,88 біт $\cdot$ екз.⁻¹. Біомаса коливалась від 235 до 3516 мг $\cdot$ м⁻³ влітку та від 242 до 2648 мг $\cdot$ м⁻³ восени. У прибережних водах спостерігали, так званий, «зелений приплив», основним видом-збудником якого була ціанобактерія *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Bornet & Flahault (біомаса склала 753,04 мг $\cdot$ м⁻³). Це прісноводний вид продукує нейротоксини (анатоксин та паралітичний токсин молюсків PSP) і занесений в перелік токсичних видів ЮНЕСКО.

У складі зоопланктону протягом 2021 р. було ідентифіковано 43 таксони рангу морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Це значно менше, ніж у попередні роки (61 та 63 таксони у 2019 та 2020 рр. відповідно). Основу розмаїття складали копеподи (15 таксонів). Протягом року спостерігалось два максимуми розвитку мезозоопланктону – весняний та осінній. Чисельність та біомаса в середньому за рік складали 2684 екз. $\cdot$ м⁻³ та 13,10 мг $\cdot$ м⁻³. В цілому, у 2021 році зберігалися низькі показники біомаси зоопланктону, що можливо є наслідком пригніченого стану угруповання.

В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 до 10 м) протягом 2019-2021 рр. зареєстровано 23 таксони.

В угрупованнях мікрофітобентосу твердих та пухких субстратів прибережних морських масивів було знайдено 158 видів водоростей – представників 8 відділів, серед яких діатомеї переважали і нараховували 106 видів. Домінували полі- та мезогалобні і β -мезосапробні види родів *Nitzschia*, *Navicula*, *Licmophora*, *Amphora* і *Halamphora*.

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. За довгостроковий період спостережень максимальні значення БР склали: фосфатів – 89 мкг/дм³; нітратів – 32,3 мкг/дм³; нітритів – 13,4 мкг/дм³; амонійного азоту – 115 мкг/дм³. Абсолютне значення розчиненого кисню досягало 12,6 мг/дм³, величини рН – 8,60 од. Виявлено достатньо високий рівень забруднення морського середовища у північно-західній частині Азовського моря. Повсюдно знайдені ПАВ ДДТ, екстремально високі концентрації знайдено для гексахлорбензолу – до 250,0 нг/дм³.

Води Азовського моря за показниками вмісту хлорофілу-а не відповідають ДЕС. Однак за даними багаторічних середніх річних значень у всіх водних масивах української частини Азовського моря визначається тенденція до зменшення його середнього річного вмісту, за винятком водного масиву CW32, розташованого поблизу кордону з рф, де спостерігається навпаки тенденція до підвищення вмісту хлорофілу-а.

Результати моніторингових досліджень складуть основу для розробки природоохоронних заходів в басейні АЧБ на національному і міжнародному рівнях. Встановлено, що сучасний екологічний стан морів України потребує спеціального охоронного режиму, який повинен забезпечувати в належній мірі захист морів від забруднення. Це дає підставу для постановки питання про надання Чорному морю, або окремим його районам (північно-західному, північному та північно-східному шельфу) статусу «особливо чутливого

морського району» із введенням додаткових більш суворих мір запобігання забруднення морського середовища. Одним із зобов'язань на теперішній час заходів має бути також імплементація Україною Рамкової Директиви ЄС про Морську Стратегію та Водної Рамкової Директиви ЄС.

Одним з найважливіших засад з охорони навколишнього середовища є створення природно-заповідного фонду. Особливо це стосується біорізноманіття, у тому числі морського. В складі ПЗФ в Азово-Чорноморського регіону станом на 01.01.2020 р. знаходиться 1 045 територій та об'єктів загальною площею 16 703 000 га, зокрема 402,5 тис. га в межах акваторії Чорного моря. Відношення фактичної площі ПЗФ до загальної площі регіонів («показник заповідності») становить в середньому 6,19 %, відсоток заповідності в Україні становить 6,77 %, в той час як європейські вимоги до відсотку заповідання становлять не менш, як 10 % від загальної площі. Створення НПП «Чорноморський північно-західний шельф» надасть змогу забезпечити дієву охорону та державний контроль за дотриманням природоохоронного законодавства, моніторинг стану, збереження, відтворення та стале використання (якщо використання є можливим і доцільним) унікальних природних комплексів о. Зміїний, Мале і Великого філофорних полів та прилеглої акваторії Чорного моря.