

УДК 504.06(1/9); 504.06(100), 502.3

КП 87.51

№ держреєстрації 0119U13495

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,

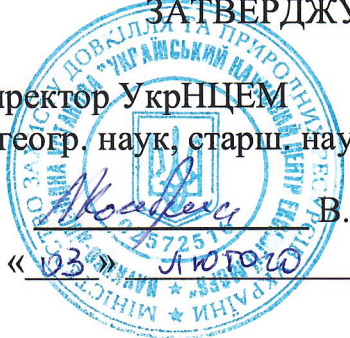
факс: (0482) 63 73 22

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор УкрНЦЕМ

к. геогр. наук, старш. наук. співроб.


В. М. Коморін
« 03 » лютого 2022 р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛІВ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ДОПОВІДІ УКРАЇНИ:
ОЦІНКА СТАНУ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ
у 2020 РОЦІ

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



І. Г. Орлова

2021

Рукопис закінчено 27 грудня 2021 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою радою УкрНЦЕМ, протокол
від 03 лютого 2022 р. № 1

СПИСОК АВТОРІВ

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


(підпис)
« 27 » грудня 2021

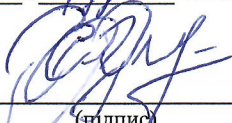
І. Г. Орлова
(вступ; розділ 1.2; 3,
висновки, загальна
редакція)

Відповідальний виконавець,
начальник МІАЦ, канд. геогр. наук


(підпис)
« 27 » грудня 2021

В. В. Український
(розділ 1.2)

Виконавці:
Заст. директора з науки, д. геогр. наук,
доцент


(підпис)
« 27 » грудня 2021

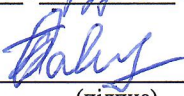
Е.М. Серга
(редагування
розділу 3)

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


(підпис)
« 27 » грудня 2021

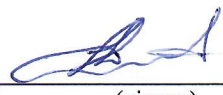
С. П. Ковалишина
(розділ 2)

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


(підпис)
« 27 » грудня 2021

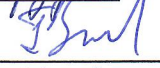
М. Ю. Павленко
(розділ 5)

Начальник відділу аналітичних
досліджень та організації моніторингу


(підпис)
« 27 » грудня 2021

Ю.М. Деньга
(розділ 1.3)

Завідувач сектору геоекологічних
досліджень і організації моніторингу


(підпис)
« 27 » грудня 2021

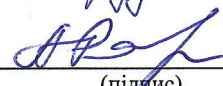
Г.Г. Золотар'ов
(розділ 1.2.1)

Завідувач сектору біологічних методів
оцінки якості морських вод


(підпис)
« 27 » грудня 2021

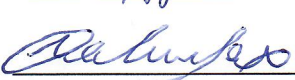
Л. Л. Красота
(розділ 1.4)

Наук. співроб. сектору біологічних
методів оцінки якості морських вод


(підпис)
« 27 » грудня 2021

О. В. Рачинська
(розділ 1.4)

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


(підпис)
« 27 » грудня 2021

Л. В. Савіних –
Пальцева
(розділ 4)

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

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: стор. – 98, рис. 39; табл. 13.

ЧОРНЕ, АЗОВСЬКЕ МОРЯ, 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 2020 р., тенденції його змін.

Метод дослідження - статистичний аналіз експедиційних спостережень, картографічний аналіз даних супутникових зйомок.

На підставі історичного і сучасного масиву даних гідрофізичних, гідрохімічних та гідробіологічних спостережень, супутникових даних та літературних джерел проведена оцінка стану екосистем Чорного і Азовського морів у 2020 р. Розглянуто сучасний стан евтрофікації шельфових вод та пов'язаних з нею екологічно небезпечних явищ (гіпоксії та замулювання донних відкладів). Дана оцінка забрудненості токсичними хімічними сполуками (нафтовими і хлорованими вуглеводнями, важкими металами) морського середовища. Представлена оцінка стану гідробіонтів (фіто- та зоопланктону, мейо- та макрзообентосу), а також оцінка екологічного стану окремих районів Азово-Чорноморського басейну методами біоіндикації і біотестування. Встановлено тенденції змін екологічного стану морських екосистем за останні роки. Надана інформація про стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду у Чорному і Азовському морях, а також про заходи щодо покращення екологічного АЧБ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЧОРНОГО МОРЯ.....	7
1.1 Мінливість метеорологічного та гідрологічного режиму.....	10
1.2 Гідрохімічні характеристики та стан евтрофованості вод.....	13
1.2.1 Негативні наслідки евтрофікації.....	35
1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами.....	37
1.4 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування.....	53
2 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ.....	57
2.1 Стан планктонних угруповань Чорного моря.....	57
2.2 Стан бентосних угруповань Чорного моря.....	64
3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АЗОВСЬКОГО МОРЯ.....	71
3.1 Стан планктонних та бентосних зооугруповань Азовського моря.....	76
4 ПРИРОДНІ ТЕРИТОРІЇ ТА ОБ'ЄКТИ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ОСОБЛИВІЙ ОХОРОНІ.....	78
4.1 Стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду.....	78
5 ЗАХОДИ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	87
ВИСНОВКИ.....	92

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

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

BEAST – методика оцінки рівня евтрофікації

EQR – показник якості і трофності вод

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

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, який витіснений сірководнем. У сірководневому середовищі живуть тільки анаеробні бактерії. 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.

Антропогенні фактори обумовлюються впливом людини на природу і відносяться до факторів прямого впливу на організми та популяції в екологічній системі і непрямого впливу, тобто на середовище існування різних видів

організмів. Антропогенний (техногенний) вплив на морське середовище, згідно з визначенням групи експертів ООН (GESAMP, 2001), являє собою «сукупне 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, об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ) та надані 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) 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, злизові і дренажні стоки, змив добрив і пестицидів з полів, атмосферні опади, судноплавство, діяльність портів, гідротехнічне будівництво, днопоглиблення і демпінг ґрунтів, абразійне руйнування берегів, 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 на стан морських вод в межах зазначеної акваторії. Цей вплив проявляється у збагаченні морських вод органічними та мінеральними речовинами, у тому числі біогенними елементами (БЕ) та токсичними забруднюючими речовинами (ЗР).

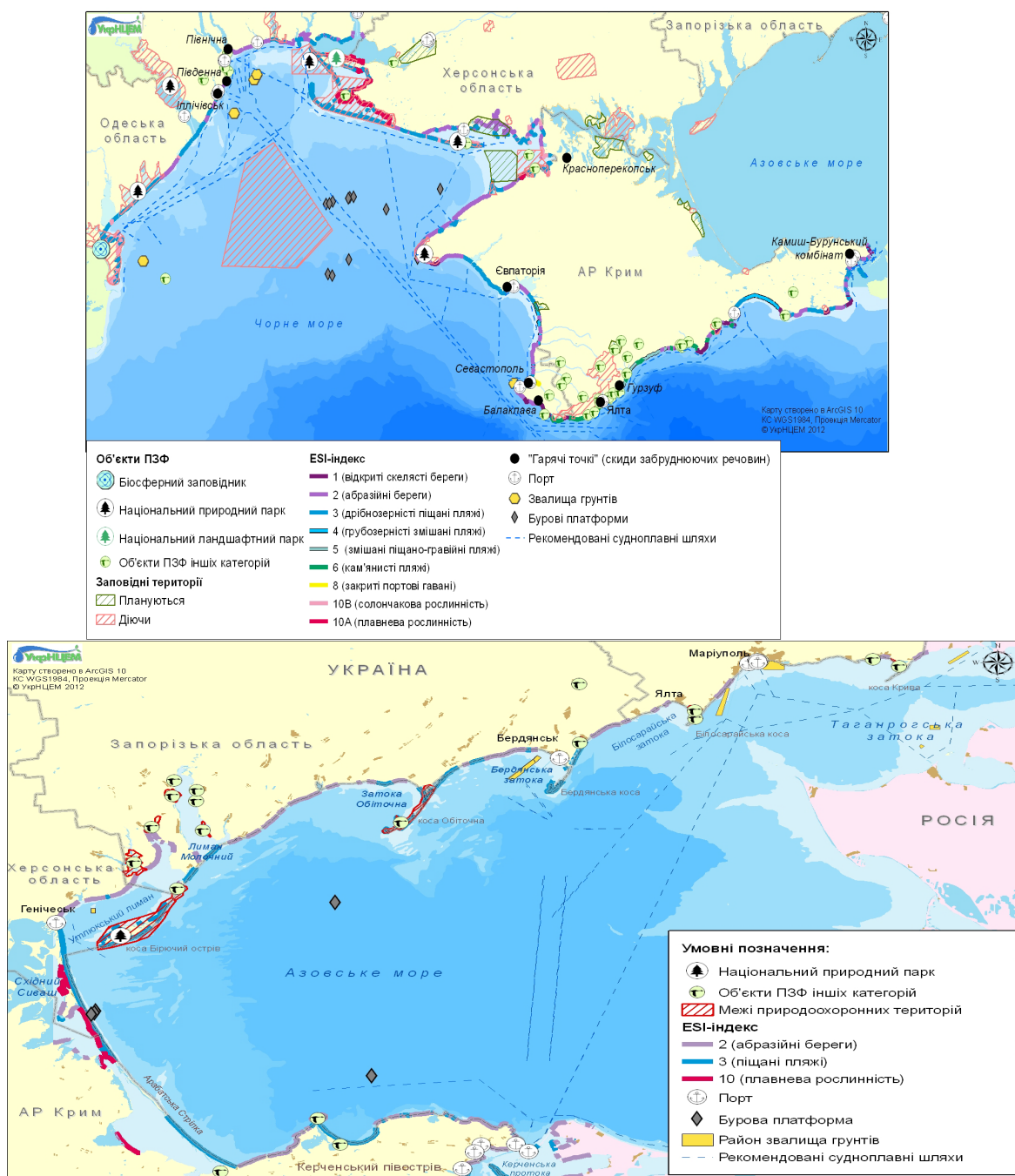


Рисунок 1.1 – Головні антропогенні джерела забруднення, показники екологічної чутливості прибережжя Чорного і Азовського морів до нафтового забруднення та основні об'єкти природно-заповідний фонду.

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 біля 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.

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 ще більше забруднення Чорного моря.

1.1 Мінливість метеорологічного та гідрологічного режиму

Якість морського середовища Азовського та Чорного морів 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).

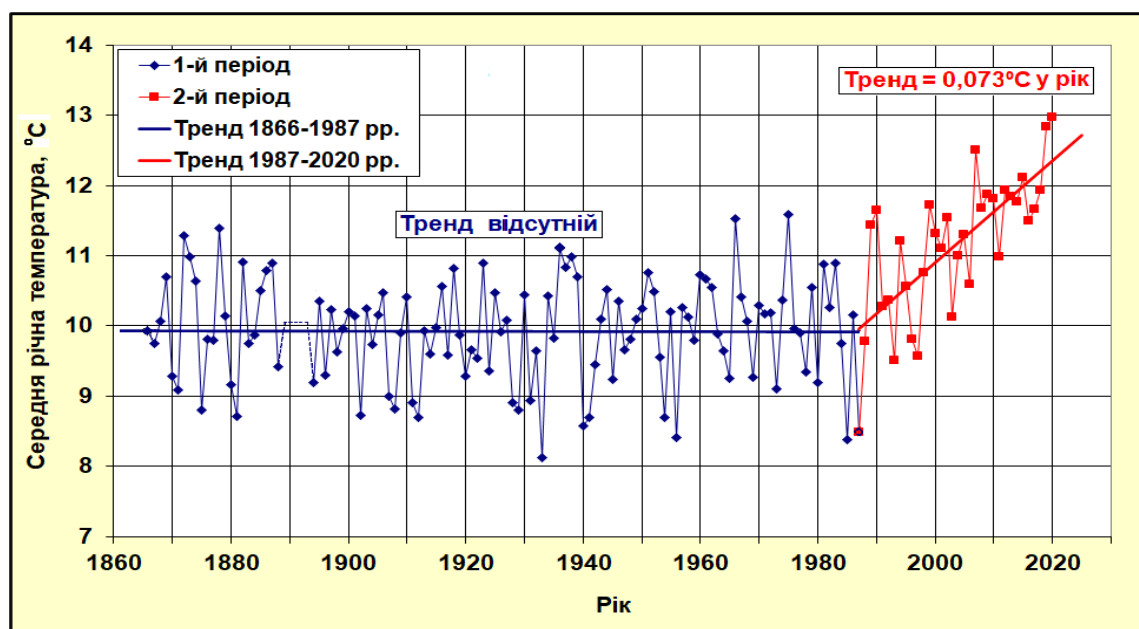


Рисунок 1.2 – Багаторічна мінливість середньої річної температури повітря на ПЗЧМ за даними багаторічних спостережень ГМС «Одеса-порт».

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 більш крупнішого планктону багатого БР – зменшуватися, що потягне за собою непередбачувані наслідки для морських харчових ланцюгів.

За визначеннями ВМО (<https://news.un.org/ru/story/2021/01/1394262>) 2020 рік був одним із самих найтепліших в історії спостережень за даними середньої глобальної температури приземного повітря, що складала приблизно 14,9 °C і була на 1,2 ($\pm 0,1$) °C вище до індустріального (1850-1900 рр.) рівня. Відповідно до глобальної температури повітря в 2020 році в північних регіонах Азовського та Чорного морів також спостерігалось підвищення середньої річної температури до максимальних значень. Так середня річна температура приземного повітря в Одесі, за даними спостережень Одеської обсерваторії, досягла в 2020 році максимуму 13,0 °C за весь період регулярних спостережень в Одесі з 1866 р. В річному ході середня місячна приземна температура повітря в лютому в Одесі в 2020 році досягала максимуму 4,7 °C, а середня температура жовтня була найвищою (16,7 °C) за весь період спостережень з 1866 по 2019 рр. Середня температура повітря березня та вересня в 2020 р. наближалась до максимальних показників отриманих за весь період регулярних (рис. 1.3).

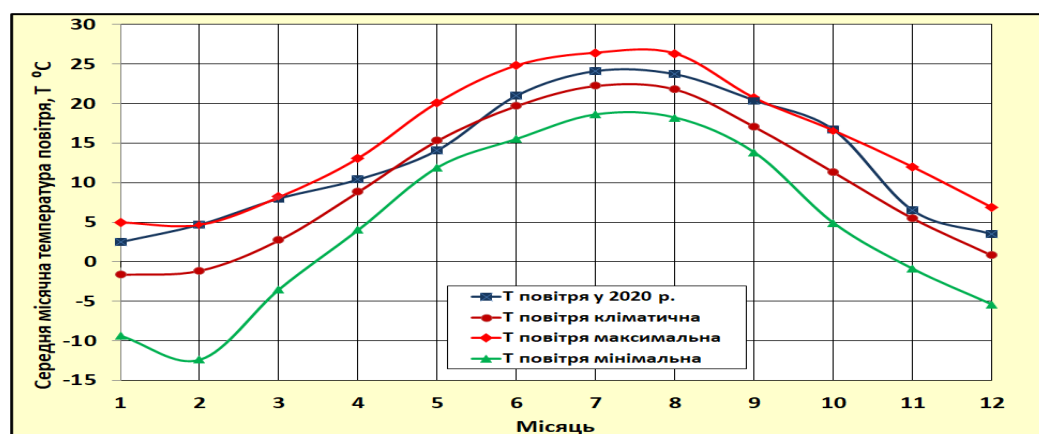


Рисунок 1.3 – Річна мінливість середньої місячної температури повітря в м.Одеса в 2020 р.

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 Гідрохімічні характеристики та стан евтрофованості вод

Гідрохімічні характеристики вод є основними показниками їх якості, трофності і стану морської екосистеми в цілому.

Наряду з забрудненням токсичними речовинами та біологічним забрудненням чужорідними вселенцями і нераціональним використанням біоресурсів моря, евтрофікація морських вод є одним із головніших чинників антропогенних порушень, що спостерігаються в екосистемі Чорного та Азовського морів.

Евтрофікація – це процес, який керується збагаченням води БР особливо з'єднаннями азоту та фосфору, що призводить до значного збільшення росту первинної продукції мікробіотопів 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 можуть призводити до загибелі риби та інших морських організмів і загрожують здоров'ю населення. Процеси «цвітіння» води призводять до зменшення її прозорості, до розвитку під пікнокліном 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 водної рамкової Директиви 2000/60/ ЄС, та рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС, які представлені для подальшого гідрохімічного та біологічного аналізу наведені на рис. 1.4.ч

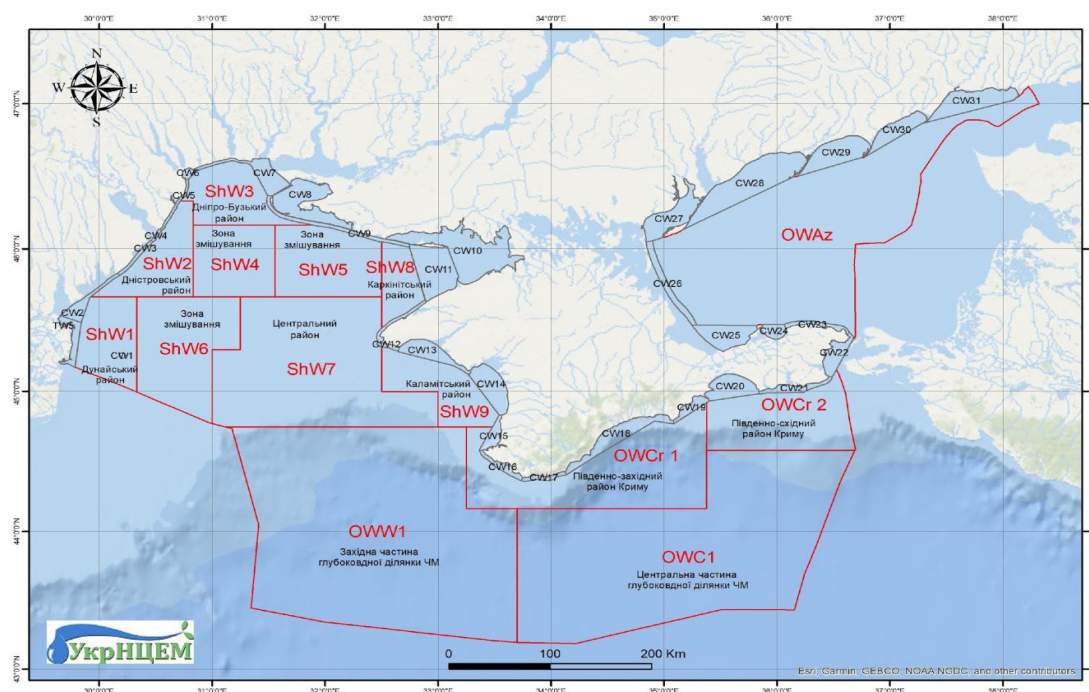


Рисунок 1.4 - Районування Чорного та Азовського морів.

Станції екологічного моніторингу виконаного УкрНЦЕМ у 2020 році наведено на рис. 1.5.

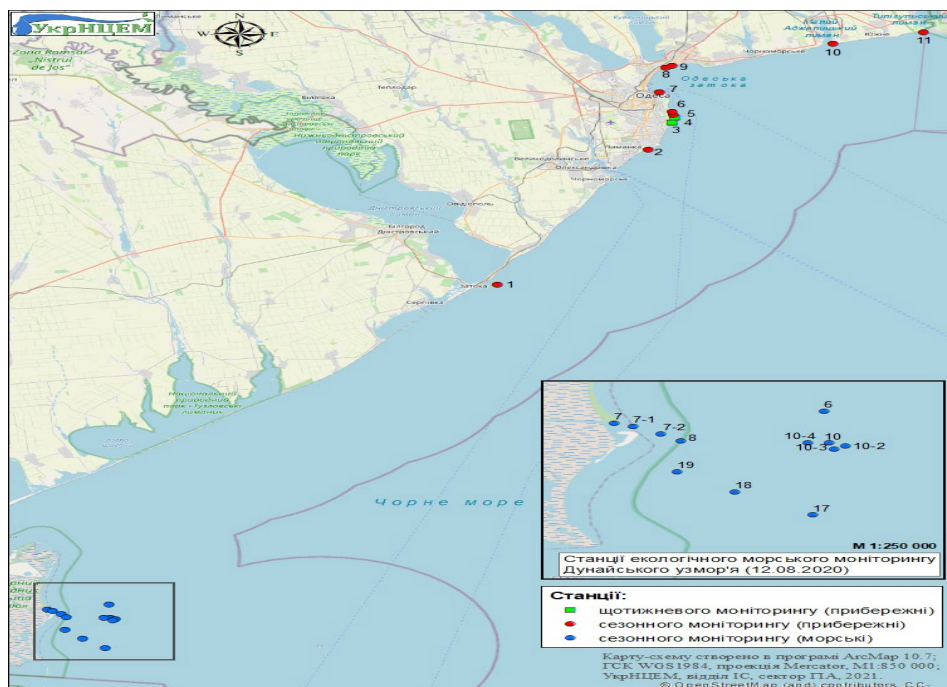


Рисунок 1.5 - Схема станцій екологічного моніторингу у 2020 р.

Біогенні речовини. 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 2020 р. вміст розчиненого у воді кисню у прибережних масивах вод CW4 – CW7 від с. Затока до с. Коблево в червні і жовтні в поверхневому шарі вод знаходився в межах 6,78-9,07 мг/дм³ при відносній насиченості 82,4-112,8%. Мінімум концентрації кисню спостерігався в жовтні в районі впливу вод СБО «Південна». В середньому концентрація кисню в червні складала 8,40 мг/дм³ (104,4 % насиченості) і в жовтні 7,91 мг/дм³ (95,8% насиченості). В цілому за показниками вмісту кисню в поверхневому шарі водні масиви CW4 – CW7 в червні і жовтні відповідали рівню ДЕС.

Результати регулярного екологічного моніторингу в рекреаційній зоні прибережного водного масиву CW5 показали, що в 2020 р. вміст кисню в його поверхневих водах знаходився в діапазоні 5,4-14,1 мг/дм³ (68,1-109,7 % насиченості) і в середньому за рік складав 8,6 мг/дм³ (88,5 % насиченості), що відповідає середньому річному статусу ДЕС ($\geq 6,9$ мг/дм³, при $\geq 85,7$ % насиченості). Але слід відзначити, що влітку в липні-серпні вміст кисню виходив за межі ДЕС і в середньому зменшувався нижче 6,9 мг/дм³ і менш 80 % насиченості. В багаторічному плані 2000 – 2020 рр. визначені середні річні значення абсолютного і відносного вмісту кисню в 2020 р. в водному масиві CW5 були найменшими за вказаний період спостережень.

На Дунайському узмор'ї в водному масиві TW5 в серпні 2020 р. вміст кисню в поверхневому шарі знаходився в діапазоні 10,7 - 12,2 мг/дм³ (125 - 155 % насиченості) і в середньому на полігоні досліджень складав 11,5 мг/дм³ (141 % насичення). Концентрація кисню на полігоні в поверхневому шарі в цілому при підвищених процесах фотосинтезу відповідала ДЕС (≤ 158 % насичення).

В придонному шарі вміст кисню, відносно поверхневого шару, зменшувався і в середньому складав $9,4 \text{ мг/дм}^3$ (114 % насичення) при діапазоні мінливості $5,5\text{-}12,0 \text{ мг/дм}^3$ (69,9 - 141 % насичення), що наведено на рис. 1.6.

В придонному шарі водного масиву TW5 за показниками абсолютного і відносного вмісту кисню статут вод не відповідав ДЕС ($\geq 7,46 \text{ мг/дм}^3$ і $\geq 84,3 \%$ насичення).

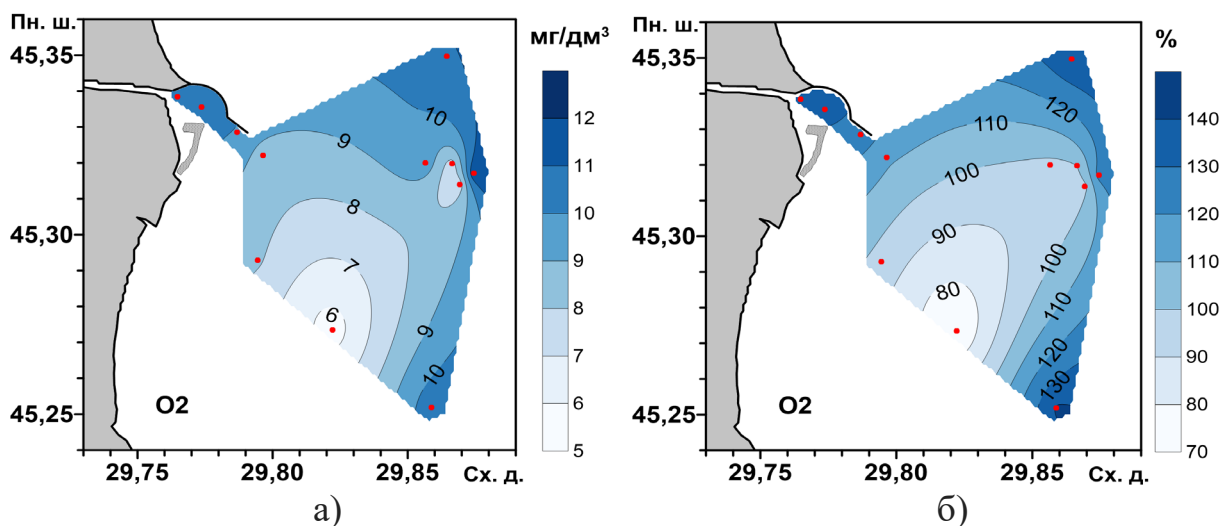


Рисунок 1.6 – Просторовий розподіл абсолютного вмісту кисню (а) і його відносної насиченості (б) в придонному шарі водного масиву TW5 на Дунайському узмор’ї в серпні 2020 р.

Вміст фосфору фосфатного в прибережних водах північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) вздовж узбережжя від Дністровського лиману с. Затока до Тілігульського лиману с. Коблево в червні і жовтні 2020 р. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($<5 \text{ мкг/дм}^3$) до $44,4 \text{ мкг/дм}^3$, при середньому значенні в червні, в рекреаційній зоні м. Одеса, $<5 \text{ мкг/дм}^3$, а в жовтні в усьому районі досліджень від Затоки до Коблево $24,2 \text{ мкг/дм}^3$.

Концентрації фосфору загального (суми органічних і мінеральних його форм) в прибережних водах в червні і жовтні знаходились в діапазоні $14,1 - 83,6 \text{ мкг/дм}^3$ і в червні складали в рекреаційній зоні м. Одеса в середньому $16,3 \text{ мкг/дм}^3$, а в жовтні в усьому районі досліджень в середньому - $53,5 \text{ мкг/дм}^3$.

В червні води масиву CW5 відповідали ДЕС, за індивідуальними показниками середнього вмісту фосфору загального і фосфатного. В жовтні ДЕС, за вмістом фосфору фосфатного, характеризувались тільки води Одеської затоки масиву CW6.

Вміст фосфору фосфатного знаходився в діапазоні $< 5,0 - 39,0$ мкг/дм³ і в середньому склав $13,15$ мкг/дм³. Максимум вмісту фосфору фосфатного, за середніми місячними показниками, спостерігався в грудні, а його мінімальні значення відмічались у травні.

Вміст загального фосфору у 2020 р. в рекреаційній зоні водного масиву CW5 знаходився в межах $11,0 - 53,4$ мкг/дм³, при середньому річному значенні - $30,1$ мкг/дм³. За даними середніх місячних значень максимальні концентрації загального фосфору відмічались в жовтні-листопаді, а мінімум приходився на квітень.

За даними багаторічних спостережень 2000-2020 рр. в рекреаційній зоні водного масиву CW5 Одеського регіону Чорного моря спостерігається тенденція зменшення розчиненого фосфору мінерального (DIP) і загального (TP). Середній річний вміст фосфору фосфатного в цей період змінювався в діапазоні від $23,9$ мкг/дм³, на початку XXI сторіччя, до $9,3$ мкг/дм³ в 2015 р. (рис.1.7).

В останні шість років середній річний вміст фосфору фосфатного в цьому районі в прибережних водах знаходився в діапазоні $9,3 - 14,9$ мкг/дм³, при середньому значенні $12,1$ мкг/дм³. Вміст фосфору загального в ці шість років був на рівні $22,9 - 61,4$ мкг/дм³ і в середньому складав $32,9$ мкг/дм³. За даними середньої річної концентрації фосфору фосфатного в цьому районі води масиву CW5 в 2020 р. відповідали стану ДЕС при його значенні $\leq 16,4$ мкг/дм³.

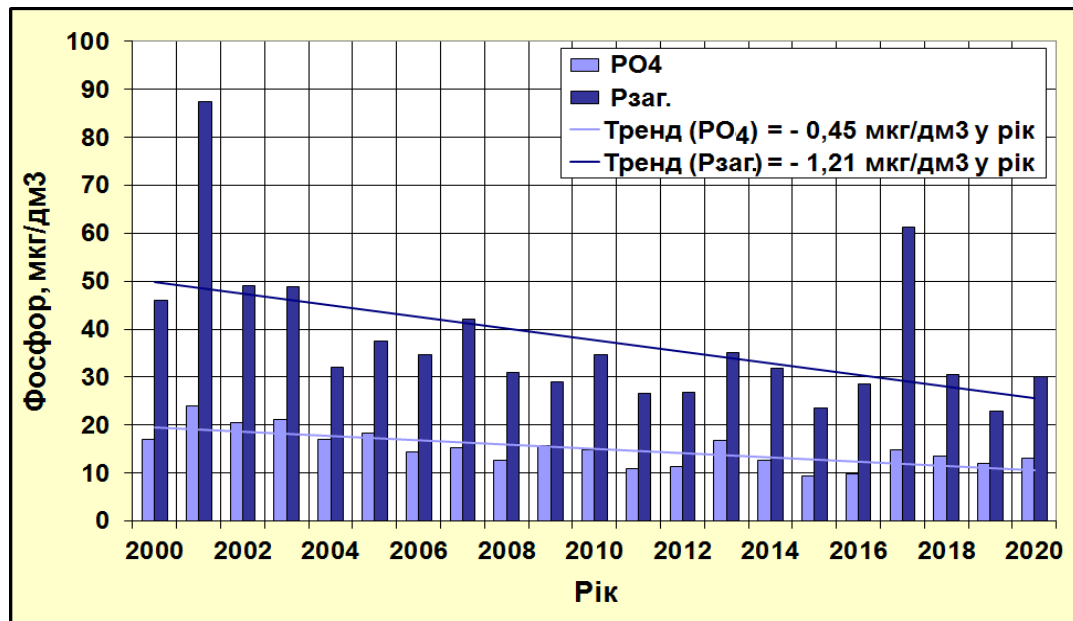


Рисунок 1.7 – Багаторічні зміни вмісту фосфору фосфатного і загального в прибережних морських водах масиву CW5.

Вміст азоту нітритного в прибережних водах від с. Затока до с. Коблево в період досліджень в червні і жовтні 2020 р. знаходився в межах від 0,8 мкг/дм³ до 11,9 мкг/дм³, Підвищені концентрації азоту нітритного спостерігались в жовтні в районі порту «Південний» (11,9 мкг/дм³), та в районі впливу вод, що поступають в море зі станції СБО «Південна» (11,4 мкг/дм³). В середньому, по регіону досліджень, в прибережних водах ПЗЧМ концентрація азоту нітритного в жовтні складала 5,1 мкг/дм³.

Вміст азоту нітратного в цих прибережних водах залежно від району в період спостережень змінювався в широкому діапазоні від аналітичного нуля (< 5,0 мкг/дм³) до 145,8 мкг/дм³. Максимальні концентрації нітратного азоту спостерігались як в червні (82,9 мкг/дм³), так і в жовтні (145,8 мкг/дм³) в районі пляжу «Дельфін» в зоні впливу стоку дренажних вод. Середні концентрації нітратного азоту в регіоні досліджень в червні складала 24,1 мкг/дм³, а в жовтні - 34,9 мкг/дм³, при цьому максимальні концентрації, за виключенням зазначеного району пляжу «Дельфін», не перевищували 8,7 мкг/дм³.

Вміст азоту амонійного в червні і жовтні змінювався в межах від аналітичного мінімуму ($< 15,0 \text{ мкг/дм}^3$) до $29,0 \text{ мкг/дм}^3$. Підвищені концентрації азоту амонійного спостерігались в жовтні в прибережній зоні в районі порту «Південний» ($29,0 \text{ мкг/дм}^3$) та в районі пляжу «Лузанівка» ($26,8 \text{ мкг/дм}^3$).

Вміст азоту амонійного в прибережних водах масиву CW5 у 2020 р. не перевищував межу аналітичного нуля $<15 \text{ мкг/дм}^3$ і відповідав рівню ДЕС ($\leq 35,7 \text{ мкг/дм}^3$).

В цілому сума мінеральних сполук азоту в прибережних водах досліджуваного району ПЗЧМ змінювалась в діапазоні від 3 мкг/дм^3 до 148 мкг/дм^3 , при середніх значеннях в червні 25 мкг/дм^3 і в жовтні - 50 мкг/дм^3 . За середніми показниками вмісту суми мінеральних форм азоту прибережні водні масиви в цілому відповідали якості ДЕС.

Концентрація загального азоту (сума його мінеральних і органічних форм) в прибережних водних масивах CW4 - CW7 знаходилась в діапазоні $139 - 4373 \text{ мкг/дм}^3$, при середніх значеннях в червні 257 мкг/дм^3 і 1053 мкг/дм^3 в жовтні. Максимальні концентрації загального азоту відмічались в жовтні в районі впливу вод СБО «Південна» (4373 мкг/дм^3), та в районі с. Затока (2089 мкг/дм^3). За показником середнього вмісту загального азоту якість прибережних вод Одеського регіону в червні відповідала рівню ДЕС. В жовтні, за рахунок підвищеного вмісту органічної форми азоту, концентрація загального азоту значно перевищувала рівень ДЕС $\leq 400 \text{ мкг/дм}^3$.

Концентрація загального азоту в водному масиві CW5 змінювалась в діапазоні $97-2940 \text{ мкг/дм}^3$, а його середнє значення склало 521 мкг/дм^3 . Показник середнього річного вмісту загального азоту вказує на невідповідність ДЕС ($\leq 287 \text{ мкг/дм}^3$) вод масиву CW5, які в цей період відповідали рівню «задовільного» стану.

В цілому за даними багаторічних спостережень 2000 - 2020 років в прибережній зоні Одеського узмор'я спостерігається тенденція до зниження вмісту мінеральних сполук азоту (рис. 1.8).

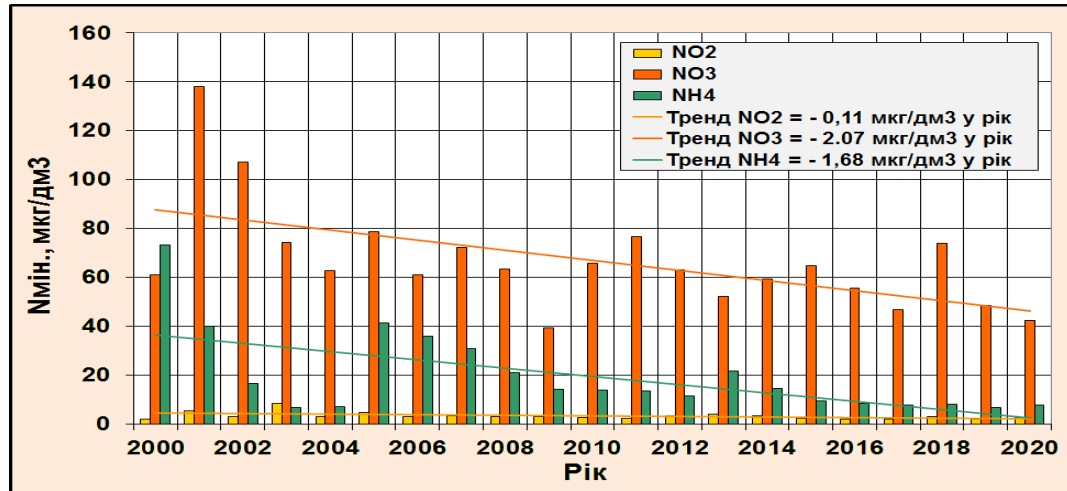


Рисунок 1.8 – Багаторічні зміни вмісту мінеральних форм азоту в прибережних морських водах масиву CW5.

Як і в минулі роки, в прибережних водах Одеського регіону спостерігається тенденція до підвищення вмісту загального азоту за рахунок збільшення вмісту його органічної форми (рис.1.9).

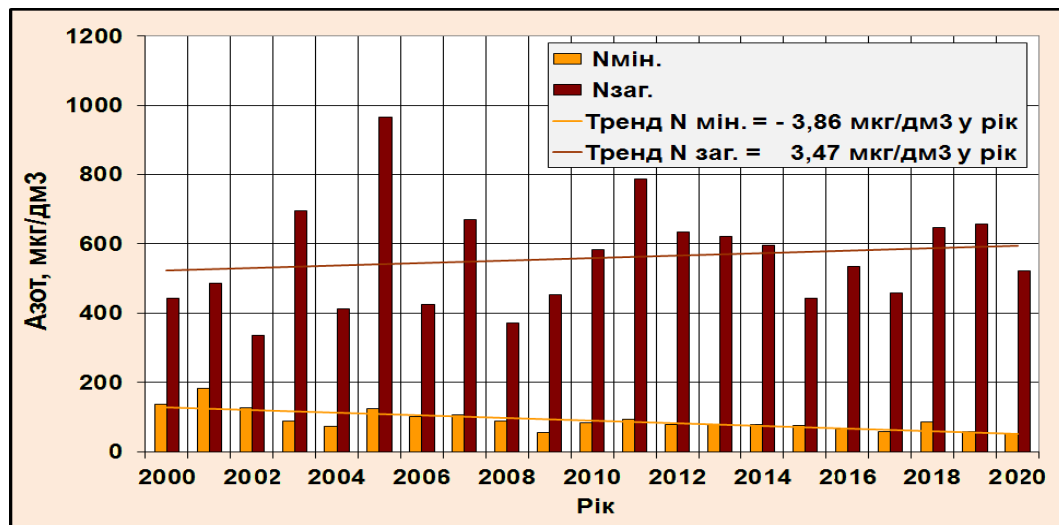


Рисунок 1.9 – Багаторічні зміни вмісту азоту мінерального і загального в прибережних морських водах масиву CW5.

Вміст кремнію в червні і жовтні 2020 р. в прибережних водах змінювався в діапазоні від 120 мкг/дм³ до 1003 мкг/дм³. Підвищені концентрації кремнію спостерігались в жовтні в районі с. Коблево - 1003 мкг/дм³ та порту «Південний» - 909 мкг/дм³. Середня концентрація кремнію в жовтні в прибережному районі досліджень ПЗЧМ складала 643 мкг/дм³, а в червні, на ділянці між пляжами «Аркадія» та «Дельфін» - 125 мкг/дм³. В червні прибережні води за вмістом кремнію не відповідали ДЕС.

В зоні масиву CW5 концентрація кремнію коливалась в межах від 33 мкг/дм³ до 800 мкг/дм³ і в середньому за рік склала 295 мкг/дм³. В цілому за середнім вмістом кремнію водний масив CW5 відповідав «задовільному» статусу.

За даними регулярних багаторічних спостережень 2003-2020 рр. в морських водах Одеського регіону відмічене тенденція до зменшення середньої концентрації кремнію (рис.1.10), що може обумовлюватися меншим впливом вод Дніпро-Бузького лиману.

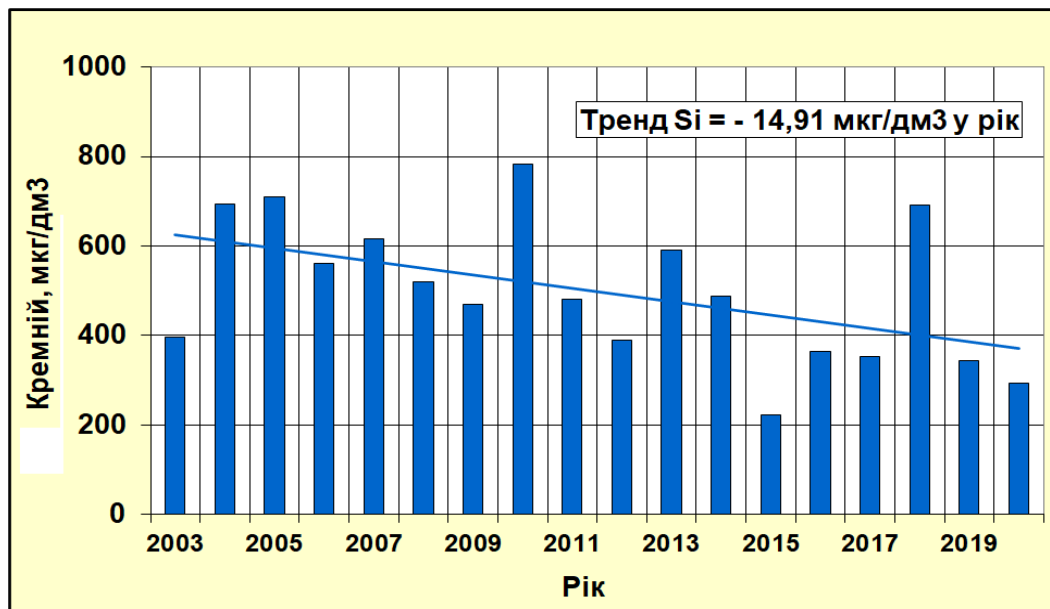


Рисунок 1.10 – Багаторічні зміни вмісту кремнію в прибережних морських водах масиву CW5.

Прибережні води Дунайського узмор'я та водного транзитного масиву TW5, знаходиться під постійним пресом найбільшого на ПЗЧМ джерела біогенного навантаження - стоку р. Дунай, що обумовлює формування високих концентрацій БР і високого рівня трофності вод.

Вміст фосфору фосфатного в прибережних водах масиву TW5 в районі гирла Бистре в поверхневому шарі в серпні змінювався в межах від 4,8 мкг/дм³ до 52,6 мкг/дм³ і в придонному шарі трохи підвищувався до 65,0 мкг/дм³. В середньому по району досліджень вміст фосфору фосфатного в поверхневому шарі складав 17,3 мкг/дм³, а в придонному шарі 17,0 мкг/дм³.

Концентрація фосфору загального в цьому районі досліджень в серпні змінювалась в поверхневому шарі в діапазоні від 14,1 мкг/дм³ до 59,5 мкг/дм³, а в придонному шарі знаходилась в діапазоні 11,0-87,6 мкг/дм³. Підвищені значення концентрації фосфору загального спостерігались в підхідному каналі до гирла Бистре і зменшувались з віддаленням від гирла і підхідного каналу (рис 1.11).

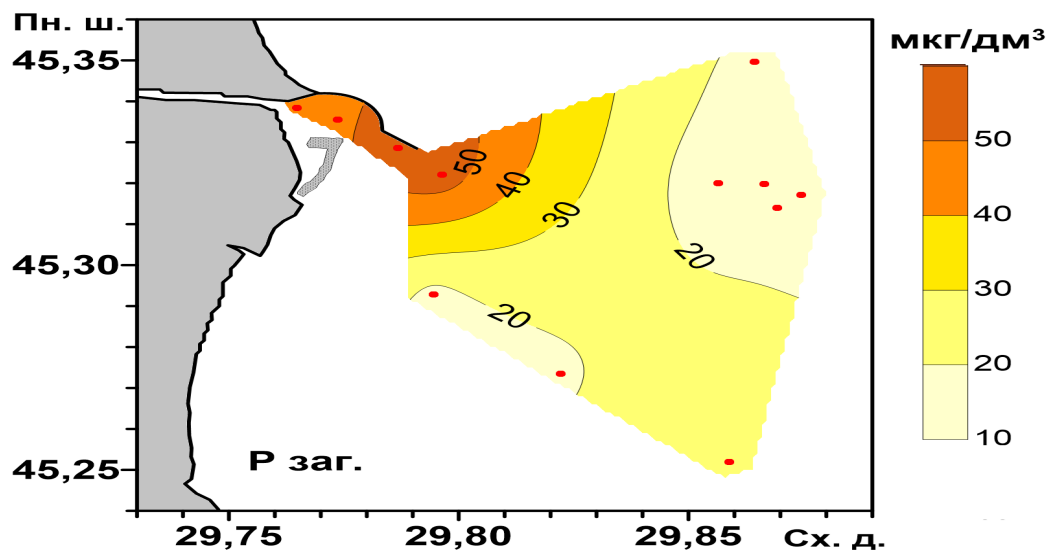


Рисунок 1.11 – Просторовий розподіл фосфору загального в поверхневому шарі Дунайського узмор'я (TW5) у серпні 2020 р.

За вмістом фосфору загального води на більшій частині полігону в водному масиві TW5 відповідали ДЕС ($\leq 55,8$ мкг/дм³).

Концентрація азоту нітритного знаходилась в межах 1,7- 24,2 мкг/дм³ і в середньому по району досліджень складала 9,9 мкг/дм³. В придонному шарі вміст азоту нітритного декілька зменшувався і в середньому склав 5,8 мкг/дм³. Середнє значення азоту нітритного в поверхневому шарі водного масиву TW5 в серпні не відповідала ДЕС (8,6 мкг/дм³). В придонному шарі статусу ДЕС не відповідали води в підхідному каналі поблизу гирла Бістре.

Вміст азоту нітратного на Дунайському полігоні змінювався в поверхневому шарі в межах від 45,8 мкг/дм³ до 1211 мкг/дм³ і в середньому склав 458 мкг/дм³. В придонному шарі діапазон мінливості зменшувався і складав 14,5-993 мкг/дм³, при середньому значенні 296 мкг/дм³. Підвищені концентрації азоту нітратного спостерігались в поверхневому і придонному шарах як в підхідному каналі біля гирла Бістре, так і в зоні дампінгу ґрунту. За показниками концентрації азоту нітратного води масиву TW5 не відповідали ДЕС (≤ 255 мкг/дм³).

Концентрація азоту амонійного на Дунайському полігоні в серпні 2020 р. знаходилась переважно на рівні аналітичного нуля <15 мкг/дм³, а максимальна концентрація була на рівні 15,0 мкг/дм³ і відповідала статусу ДЕС ($\leq 18,9$ мкг/дм³).

Сума мінеральних форм азоту в поверхневому шарі знаходилась в межах 55,5 – 1233 мкг/дм³ і в середньому складала 502 мкг/дм³. В придонному шарі діапазон мінливості суми мінерального азоту відповідав інтервалу 17,1-1016 мкг/дм³, при середньому значенні 307 мкг/дм³. За показниками вмісту суми мінерального азоту на Дунайському узмор'ї статут водного масиву TW5 не відповідав ДЕС (≤ 282 мкг/дм³).

Вміст азоту загального в поверхневих водах на Дунайському узмор'ї в зоні гирла Бистре в серпні 2020 р. знаходився в межах від 486 мкг/дм³ до 1628 мкг/дм³ і в середньому складав 1081 мкг/дм³.

В просторовому розподілі азоту загального на поверхні відмічено його підвищений вміст безпосередньо в зоні гирла Бистре і в районі дампінгу ґрунту (рис. 1.12). В придонному шарі інтервал мінливості вмісту азоту загального декілька зменшувався і при середньому склав 818 мкг/дм³. В цілому статут водного масиву TW5 в його поверхневому шарі, як за сумою мінеральних форм так і за вмістом азоту загального в серпні 2020 р. не відповідав ДЕС (≤ 851 мкг/дм³).

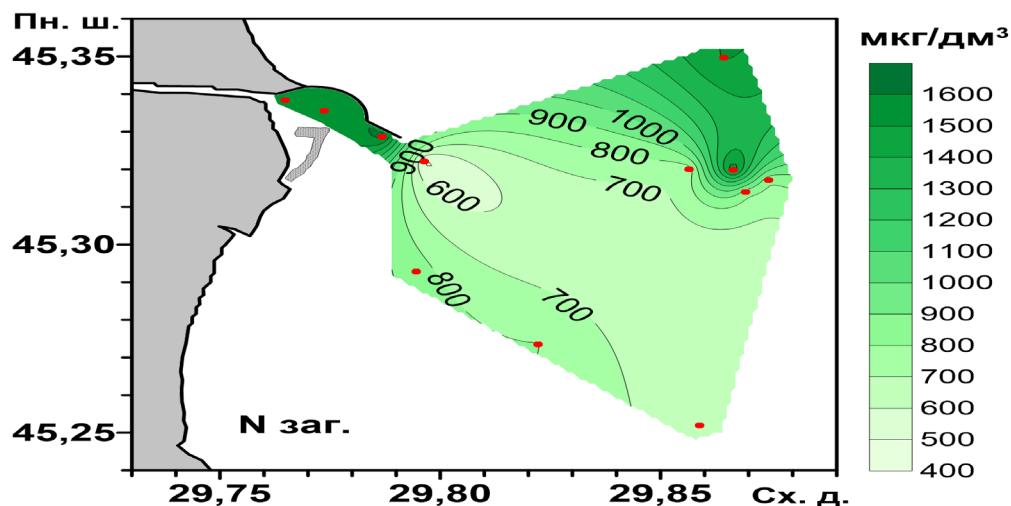


Рисунок 1.12 – Просторовий розподіл азоту загального в поверхневому шарі Дунайського узмор'я (TW5) у серпні 2020 р.

Концентрація кремнію в поверхневому шарі Дунайського узмор'я знаходилась в межах 152 – 2792 мкг/дм³, з максимальними значеннями в зоні гирла Бистре і підхідного каналу (рис. 1.13). Середній вміст кремнію на полігоні в поверхневому шарі складав 1142 мкг/дм³ і в придонному шарі - 590 мкг/дм³. В поверхневому шарі на полігоні вміст кремнію в більшості відповідав статуту ДЕС (≥ 600 мкг/дм³).

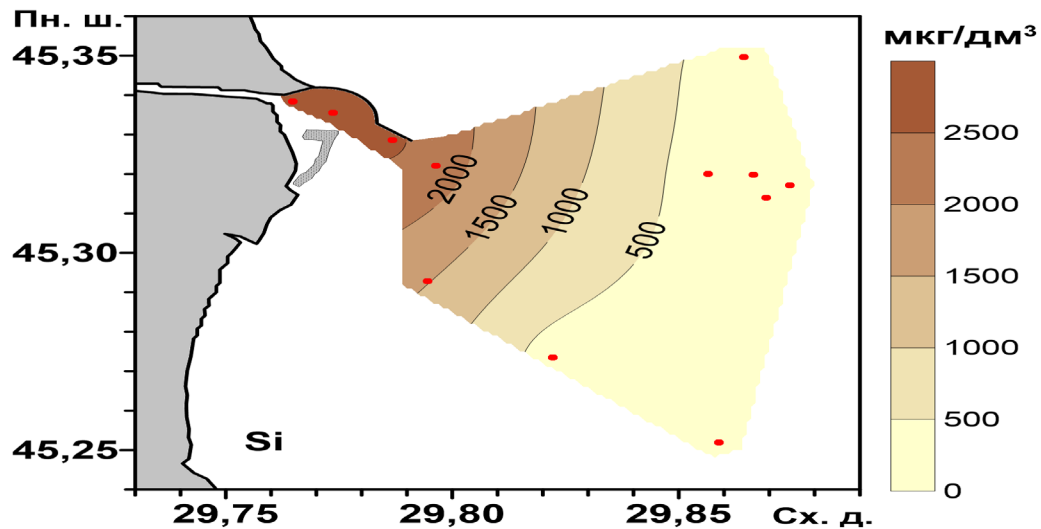


Рисунок 1.13 – Просторовий розподіл кремнію загального в поверхневому шарі Дунайського узмор'я (TW5) у серпні 2020 р.

Хлорофіл-а. Хлорофілу-а 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.

Шкала оцінки екологічного стану за вмістом хлорофілу - а ($\text{мкг}\cdot\text{л}^{-1}$), яка розроблена для Болгарських та Румунських прибережних вод, та апробовані 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

До аналізу мінливості вмісту хлорофілу-а залучалися дані спостережень супутника MODIS AQUA NASA з просторовим дозволом 4 км (<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov>). Розподіл середнього сезонного вмісту хлорофілу-а в Чорному і Азовському морях наведено на рис.1.14.

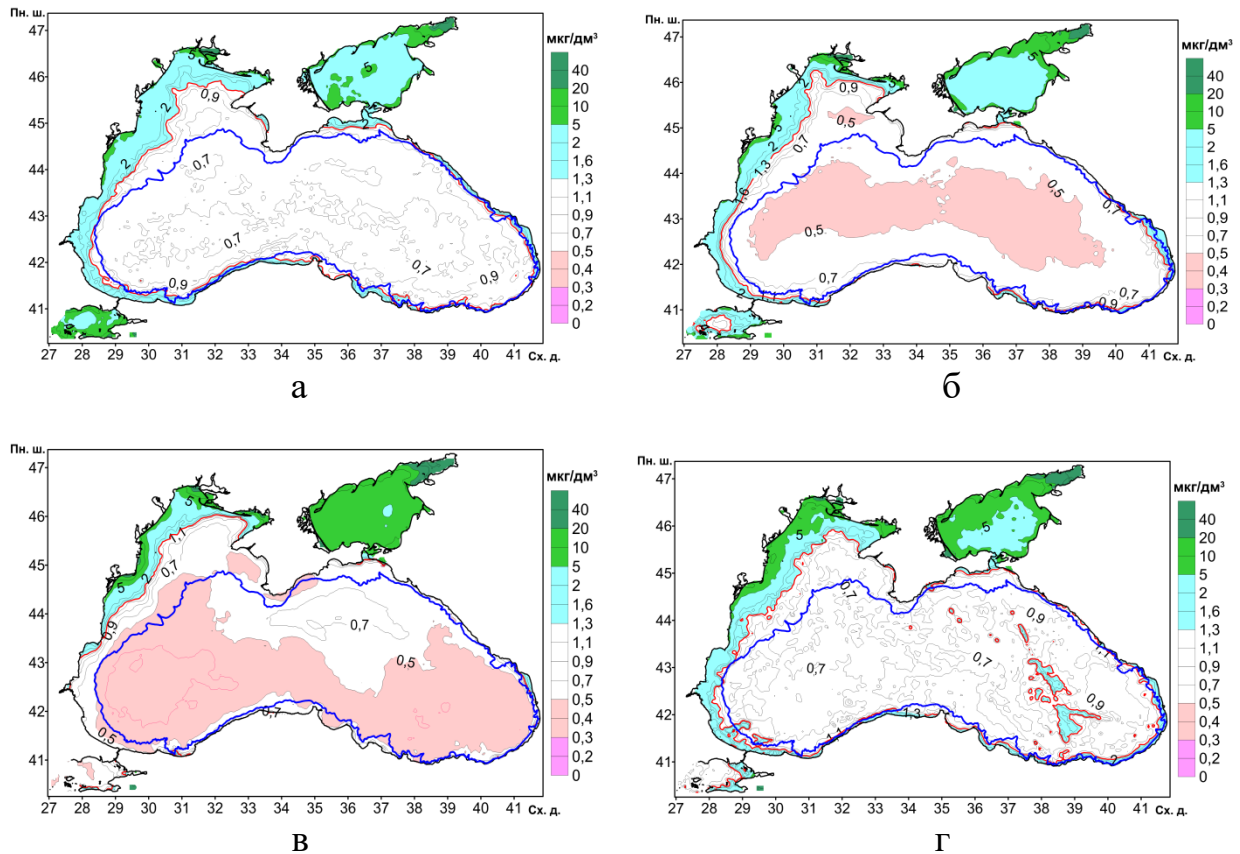


Рисунок 1.14 – Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного і Азовського морів зимою (а), весною (б), влітку (в) та восени (г) 2020 р.

В поверхневих водах Чорного і Азовського морів підвищений вміст хлорофілу-а в усі сезони відмічався на акваторії Азовського моря, а максимальні концентрації - в Таганрозькій затоці, де значення перевищували 40 мкг/дм^3 .

В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а (більш $3 - 6 \text{ мкг/дм}^3$) спостерігались на шельфі в Дніпро-Бузькому, Дністровському і Дунайському районах. З віддаленням від районів річкового стоку вміст хлорофілу-а значно зменшувався (до $1,0 \text{ мкг/дм}^3$) у водах відкритого моря. Відносно підвищений вміст хлорофілу-а відмічено і в Каркінській затоці (приблизно $3,7 \text{ мкг/дм}^3$).

В сезонному ході високі концентрації хлорофілу-а постійно спостерігалися в зоні впливу річкового стоку і лиманів. В пригирлових районах максимуми вмісту хлорофілу-а приходились, в основному, на весняний період – травень, у водах відкритого моря – на серпень, що обумовлюється часом поширення трансформованих річкових вод.

За багаторічними даними (2003-2020 рр.) у водах в більшості районів Чорного і Азовського морів відмічено тенденція до зниження вмісту хлорофілу-а при статистичній значимості 95% (рис. 1.15).



Рисунок 1.15 – Багаторічні зміни середньої річної концентрації хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного (а, в, г) і Азовського (б) моря за період 2003 - 2020 рр.

Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції можливо констатувати зменшення статусу трофічного рівня морських вод України. Однак в окремих імпактних районах, за даними концентрації хлорофілу-а у 2020 р., водні масиви цих районів ще не відповідають ДЕС.

Комплексна оцінка екологічного стану морського середовища. Оцінка стану евтрофікації і, відповідно, якості вод виконувалась також на підставі розрахунків індексу трофності TRIX та на основі методики BEAST. В розрахункову формулу індексу TRIX 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 TRIX:

Значення TRIX	Рівень трофності	Якість вод
< 4	Низький	Висока
4 - 5	Середній	Гарна
5 - 6	Високий	Середня
> 6	Дуже високий	Погана

Оцінка за методикою BEAST та показника EQR виконувалась на підставі показників (індикаторів):

- неорганічний фосфор і азот;
- хлорофіл-а, біомаса фітопланктону;
- розчинений кисень.

Екологічний статус середовища визначається на підставі розрахованих відношень EQR :

Значення EQR	Екологічний статус	Відповідність ДЕС
$EQR \leq 0,5$	високий	ДЕС
$0,5 < EQR \leq 1,0$	добрий	ДЕС
$1,0 < EQR \leq 1,5$	помірний	не ДЕС
$1,0 < EQR \leq 2,0$	поганий	не ДЕС
$EQR > 2,0$	дуже поганий	не ДЕС

В період досліджень трофість прибережних вод Одеського регіону, згідно категорій показника TRIX, відповідала «низькому», «середньому» та «високому» рівню. В червні показники TRIX знаходились в діапазоні від 3,1 од. до 5,1 од. і в жовтні – від 4,7 од. до 5,7 од., при середньому по району досліджень в червні 3,8 од. і в жовтні 5,3 од.(рис. 1.16).

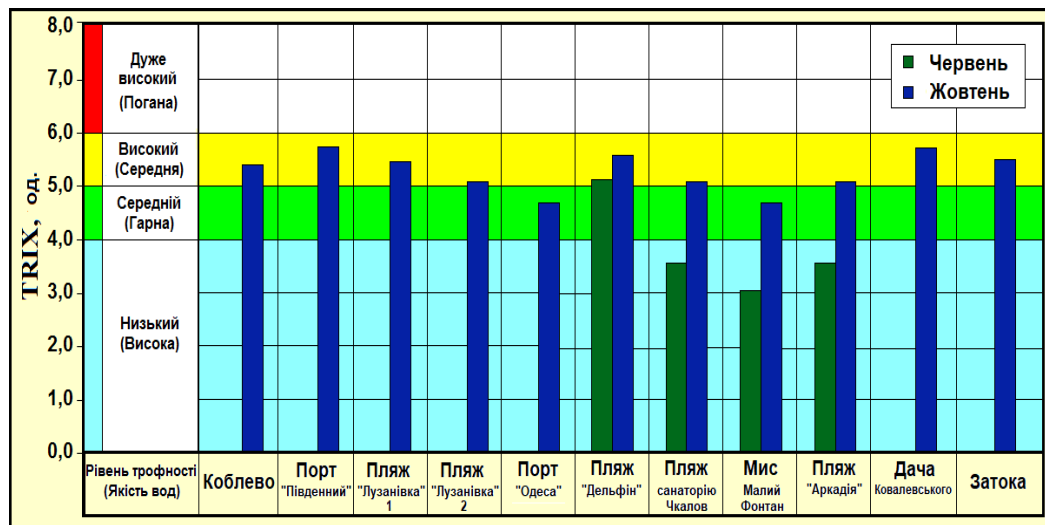


Рисунок 1.16 – Значення показника трофічності TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні і жовтні 2020 р.

На фоні значних міжрічних коливань в багаторічних змінах ступеню евтрофікації і якості прибережних вод в Одеському регіоні визначається тренд до зниження трофічності і підвищення якості вод за інтегральним показником TRIX. В період 2000-2020 рр. за значеннями показника TRIX тенденція до

зниження трофності вод складала - 0,046 у рік. Останні сім років значення показника $TRIX$ не перевищували 5,0 од., тобто стан вод в цьому районі відповідав «середньому» рівню трофності (рис. 1.17).

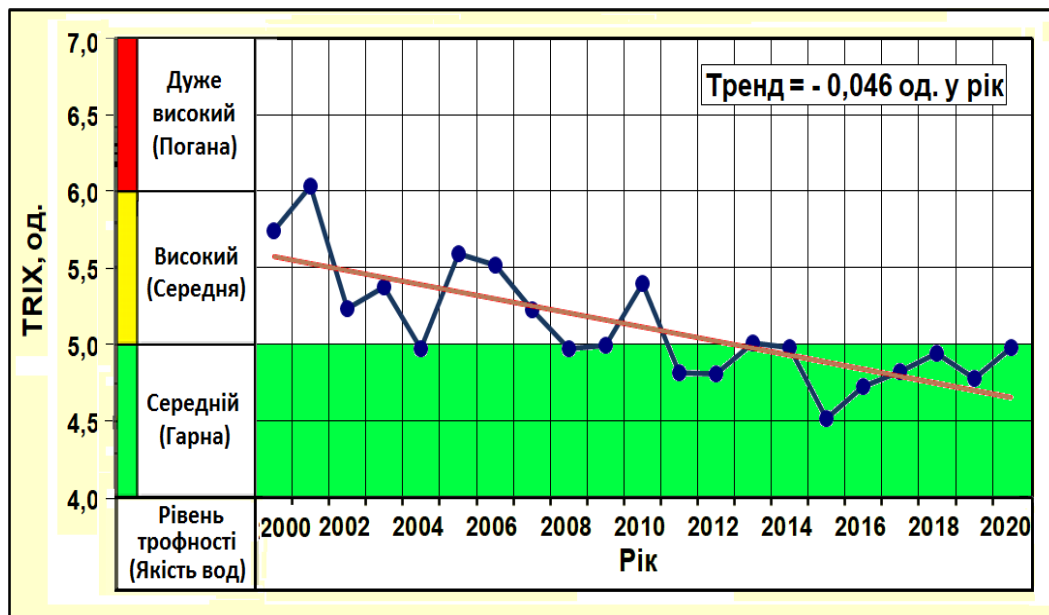


Рисунок 1.17 – Багаторічна мінливість трофності і якості прибережних вод Одеського регіону.

Трофність вод Дунайського узмор'я (водний масив TW5) в серпні 2020 р. за відповідала «дуже високому» рівню трофності (6,7 од.).

За даними багаторічних спостережень 2009-2020 рр. середні значення індексу $TRIX$ змінювались в діапазоні від 5,0 од. до 7,3 од. і складали в середньому 6,4 од. що відповідає «дуже високому» рівню трофності (рис. 1.18).

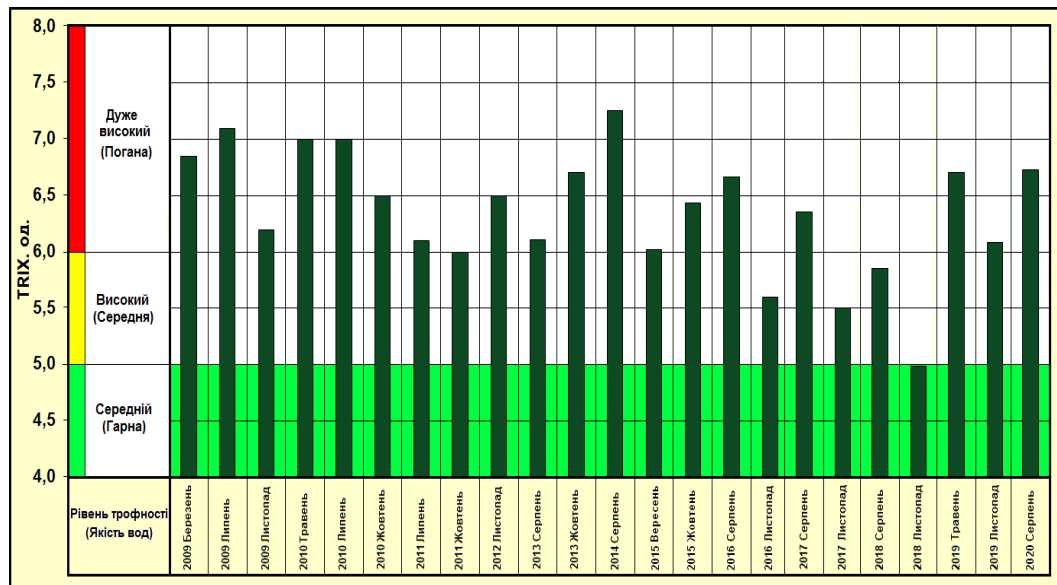


Рисунок 1. 18 – Багаторічна мінливість ступеню трофності і якості вод Дунайського узмор'я за показником TRIХ.

За даними оцінок виконаних на підставі методики BEAST та показника EQR можна відзначити, що в жовтні «дуже поганому» стану якості вод відповідали в цілому водні масиви CW4, CW7 в зоні прибережних вод біля с. Затока, с. Коблево та порту «Південний». В Одеській затоці у водному масиві CW6 «дуже поганий» стан якості вод відмічався в районі пляжу Лузанівка, а також в водному масиві CW5 в районі Дачі Ковалевського під впливом вод СБО «Південна» (рис. 1.19).

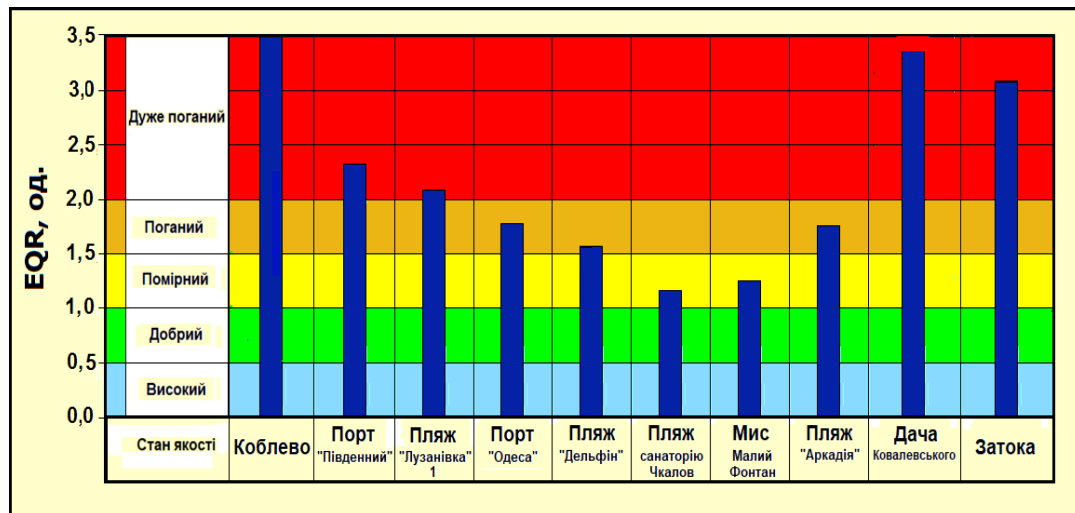


Рисунок 1.19 – Стан якості прибережних вод Одеського регіону в жовтні 2020 р., визначений за методикою BEAST.

Максимум EQR значно більше 3,5 од. спостерігався в районі с. Коблево.

На північно-західному шельфі Чорного моря в Одеському регіоні за оцінками виконаними на підставі методики BEAST, як і за показниками індексу TRIX, відмічене тренд до зниження трофності і поліпшення екологічного статусу водного масиву CW5.

В період 2008-2020 рр. за показником EQR методики BEAST тенденція до покращення статусу вод складала - 0,09 од. у рік (рис. 1.20). Однак, за даними середніх річних значень, прийнятих до оцінки індикаторів, екологічний статус морського середовища водного масиву CW5 не відповідає ДЕС.

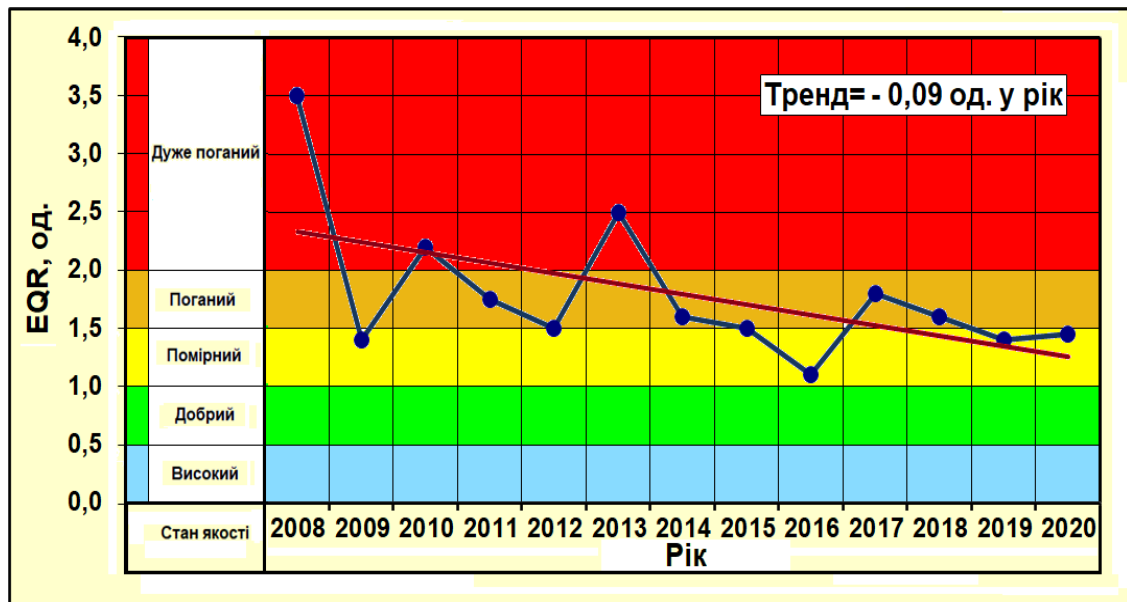


Рисунок 1.20 – Багаторічна мінливість показника якості EQR прибережних вод Одеського регіону, визначеного за методикою BEAST.

1.2.1 Негативні наслідки евтрофікації

З евтрофікацією пов'язані процеси «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. Одним з негативних наслідків евтрофікації вод поряд з порушенням кисневого режиму (гіпоксія і аноксія, заморні явища) є зменшення прозорості води, яка тісно пов'язана з ослабленням світла і залежить від кількості, розміру і характеру завислих у воді речовин і накопичення планктону.

Важливим негативним наслідком евтрофікації вод є також замулення (реседиментація) донних відкладів (ДВ). Це важливий геоекологічний 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 замулювання відбувається 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): траловий лов риби, днопоглиблення, дам্পинг ґрунтів 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 надано на рис. 1.21.

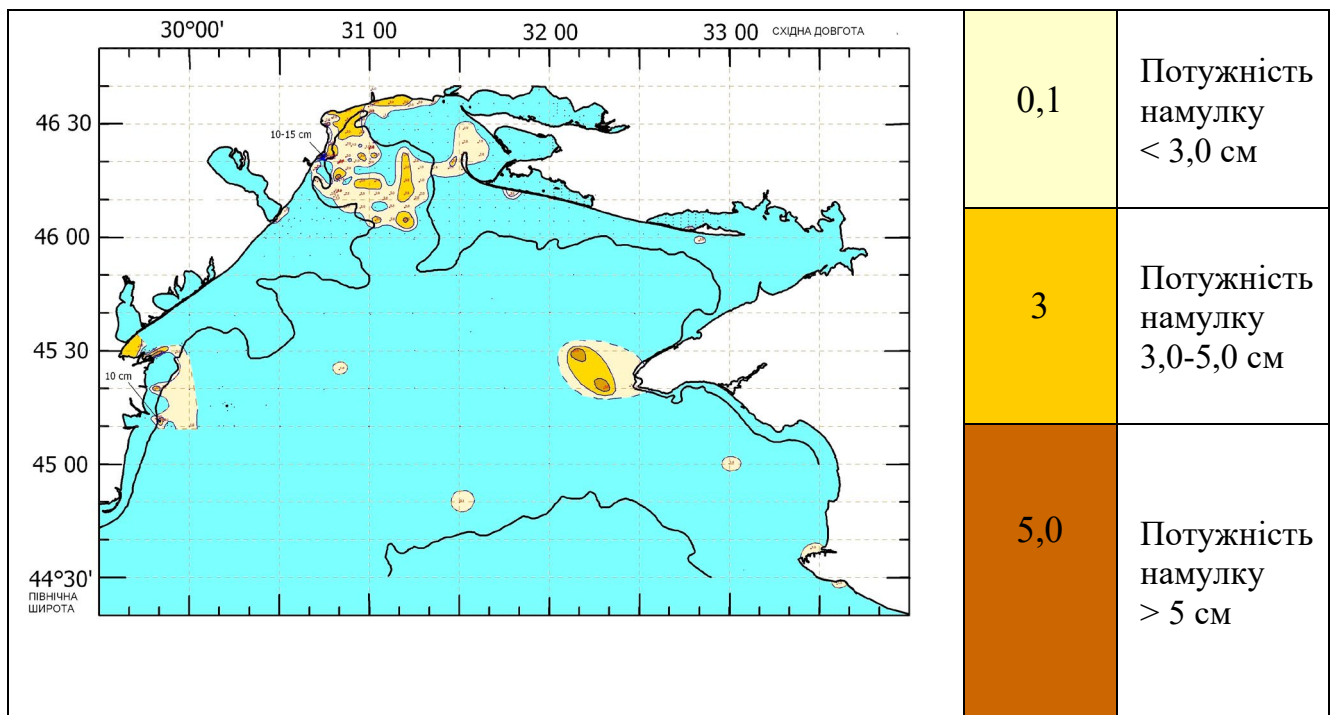


Рисунок 1.21 – Карта-схема сучасної реседиментації північно-західної частини Чорного моря за даними 2008 – 2020 рр.

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 2020 р. оцінювався за такими забруднюючими речовинами 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 донних відкладів в районі який досліджується визначається по найгіршій оцінці групи забруднюючих речовин.

Екологічний стан морської води за допомогою Кз оцінюється:

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



Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) за даними 2020 р.

Екологічна оцінка стану забруднення морської води по районах за вмістом токсичних металів.

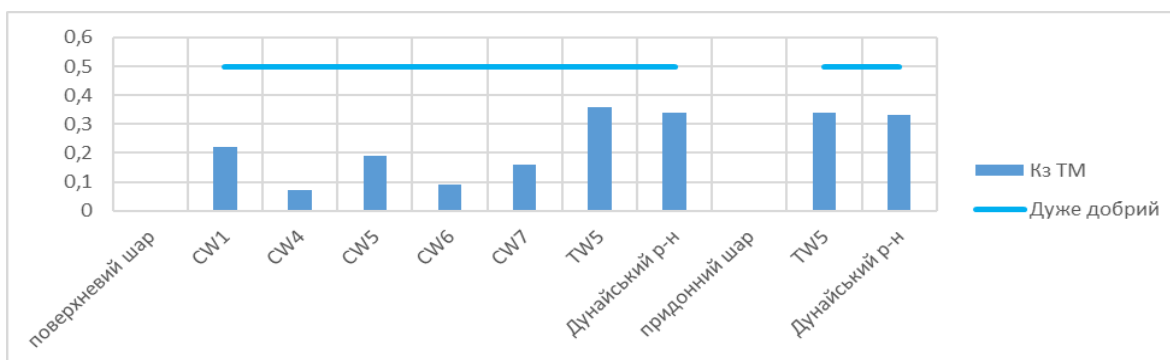
Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS). В табл. 1.1 наведені значення Кз для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni) та Кз ТМ в поверхневому та придонному шарі води за даними 2020 року.

Таблиця 1.1 - Коефіцієнт забруднення токсичних металів морської води по районах у 2020 році

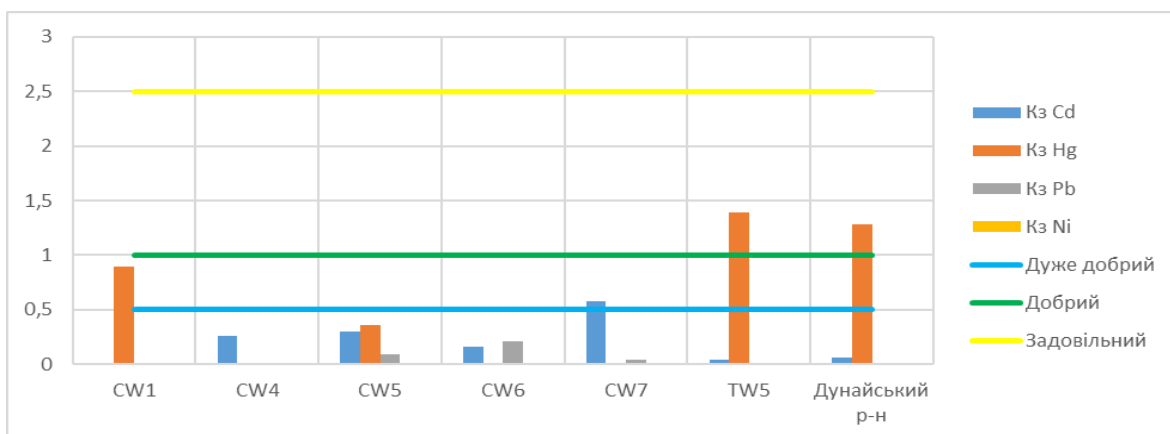
Район	Depth of station	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Hg	Кз Pb	Кз Ni
CW1	поверхня	0,22	0	0,89	0	0
CW4	поверхня	0,07	0,26	0	0	0
CW5	поверхня	0,19	0,30	0,36	0,09	0
CW6	поверхня	0,09	0,16	0	0,21	0
CW7	поверхня	0,16	0,58	0	0,04	0
TW5	поверхня	0,36	0,04	1,39	0	0
TW5	дно	0,34	0,13	1,24	0	0
Дунайський р-н	поверхня	0,34	0,06	1,28	0	0
Дунайський р-н	дно	0,33	0,09	1,22	0	0

В 2020 році Кз ТМ по всім водним масам відповідають дуже доброму екологічному стану, але в районі TW5 та Дунайському районі зафіксовані підвищені концентрації ртуті, які відповідають задовільному екологічному стану.

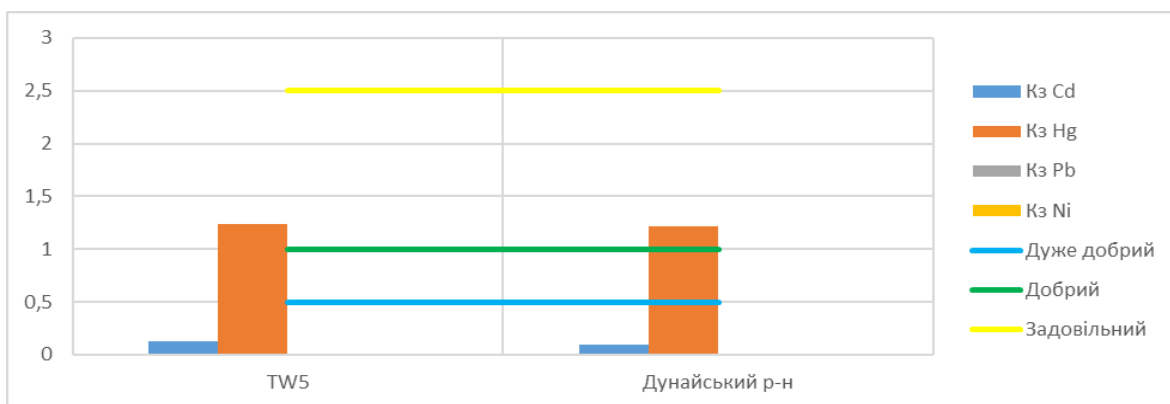
Вклади окремих металів в забруднення водного середовища ТМ наведені на рис. 1.22.



а)



б)



в)

Рисунок 1.22 – Коефіцієнт забруднення токсичних металів морської води по районах у 2020 р. (а) – Кз ТМ у поверхневому та придонному шарі; б) – Кз окремих ТМ у поверхневому шарі; в) – Кз окремих ТМ у придонному шарі води.

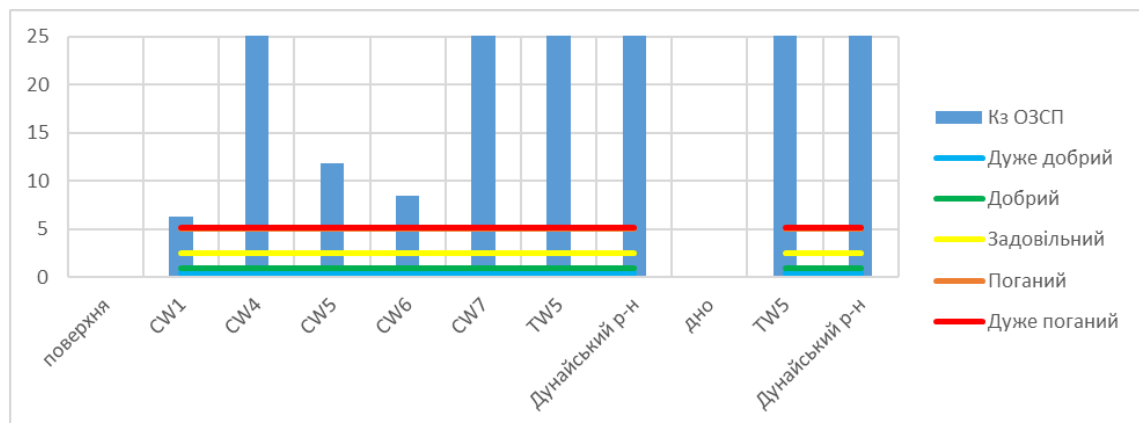
В 2020 році Кз ОЗСП по всіх районах відповідає дуже поганому екологічному стану. Основним ЗР серед групи ОЗСП є гептахлор, Кз якого по всіх районах відповідає дуже поганому екологічному стану.

В багатьох районах також були зафіксовані підвищені концентрації наведених далі ХОП (рис. 1.23).

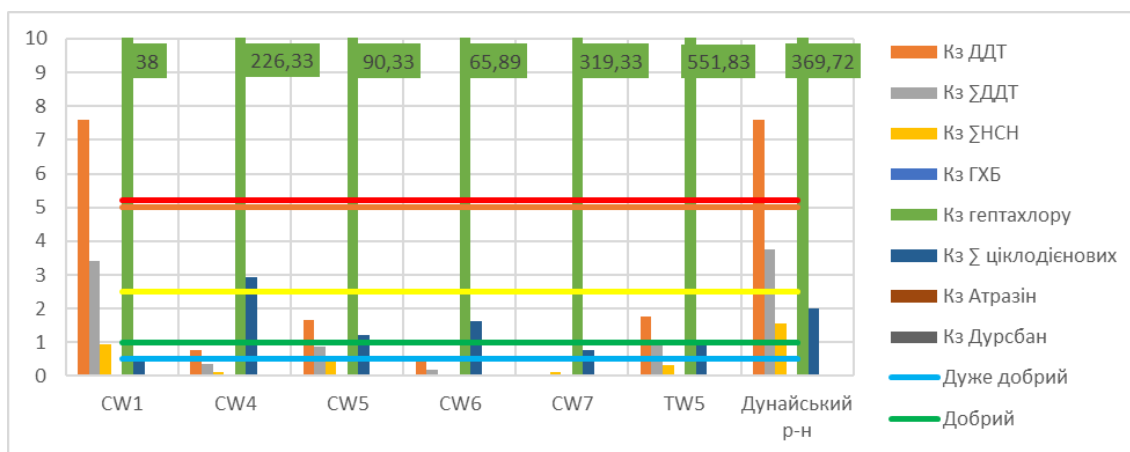
- ДДТ та його метаболітів (Кз ДДТ в поверхневому шарі води в районах CW1, CW5, TW5, Дунайському районі, відповідало дуже поганому, поганому та задовільному екологічному стану);

- ліндану та його ізомерів (Кз Σ НСН в Дунайському районі відповідало задовільному екологічному стану);

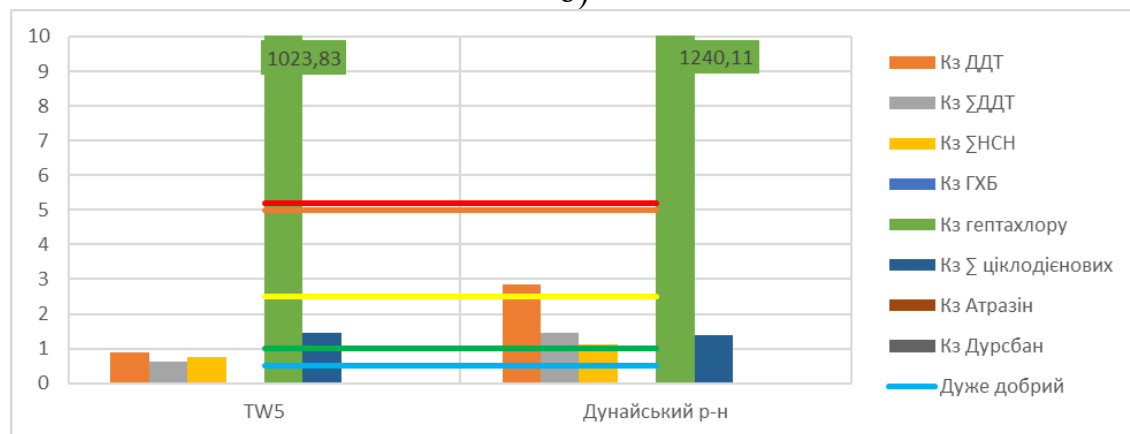
- алдріну, ділдріну та ендріну (Кз Σ циклодієнових в поверхневому шарі води в районах CW4, CW5, CW6, TW5, дунайському районі та в придонному шарі води в TW5 і Дунайському районі відповідає поганому та задовільному екологічному стану).



a)



б)



в)

Рисунок 1.23 – Коефіцієнт забруднення хлорорганічними пестицидами води окремих районів Чорного моря у 2020 р. а) – Кз ОЗСП поверхневого та придонного шару води; б) – Кз окремих ОЗСП поверхневого шару; в) – Кз окремих ОЗСП придонного шару.

Найбільший вклад в забруднення групою ОЗСП вносить гептахлор по всім районам в поверхневому та придонному шарах води. В районі CW1 к основному впливу гептахлору додається вплив (біля 23%) ДДТ та його метаболітів.

Екологічна оцінка стану забруднення морської води по районах за вмістом органічних ЗР промислового походження.

Оскільки в директиві ЄС 2013/39 не має обмежень по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, ГДК для поліхлорованих біфенілів (ПХБ) взяті з

рекомендацій ЕАС, OSPAR SIME 2008. Окремо розглядались також групи індивідуальних ПХБ від ПХБ-16 до ПХБ-65 (Ar-1254) та від ПХБ-28 до ПХБ-73 (Ar-1260) відносно ЕН. Кз поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) розраховано відносно MAC-EQS ЄС 2013/39.

В табл. 1.3 та на рис. 1.24 наведені Кз групи ОЗПП та Кз індивідуальних ОЗПП водного середовища по районах.

Таблиця 1.3 - Коефіцієнт забруднення морської води органічними речовинами промислового походження у 2020 році

Район		Кз ОЗПП	Кз ПХБ 101	Кз ПХБ 118	Кз ПХБ 153	Кз ПХБ 138	Кз ПХБ 180	Кз нафталіну	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(b)флуорантену	Кз бензо(k)флуорантену	Кз бензо(a)пірену	Кз бензо(g,h,i)перілену
CW1	поверхня	22,9	84	102	0,76	88,5	0	0	0	0,01	0,03	0	0,03	0
CW4		29,4	33,5	47,7	0	266	0	0	4,21	0,73	0	0,26	0,09	0
CW5		15,3	34,7	68,5	0,69	78,8	0,98	0	0,38	0,1	0	0	0,01	0
CW6		10,8	4,5	23,0	0,16	101	0	0	1,05	0,38	0	0	0	0
CW7		5,81	0	6,35	0	62,5	0	0	0,81	0,08	0	0	0	0
TW5		13,7	42,3	66,5	0,62	55,5	0	0	0	0,01	0	0	0	0
Дунайський р-н		59,2	208	302	3,2	196	1,28	0	0,02	0,03	0,07	0,02	0,01	0
TW5	дно	25,6	86,8	128	1,51	90,8	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0
Дунайський р-н		25,1	101	126	1,1	72,3	0,05	0	0,03	0,03	0,02	0	0,02	0

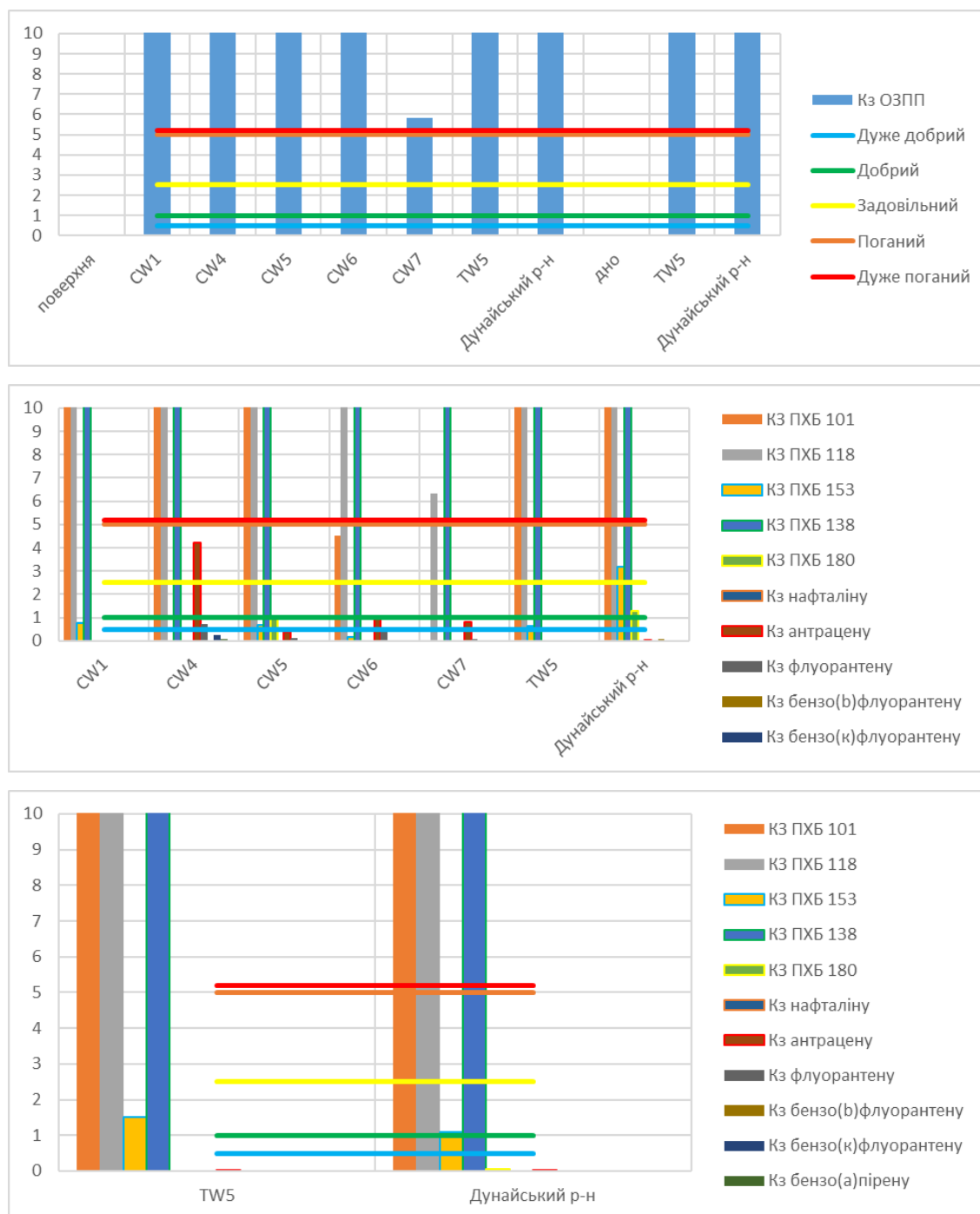


Рисунок 1.24 – Коефіцієнт забруднення води органічними речовинами промислового походження окремих районів Чорного моря у 2020 р. а) – Кз ОЗПП поверхневого та придонного шару води; б) – Кз ПХБ поверхневого шару води; в) – Кз ПХБ придонного шару води.

У 2020 році Кз ОЗПП по всіх районах відповідають дуже поганому екологічному стану.

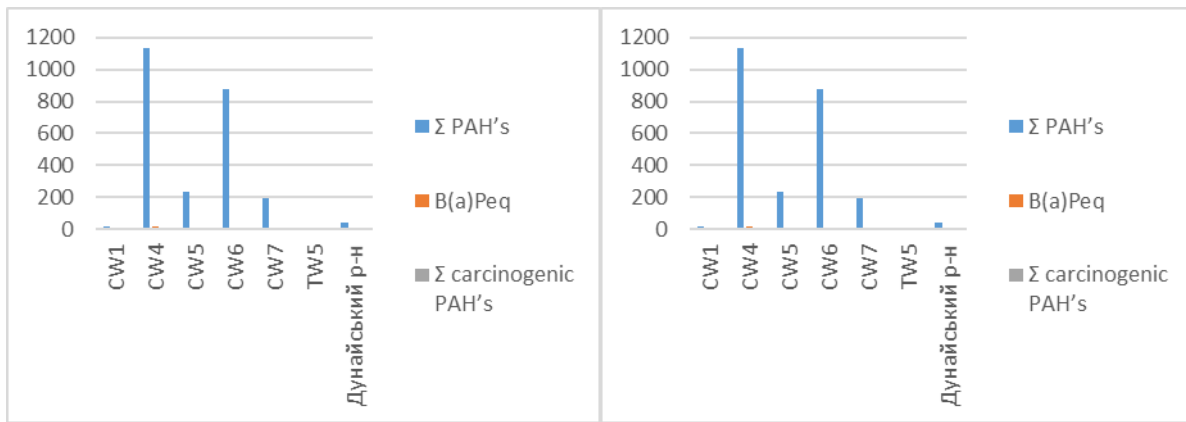
Високі концентрації цих ЗР також були зафіксовані в наступних районах:

- в поверхневому шарі води Дунайського району та в придонному шарі в районі TW5 концентрації ПХБ 153, Кз ПХБ 153 відповідали поганому та задовільному екологічному стану.

В табл. 1.4 та на рис. 1.25 наведені середні значення суми ПАВ (Σ ПАВ), бензо(а)перенового еквіваленту (B(a)P_{eq}) та суми канцерогенних ПАВ (Σ carc ПАВ) в морському середовищі.

Таблиця 1.4 - Сума ПАВ, бензо(а)переновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ морської води у 2020 році

Район	Σ ПАВ	B(a)P _{eq}	Σ carc ПАВ	Σ ПАВ	B(a)P _{eq}	Σ carc ПАВ
	поверхневий шар води			придонний шар води		
CW1	14,19	0,86	1,25			
CW4	1137,95	13,31	11,07			
CW5	234,69	4,52	2,44			
CW6	879,88	4,13	0,65			
CW7	192,32	1,43	0			
TW5	7,97	0,58	0,38	12,31	0,09	0
Дунайський р-н	38,37	1,36	3,11	57,42	1,62	1,95



а)

б)

Рисунок 1.25 – Середні значення Σ ПАВ, B(a)Peq та Σ sarc ПАВ в поверхневому та придонному шарі води по районах у 2020 році (а – поверхневий шар, б) – придонний шар).

Стан забруднення донних відкладів

Стан забруднення ДВ оцінювався за такими ЗР як: ТМ, ХОП та ПАВ.

Шкала оцінки екологічного стану ДВ за допомогою Кз:

для ТМ:

для органічних сполук:

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

Екологічна оцінка стану донних відкладів по районах за вмістом токсичних металів

Коефіцієнти забруднення ТМ в донних відкладах по районах в 2020 році наведені в табл. 1.5 та на рис. 1.26. Для токсичних металів Кз розраховувався у відношенні ЕН.

Таблиця 1.5 - Коефіцієнти забруднення токсичних металів в донних відкладах по районах у 2020 році

Район	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Cr	Кз Cu	Кз As	Кз Hg	Кз Pb	Кз Zn	Кз Ni	Кз Co
CW1	0,1	0,07	0,03	0,11	0,14	0,11	0,06	0,18	0,09	0,12
TW5	0,48	0,22	0,68	0,83	0,35	0,36	0,23	0,6	0,49	0,55
Дунайський район	0,54	0,3	0,67	0,76	0,33	0,55	0,27	0,64	0,91	0,47

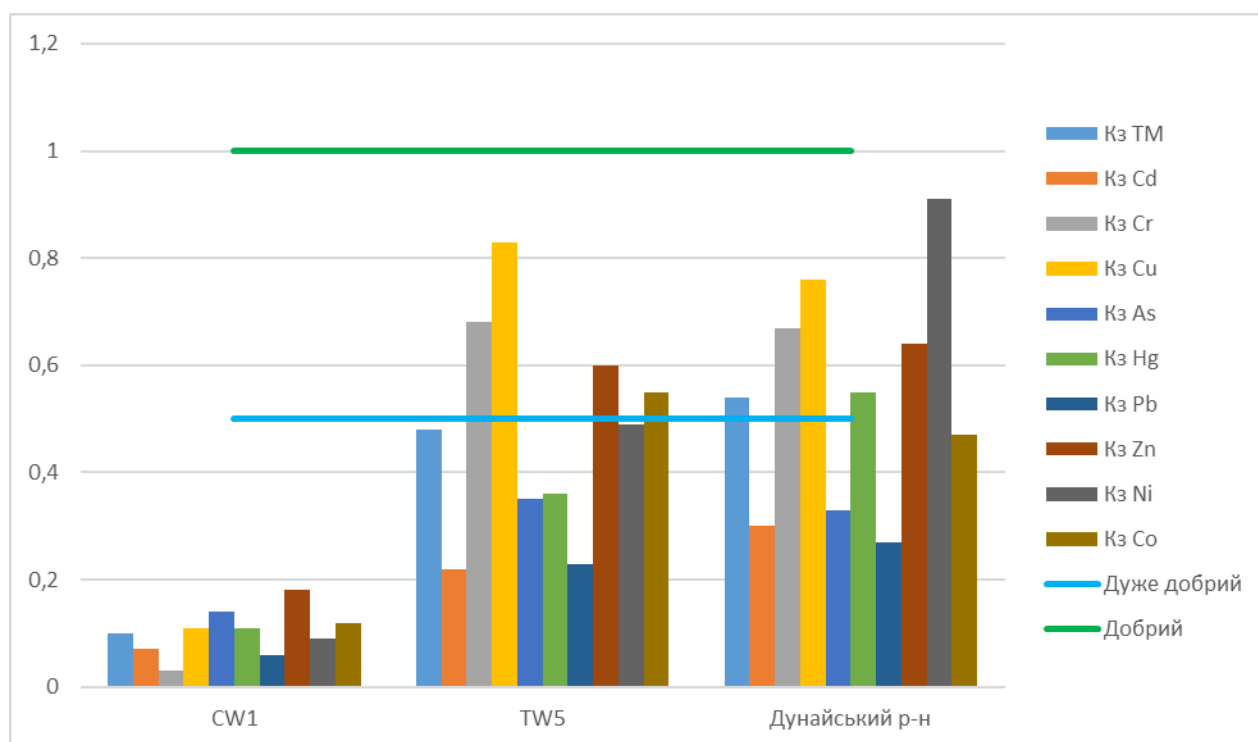


Рисунок 1.26 – Коефіцієнти забруднення токсичних металів донних відкладів по районах у 2020 р.

В цілому Кз ТМ по всім районах відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану.

Екологічна оцінка стану донних відкладів по районах за вмістом органічних забруднюючих речовин сільськогосподарського походження

В табл. 1.6 та на рис. 1.27 наведені Кз ОЗСП в донних відкладах по районах в 2020 році. Для ОЗСП Кз розраховувався по відношенню до граничних концентрацій з ЕН.

Таблиця 1.6 - Коефіцієнти забруднення органічних забруднюючих речовин сільськогосподарського походження в донних відкладах по районах у 2020 році

Район	Кз ОЗСП	Кз Σ ДДТ	Кз α - НСН	Кз β - НСН	Кз ліндан	Кз Σ НСН	Кз гексахлорбензолу	Кз гептахлору	Кз алдрину	Кз дільдрину
TW5	2,52	19,36	0,36	0	0	0,18	0,26	0,1	0	2,44
Дунайський р-н	6,23	36,93	0,54	0,05	14,43	0,43	0,3	0,21	0,19	2,98

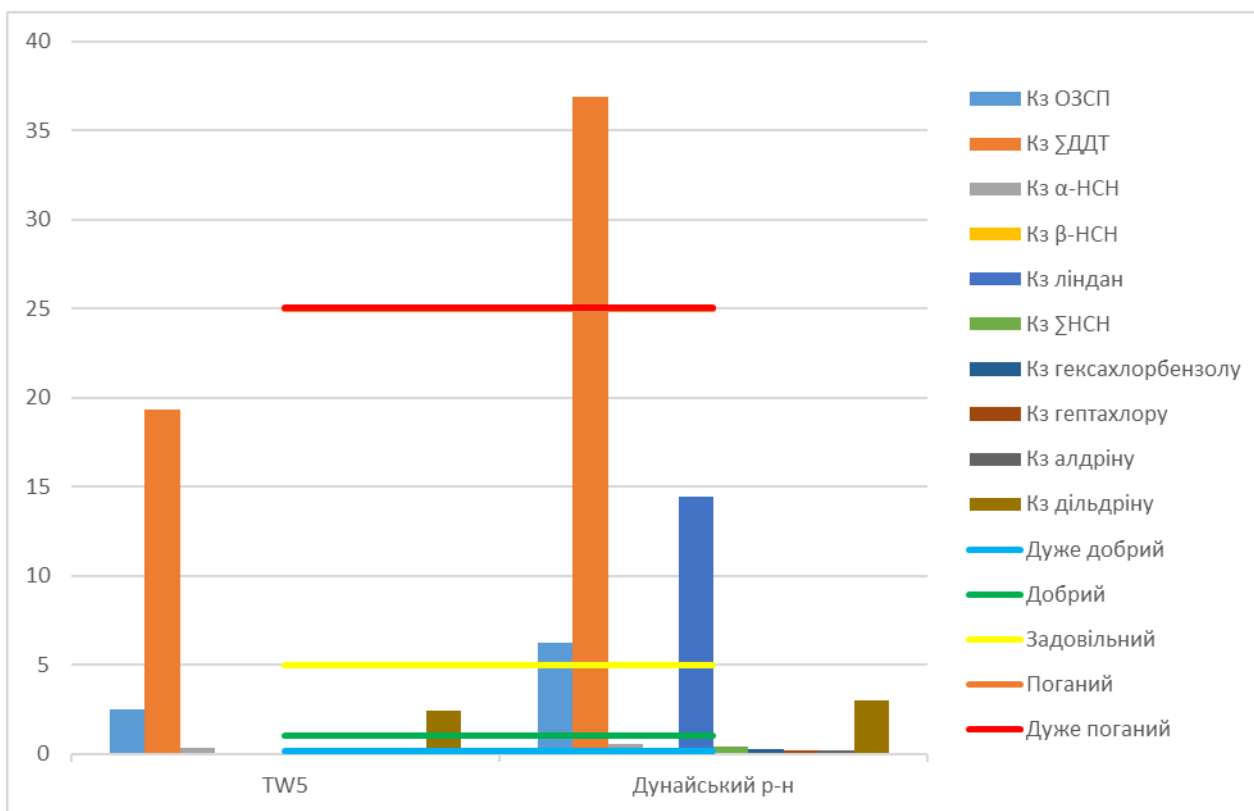


Рисунок 1.27 - Коефіцієнти забруднення органічних забруднюючих речовин сільськогосподарського походження в донних відкладах по районах у 2020 р.

Згідно розрахованих Кз ОЗСП відповідно до донних відкладів відмічене по районах наступні показники екологічного стану:

- стан донних відкладів в водному масиві TW5 Кз ОЗСП відповідає задовільному екологічному стану, Кз Σ ДДТ відповідає поганому екологічному стану та Кз ділдрину відповідає задовільному екологічному стану.

- в Дунайському районі Кз хлорорганічних пестицидів відповідає поганому екологічному стану, зафіксовано високий рівень забруднення Σ ДДТ, лінданом та ділдрином (Кз Σ ДДТ та Кз ліндану відповідає дуже поганому та поганому екологічному стану, Кз ділдрину відповідає задовільному екологічному стану).

Екологічна оцінка стану донних відкладів по районах за вмістом органічних забруднюючих речовин промислового походження

В табл. 1.7 та на рис. 1.28 наведені Кз ОЗПП в донних відкладах по районах у 2020 році. Кз окремих ОЗПП розраховувався в відношенні до граничних концентрацій за ЕН.

Таблиця 1.7 - Коефіцієнти забруднення органічних забруднюючих речовин промислового походження в донних відкладах по районах у 2020 році

Район	Кз ОЗПП	Кз Аг-1254	Кз Аг-1260	Кз нафталіну	Кз фенантрєну	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(а)антрацену	Кз Хрізену	Кз бензо(к)флуорантену	Кз бензо(а)пірену	Кз індено(1,2,3сd)пірен	Кз бензо(г,х,і)перілену
TW5	0,05	0,53	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Дунайський р-н	0,15	1,16	0,06	0,16	0,03	0,02	0,1	0,08	0,01	0,06	0,06	0,04	0,04

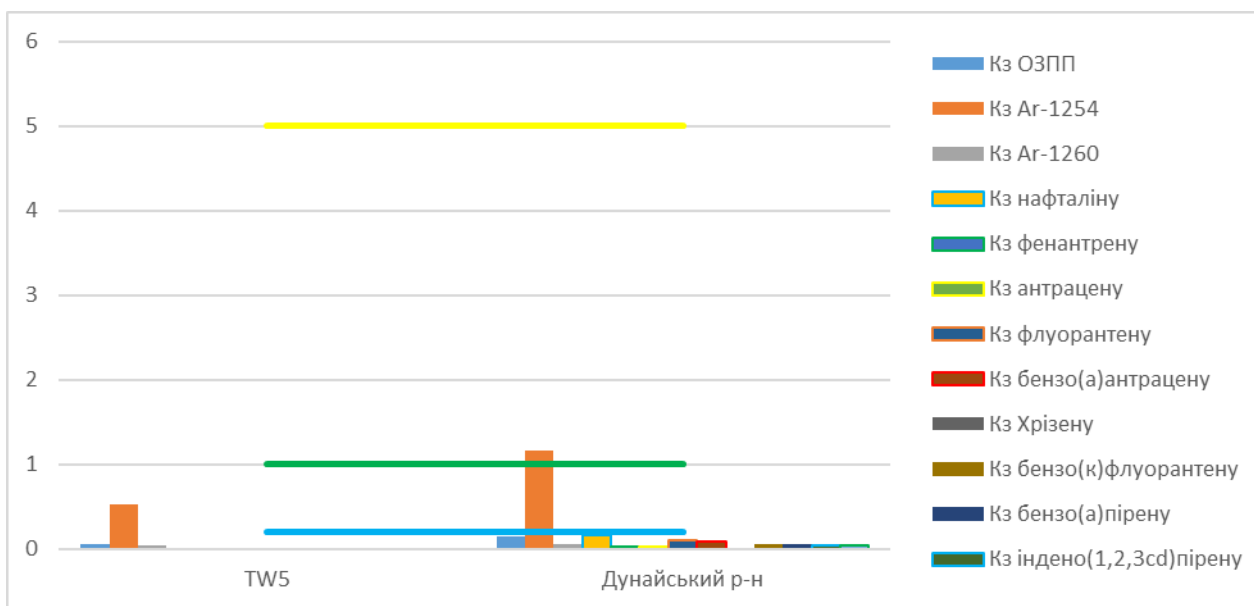


Рисунок 1.28 – Коефіцієнти забруднення органічних забруднюючих речовин промислового походження донних відкладів по районах у 2020 році.

В цілому відмічене, що по всім дослідженим районам Кз ОЗПП відповідає доброму екологічному стану, але були зафіксовані підвищені концентрації групи ПХБ (Ar-1254) в Дунайському районі (Кз Ar-1254 відповідає задовільному екологічному стану).

В табл. 1.8 наведені середні значення Σ ПАВ, $B(a)P_{eq}$, Σ канцерогенних ПАВ та геохімічні маркери, які розраховані по середнім значенням концентрацій ПАВ для донних відкладів по районах у 2020 р. Були використані геохімічні маркери, такі як відношення фенантрени до антрацену (Ph/An), відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрени ($(Py+Flu)/(Chr+Ph)$), відношення антрацену до суми сполук з молекулярною масою 178 ($An/178$), відношення флуорантену до пірену (Flu/Py), відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену ($Flu/(Flu+Py)$), відношення бензо(а)антрацену до суми сполук з молекулярною масою 228 ($BaA/228$).

Таблиця 1.8 - Середні концентрації поліароматичних вуглеводнів та геохімічні маркери донних відкладів в 2020 році.

Район	Σ ПАВ	B(a)P _{eq}	Сума канцерогенних ПАВ	Ph/An	(Py+Flu)/(Chr+Ph)	An/178	Flu/Py	Flu/Flu+Py	BaA/228
TW5	0,07	0,002	0				0	0	
Дунайський р-н	15,2	2,905	10,6	1,9	1,7	0,3	1,0	0,5	0,9

Сума канцерогенних ПАВ перевищує B(a)P_{eq} в Дунайському районі. Це може характеризувати присутність сполук, що не надають високий токсичний вплив на біологічні об'єкти, але можуть накопичуватись в них.

В табл. 1.9 наведена оцінка характеру забруднення ПАВ та ймовірних джерел їхнього надходження за геохімічними маркерами.

Таблиця 1.9 - Оцінка характеру забруднення поліароматичними вуглеводнями у 2020 році

Район	Оцінка Ph/An (вірогідність 66,7%)	Оцінка (Py+Flu)/(Chr+Ph) (вірогідність 70,8%)	Оцінка An/178 (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Py (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Flu+Py (вірогідність 79,2%)	Оцінка BaA/228 (вірогідність 66,7%)	Класифікація проб за забрудненістю
TW5				петрогенні ПАВ	петрогенні ПАВ (більшість НП та продуктів їх горіння)		мало забруднені
Дунайський р-н	пірогенні ПАУ	пірогенні ПАВ	ПАВ з дизельного масла, сланцевого масла, вугілля та деякі зразки сирої нафти	спалювання вугілля	пірогенні ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та деревини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені

В донних відкладах водного масиву TW5 переважають ЗР, які надходять без участі процесів горіння. В дунайському районі в донних відкладах переважають ЗР, які надходять від процесів горіння сировини та палива.

По ступеню забрудненості донних відкладів водний масив TW5 та Дунайський район характеризуються як мало забруднені.

1.4 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування

Протягом 2020 року були здійснені оцінка та діагноз екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ методами біотестування та біоіндикації по фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показниках розвитку тест-об'єктів (дорослих мідій та їхніх личинок) і організмів-індикаторів (водоростей мікрофітобентосу), що перебували під впливом наступних чинників:

- антропогенних, таких як рекреаційне навантаження, скиди господарсько-побутових, дренажних та санаторних стоків, проведення портових операцій, тощо;

- природних, серед яких температура і солоність водних мас, штормові явища, надмірні опади, потужні смерчі були найсуттєвішими.

Влітку 2020 року екологічні характеристики досліджених вод значно покращилися порівняно з торішніми (у всіх протестованих водах утворилося нормально сформованих личинок у 6,0-6,6 рази більше). Кращими, в екологічному розумінні, серед протестованих влітку морських вод були довкілля пляжу «Аркадія» та акваторії біля мису Малий Фонтан (CW5), у водах яких утворилося по 52,7 % тест-об'єктів нормальної морфології. Тобто ці досліджені води мали ДЕС.

Восени під час біотестування якості поверхневих вод на личинках мідій було виявлено значне покращення якості водного довкілля вздовж прибережжя ПЗЧМ від Одеського порту (CW6) до пляжу смт Затока (CW4) (рис. 1.29).

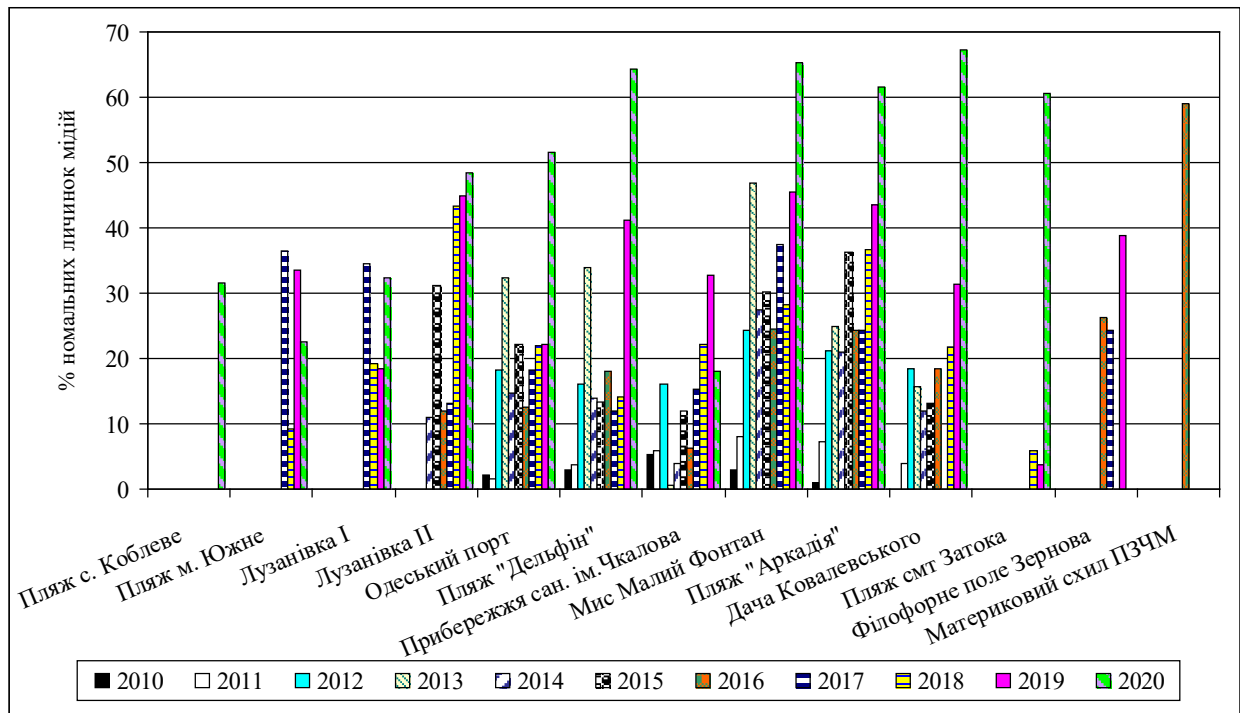


Рисунок 1.29 – Кількість нормально розвинутих личинок мідій при біотестуванні якості вод прибережних і відкритих ділянок ПЗЧМ в осінні сезони 2010-2020 років (%).

Цим водам був притаманний ДЕС, який характеризувався утворенням в них більшої (на 0,7-7,3 %) кількості морфологічно нормальних протісоконхів мідій, ніж у кращій за екологічними властивостями для розвитку цих тест-об'єктів воді, відібраній із зони материкового схилу ПЗЧМ у 2016 році.

А саме було встановлено, що найкращим екологічним станом (за показником відсотку нормально розвинутих личинок мідій при тестуванні якості вод) характеризувалися довкілля ряду ділянок з водних масивів:

- CW5 (Дача Ковалевського – 67,2 %, прибережжя мису Малий Фонтан – 65,2 %, пляжі «Дельфін» і «Аркадія» – 64,3 % та 61,6 %, відповідно);
- CW4 (пляж бази відпочинку «Альбатрос» в Затоці – 60,6 %).

Проведене восени біотестування якості морського довкілля різних за антропогенним навантаженням водних масивів Дністровського та Дніпро-Бузького районів ПЗЧМ за личинковим тестом (на мідіях) виявило значне покращення екологічних властивостей досліджених вод у 2020 році і зростання їх якості в ряду: CW7 → CW6 → CW5 → CW4.

При біоіндикації стану довкілля водних масивів ПЗЧМ зареєстровано 158 видів бентосних мікроводоростей. У таксономічному складі мікрофітів з різних субстратів переважали полі- та мезогалобні і β -мезосапробні діатомеї – показники помірного органічного забруднення середовища (рис. 1.30).

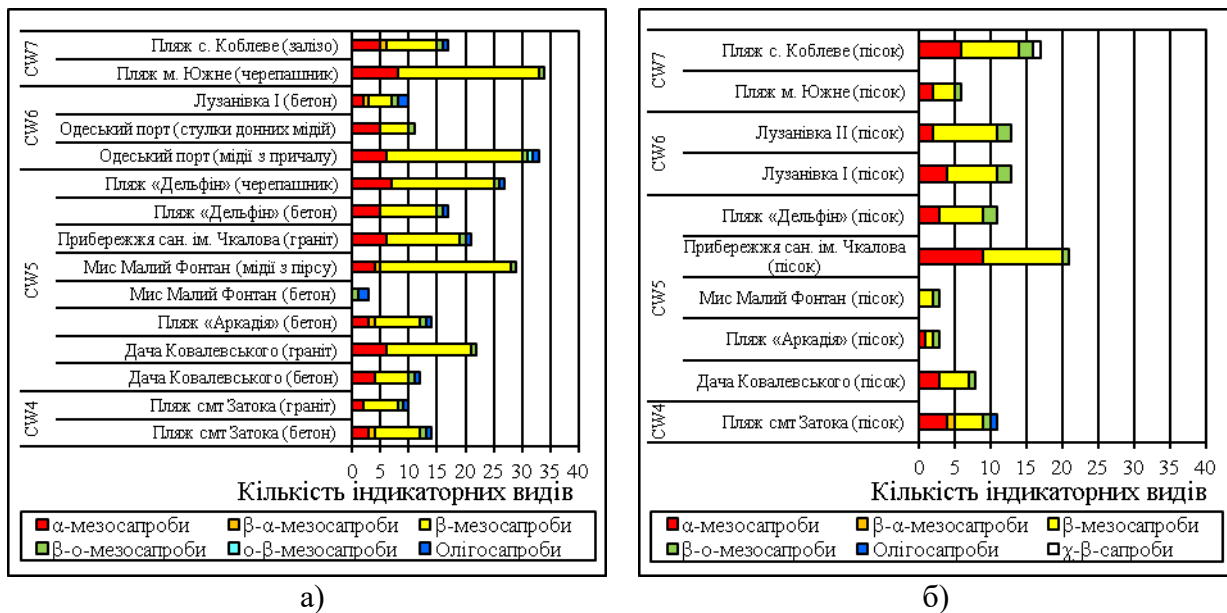


Рисунок 1.30 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих (а) та пухких (б) субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2020 року.

В антропогенізованих морських ділянках – прибережжях санаторію ім. Чкалова та на пляжі «Дельфін» (CW5), в Одеському порту (CW6) і коло с. Коблеве (CW7) кількість α -мезосапробів була значною.

Найчисельнішими серед бентосних мікрофітів були ціанопрокаріоти та діатомеї. За біомасою домінували крупноклітинні діатомові водорості. За систематичними та кількісними показниками розвитку мікрофітобентосу найбільш евтрофікованими були морські ділянки, розташовані поблизу санаторію ім. Чкалова (CW5) та с. Коблево (CW7), а умовно чистою виявилася акваторія біля мису Малий Фонтан (CW5).

Восени на більшості ділянок моря в мікрофітобентосі масово вегетувала потенційно токсична дінофітова водорість *Lingulodinium polyedra*, що здатна викликати у людини паралітичне молюскове отруєння. Але самі молюски роду *Mytilus* до токсинів часто не чутливі.

Таким чином, вперше за останні 11 років моніторингових досліджень стану довкілля Дністровського та Дніпро-Бузького районів ПЗЧМ за методами біотестування та біоіндикації з використанням показників розвитку мідій різних вікових стадій та мікрофітобентосу показали, що середовища водних масивів CW4, CW5 та CW6 восени відповідали екологічному класу вод «добрий», а всі інші досліджені прибережні зони моря – класу «задовільний». Окремо слід зазначити, що акваторії, розташовані біля Дачі Ковалевського та мису Малий Фонтан (обидві з CW5), мали найкращі екологічні властивості довкілля для розвитку гідробіонтів у прибережних водах.

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.

Біоценози займають важливу роль у ключових екосистемних процесах (первинна продукція, харчові мережі, рециркуляція і т. д.). Але вони піддаються антропогенному впливу, який створює ризик їх функціональності.

Особливо велике різноманіття гідробіонтів спостерігається в прибережних районах на малих глибинах.

2.1 Стан планктонних угруповань Чорного моря

Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону в прибережних водних масивах

Під час дослідження прибережних водних масивів Одеської регіону було знайдено 95 таксонів мікроводоростей (43 у червні та 75 у жовтні), що належали до 15 класів: Bacillariophyceae 49, Dinophyceae 28, Cyanophyceae 5, Chlorophyceae 2, Chlorodendrophyceae 1, Ulvophyceae 1, Chrysophyceae 1, Cryptophyceae 1, Dictyochophyceae 1, Ebriophyceae 1, Euglenoidea 1, Prasinophyceae 1, Prymnesiophyceae 1, Xanthophyceae 1, Imbricatea 1. Як і на реперних станціях, основу видового різноманіття складав діатомово-дінофітовий комплекс видів. Влітку найбільше число видів було знайдено в акваторії пляжу Дельфін (CW5), восени – в акваторії пляжу Аркадія (CW5), Коблево (CW7) та порту Одеса (CW6). Видове різноманіття мікроводоростей у «гарячих точках» Одеського регіону представлено на рис. 2. 1.

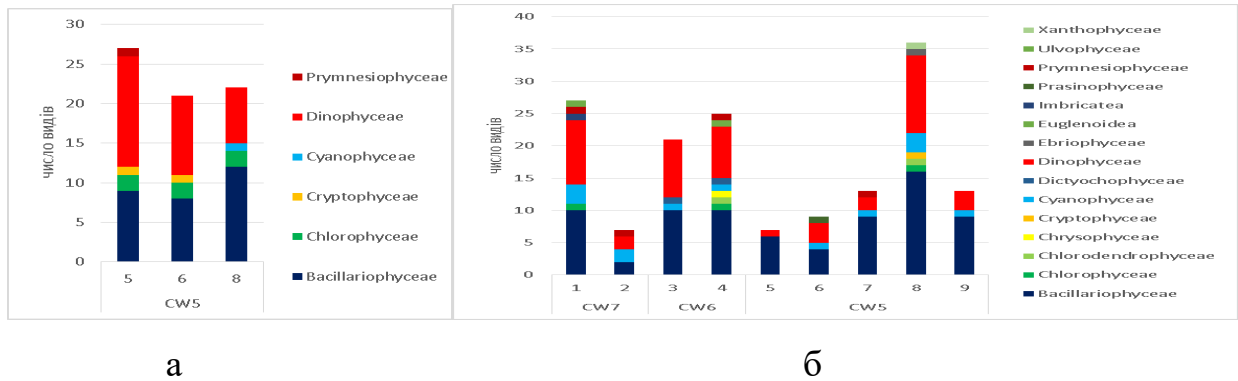


Рисунок 2. 1 - Видове різноманіття мікроводоростей в прибережних морських масивах Одеського регіону у 2020 році (1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського), а) червень, 2020 р.; б) жовтень, 2020 р.).

Індекс видового різноманіття за Шенноном влітку змінювався від 1,52 до 2,6 восени від 1,75 до 0,40 (рис. 2. 2).

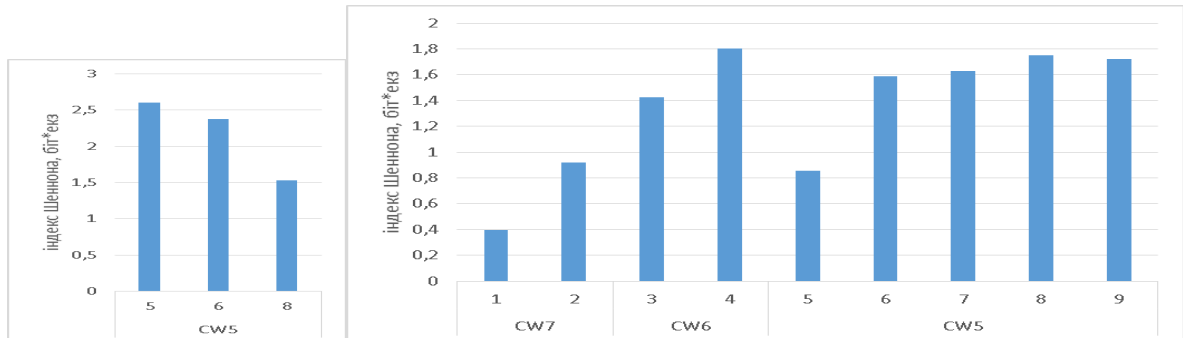


Рисунок 2.2 - Зміни індексу видового різноманіття за Шенноном у прибережних водних масивах Одеського регіону (1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського)), а) червень, 2020 р.; б) жовтень, 2020 р.).

Під час літніх зйомок найвищі значення спостерігались на станції Дельфін (CW5), а найнижчі – на станції Аркадія (CW5), восени навпаки, на станції Аркадія (CW5) значення були найвищими, а найнижчими – на станції Коблево (CW7), де спостерігалось «цвітіння» води.

Кількісні показники в період дослідження були досить низькими. Влітку чисельність варіювала від 37 до 133 тис. кл · л⁻¹, біомаса – від 68 до 105 мг · м⁻³, восени – від 6 до 311 тис. кл · л⁻¹, та від 30 до 916 мг · м⁻³ відповідно, за винятком однієї станції у водному тілі CW7, де спостерігалось «цвітіння» води із загальною чисельністю мікроводоростей 2,8 млн.кл · л⁻¹ та біомасою 43,96 г · м⁻³. Під час дослідження «гарячих точок» Одеського регіону у 2020 році у червні цвітінь не було відмічене, у жовтні цвітіння було відмічене тільки на станції Коблево (CW7).

Зоопланктон

Протягом 2020 року у всіх досліджуваних акваторіях було ідентифіковано 63 таксонів ранга виду та вище морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Основу біорізноманіття складали копеподи, однак більшою частиною за рахунок бенто-пелагічних видів рядів Harpacticoida та Canueloida (*Canuella perplexa*, *Clytemnestra* sp., *Dactylopusia* sp., *Ectinosoma* sp., *Harpacticus* sp., *Heterolaophonte* sp., *Metis ignea*, *Thalestris longimana*. *Harpacticoida* gen. sp.). Однак, знахідка роду *Clytemnestra* sp. мала одиничний характер, до того ж представники цього роду раніше не відмічалися у Чорному морі. Ряди Calanoida і Cyclopoida були представлені 10 таксонами (*Acartia* (*Acartiura*) *clausi*, *Centropages ponticus*, *Eurytemora velox*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*), ряд Monstrilloida – 1 таксоном (*Monstrilla grandis*). Також різноманітним був меропланктон – 10 таксонів (*Balanus* sp., *Bivalvia* gen. sp., *Bryozoa* gen. sp., *Decapoda* grn. sp., *Gastropoda* gen. sp., *Nereis* sp., *Polyphaeta* sp.,

Prionospio sp., *Spio filicornis*, *Phoronis euxinocola*). Кладощери були представлені 8 таксонами (*Evadne spinifera*, *Penilia avirostris*, *Pleopis polyphemoides*, *Podonevadne trigona*, *Pseudevadne tergestina*, *Bosmina (Bosmina) longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Moina micrura*), коловертки – 7 таксонами (*Asplanchna priodonta*, *Brachionus forficula*, *Synchaeta baltica*, *Brachionus calyciflorus calyciflorus*, *Brachionus calyciflorus amphiceros*, *Brachionus calyciflorus spinosus*, *Rotatoria g. sp.*), найпростіші – 3 (*Noctiluca scintillans*, *Aubinina perlicida*, *Tintinnina gen. sp.*) таксонами. Желетілі – 3 таксонами (*Aurelia aurita*, *Beroe ovata*, *Hydromedusa gen. sp.*). Інші організми були представлені 12 таксонами (*Amphipoda g. sp.*, *Chironomidae g. sp.*, *Cumacea g. sp.*, *Insecta gen. sp.*, *Isopoda gen. sp.*, *Nematoda gen. sp.*, *Oikopleura (Vexillaria) dioica*, *Ostracoda g.sp.*, *Palaemon elegans*, *Parasagitta setosa*, *Pisces larvae*, *Hydrachnididae gen. sp.*).

Таксономічний склад мезозопланктону у прибережній зоні Одеського регіону протягом 2020 року представлений на рис. 2.3.

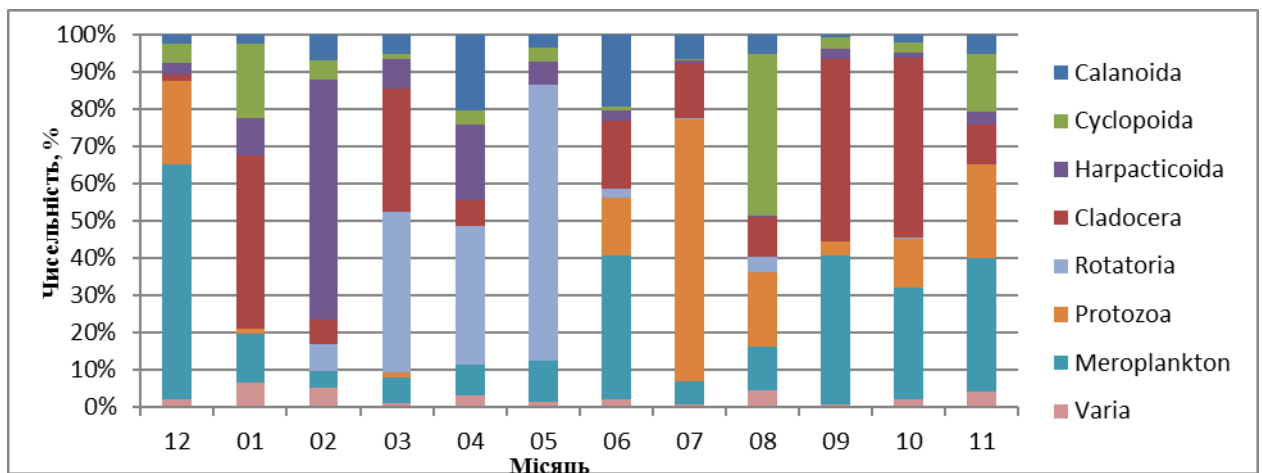


Рисунок 2.3 – Вклад різних таксонів у формування чисельності мезозопланктону в Одеському регіоні у 2020 році.

Зимовий зоопланктон був більш чисельним та різноманітним ніж в минулі роки ($843 \text{ екз.} \cdot \text{м}^{-3}$ та $4,258 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ в середньому зимою 2020 року, проти 696

екз. $\cdot$ м⁻³ та 2,681 мг $\cdot$ м⁻³ в середньому зимою 2019 року, індекс Шенону складав у середньому $2,33 \pm 0,47$ біт $\cdot$ екз.⁻¹ зимою 2020 р. та $1,87 \pm 0,38$ біт $\cdot$ екз.⁻¹ зимою 2019). Ймовірно це пов'язано з більш високими значеннями температури у зимовий період 2020 року.

В пробах зустрічалися копеподи родів *Acartia*, *Oithona* та *Paracalanus*, чисельними були представники рядів Harpacticoida та Canueloida, також чисельними були кладоцери роду *Pleopis*, які є індикатором евтрофування, були присутні організми меропланктону.

Із березня починає зростати чисельність мезозoopланктону, в пробах з'являються коловертки, демонструючи у березні максимальну чисельність та різноманітність цієї групи. Також зростає чисельність та розмаїття копепод, однак максимальну чисельність вони демонструють пізніше, у липні, коли спостерігається перший максимум розвитку мезозoopланктону (20 248 екз. $\cdot$ м⁻³ та 420,394 мг $\cdot$ м⁻³), представлений здебільшого копеподами та організмами меропланктону. У червні в пробах зустрічається копепода роду *Monstrila*, яка є індикаторним організмом та може свідчити про покращення стану середовища. Максимум розвитку гетеротрофної флагелляти *Noctiluka scintillans*, яка є індикатором евтрофування, також приходить на липень. В серпні чисельність та біомаса мезозoopланктону скорочується. Однак, в середині вересня в пробах знову з'являються меропланктонні організми та у жовтні спостерігається другий, осінній максимум розвитку мезозoopланктону (8 007 екз. $\cdot$ м⁻³ та 61,193 мг $\cdot$ м⁻³). Після цього чисельність, біомаса та розмаїття скорочується та у листопаді приймає характерний для зими вигляд. Зазвичай перший максимум розвитку мезозoopланктону приходить на квітень-червень, та є меншим за значеннями у порівнянні із другим, однак у 2020 році перший максимум зареєстрували у липні та він був значно більшим як за чисельністю так і за біомасою.

Зміну чисельності і біомаси мезозoopланктону протягом 2020 року в Одеському регіоні відображено на рис. 2.4 – 2.5.

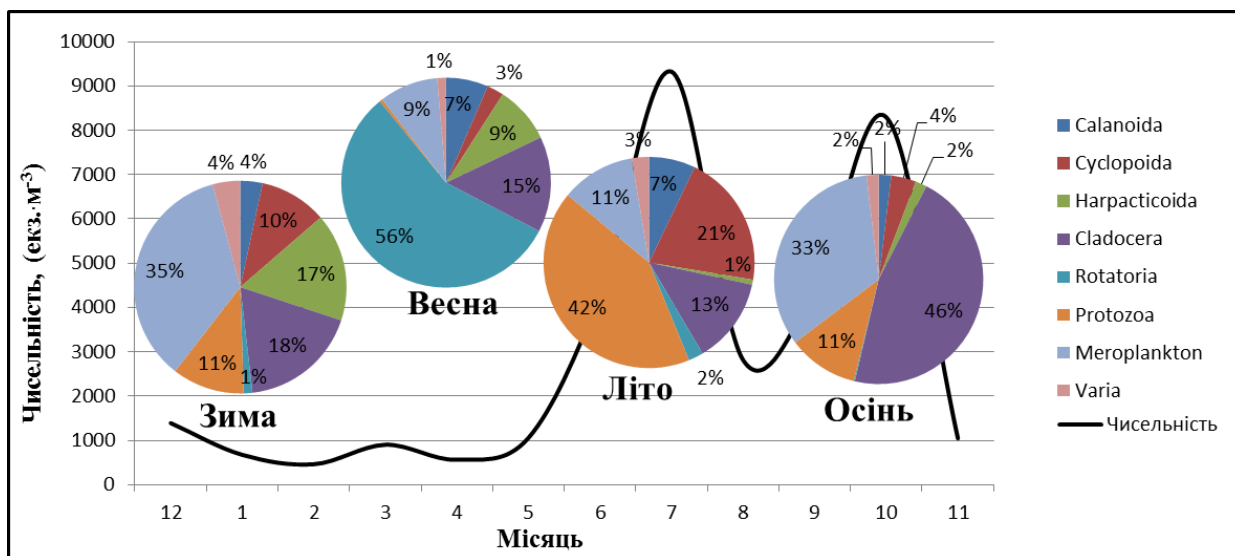


Рисунок 2.4 – Середня чисельність (екз. · м⁻³) мезозoopланктону в Одеському регіоні у 2020 році.

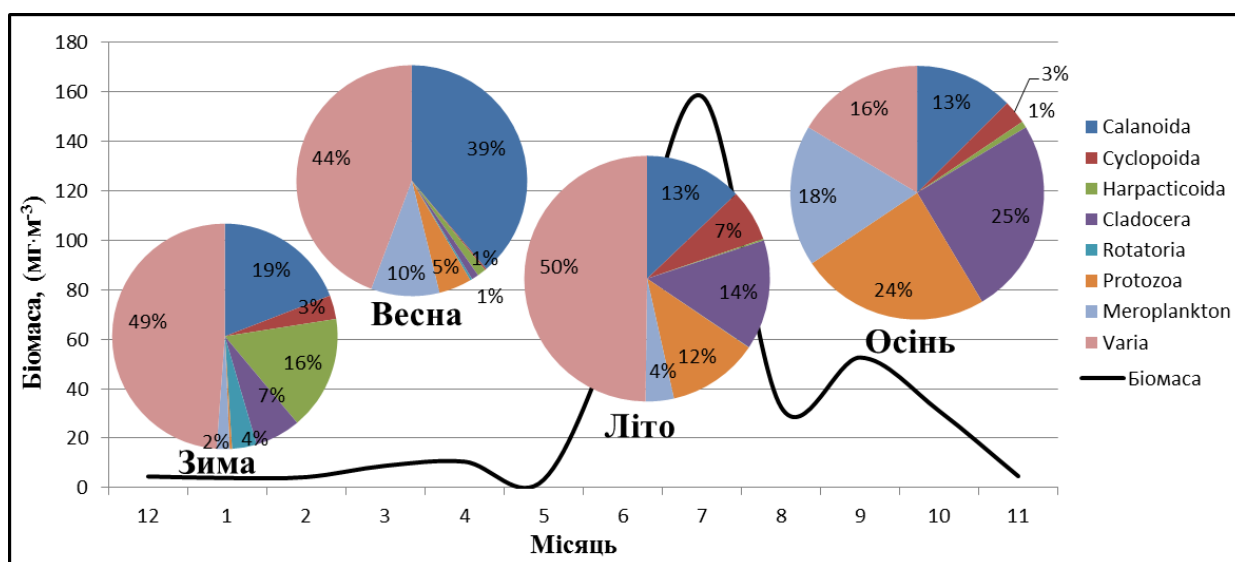


Рисунок 2.5 – Середня біомаса (мг · м⁻³) мезозoopланктону в Одеському регіоні у 2020 році.

Протягом 2020 року показники чисельності та біомаси складали у середньому 7262 ± 18782 екз. $\cdot$ м⁻³ та $99,44 \pm 245,613$ екз. $\cdot$ м⁻³.

Індекс розмаїття Шеннона змінювався від 0,54 біт $\cdot$ екз.⁻¹ у листопаді до 3,10 біт $\cdot$ екз.⁻¹ у травні та складав у середньому $2,09 \pm 0,70$ біт $\cdot$ екз.⁻¹, що відображено на рис. 2.6.

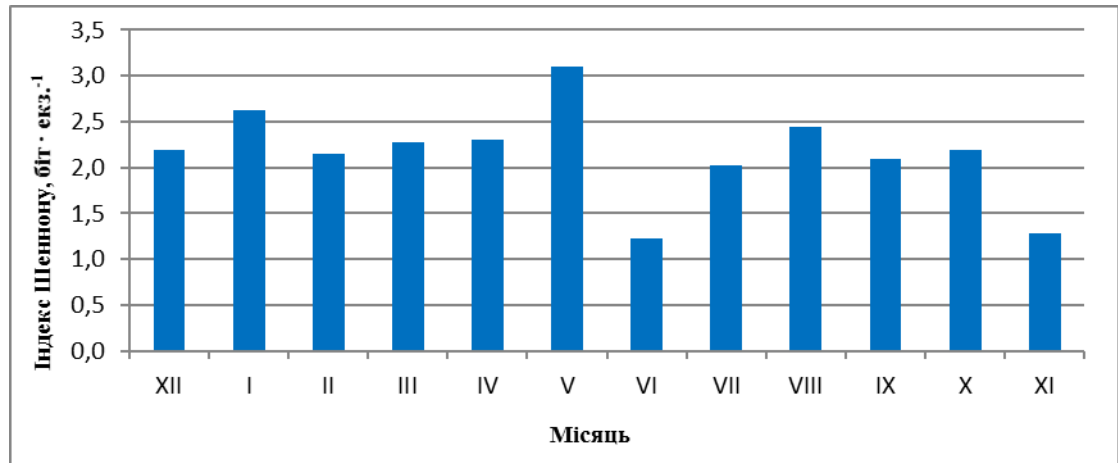


Рисунок 2.6 – Індекс Шеннона (за чисельністю) зоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році.

Найбільші показники чисельності та біомаси були зареєстровані на водному масиві CW6. Там же спостерігався найвищий показник різноманіття за індексом Шеннона. Однак найліпші показники частки у загальній біомасі *N.scintillans* та веслоногих раків *Copepoda* спостерігалися на масиві CW7. Водний масив CW5 продемонстрував низькі показники за всіма параметрами окрім розмаїття як влітку так і восени.

В цілому за рік стан середовища за часткою ноктілюки можна охарактеризувати як відмінний, до того ж за багаторічними показниками спостерігається тенденція до зниження частки ноктілюки у загальній біомасі

мезозoopланктону, що вказує на поступове покращення стану морської прибережної акваторії.

2.2 Стан бентосних угруповань Чорного моря

Зообентос

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють ракоподібні (Crustacea), молюски (Mollusca) і хробаки (Vermes). В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя Одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 до 10 м) зареєстровано 34 таксони, що представлено на рис. 2.7.

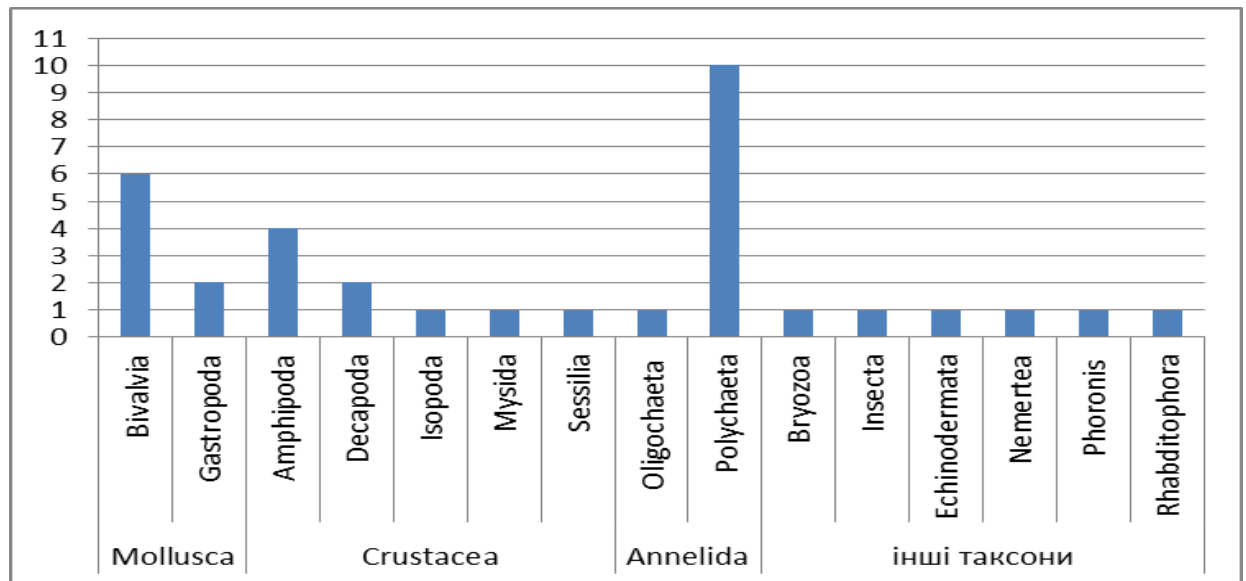


Рисунок 2.7 - Таксономічний склад макрозообентосу прибережних водних масивів у 2020 році.

Просторовий розподіл макрозообентосу прибережної смуги неоднорідний і залежить в основному від характеру ґрунту, глибини, зовнішніх гідрологічних

змін, розташування (відстані) від гідротехнічних споруд та також зростаючого антропогенного впливу у літній період.

Критерії для оцінки бентосних біоценозів представлені в таблиці 3.1, за екологічними групами в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Критерії оцінки екологічного стану бентосних біоценозів

Стан	ДЕС		Не-ДЕС		
	Високий	Добрий	Помірний	Бідний	Поганий
Н' для м'яких ґрунтів	$\geq 3,3$	2,5-3,3	1,8-2,5	1,1-1,8	$< 1,1$
Н' для піщаних і змішаних ґрунтів	≥ 4	3,1-4	2,2-3,1	1,3-2,2	$< 1,3$
AMBI	0,2 - 1,2	1,2 - 3,3	3,3 - 4,3	4,3 - 5,5	5,5 - 7,0
M-AMBI	≥ 0.85	0,6-0,85	0,39-0,6	0,2-0,39	$< 0,2$

В досліджуваних прибережних водних масивах виявлено 6 угруповань макрзообентосу. Характеристики угруповань водних масивів подано у відповідності до дескрипторів 1, 4 та 6.

Угруповання *Mytilus galloprovincialis* - *Alitta succinea*

D 1: До складу макрзообентосу входило 27 таксонів рангом виду і вище, з них найбільшою різноманітністю відрізнялися Polychaeta - 8, Crustacea - 8, інші групи були представлені менш різноманітно, так на частку Mollusca доводилося - 5 видів, інші таксони представлені 1-2 видами. Чисельність становила від 0,5 до 4,5 екз. / м² ($2,3 \pm 0,5$ екз. / м²), а біомаса від 5 до 1800 г / м² (218 ± 185 г / м²), індекс Шеннону 1,6-2,3.

D 4: Домінантою за біомасою в угрупованні були фільтратори *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, на частку яких доводилося від 80 до 95 % біомаси, при цьому їх частка за чисельністю не перевищувала 25 %. Поліхети *Alitta succinea*, *Capitella capitata*, *Nephtys hombergii*, *Spio filicornis* відносяться трофічної групи зі змішаним типом харчування: збирачі-сейстонофаги, які давали вклад в чисельність до 50%.

D 6: Співвідношення груп видів за відношенням до органічної речовини мало наступний характер: I – 8,2%, II - 7,2 %, III - 63,4 %, IV - 1,2 %, V - 20,1, що відповідає помірно порушеному стану, що також згідно із індексом AMBI (3,46) значення індексу M-AMBI коливалося від 0,59 до 0,95. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «добрий».

Угруповання *Lentidium mediterraneum*

D1: Угруповання відрізняється низьким біорізноманіття, виявлено всього 6 видів - *Lentidium mediterraneum* (O. G. Costa, 1830), *Mytilus galloprovincialis*, *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914, *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Tubificoides sp.*, *Spio filicornis*. Чисельність становила 2700 тис. екз. / м², а біомаса 21 г / м², індекс Шеннону 1,2. Всі показники були нижчі за торішні в 2-5 разів.

D4: Спільнота *Lentidium mediterraneum*: на частку виду домінанту припадало 95 % біомаси. При цьому значну частку чисельності до 45 % складали сумарно поліхети *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914 та молодь мідій *Mytilus galloprovincialis*.

D6: Спільнота формується на субстраті пісок-ракуша. Співвідношення груп видів за відношенням до органічної речовини мало наступний характер: I – 0 %, II – 53,1 %, III – 44,4 %, IV – 0 %, V – 2,5 %, індекс AMBI – 2,278, індекс M-AMBI - 0,6. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «не добрий».

Угруповання *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)

D1: Угруповання включало 10 видів - *Alitta succinea*, *Aonides paucibranchiata*, *Capitella capitata*, *Chamelea gallina*, *Lentidium mediterraneum*, *Mytilus galloprovincialis*, *Nephtys hombergii*, *Rissoa splendida* Eichwald, 1830, *Scolecopsis squamata* (O.F. Müller, 1776), *Spio filicornis*. Чисельність складала від 2,5 тис. екз. / м², а біомаса до 40 г / м², індекс за Шенноном 2,32.

D4: Домінантою за біомасою в угрупованні виявлені фільтратори *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) на частку яких доводилося до 85 % біомаси. Молодь мідій *Mytilus galloprovincialis* становила вклад в чисельність до 50 %.

D6: Угрупування формується на субстраті пісок-ракуша. Співвідношення груп видів за відношенням до органічної речовини мало наступний характер: I - 8,1 %, II - 4,1%, III - 85,1%, IV - 0%, V - 2,7, індекс AMBI – 2,8, індекс M-AMBI - 0,71. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «добрий».

Угрупування *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789) - *Alitta succinea*

D1: Угрупування характеризувалось бідним біорізноманіттям – 6 видів: *Abra nitida* (O.F. Müller, 1776), *Capitella capitata*, *Alitta succinea*, *Cerastoderma glaucum*, *Spio filicornis*, *Tubificoides sp.* Чисельність становила до 0,7 тис. екз. / м², а біомаса від 4 г / м², індекс за Шенноном 2,37.

D4: Домінантою за біомасою в угрупованні були фільтратори *Cerastoderma glaucum* та *Abra nitida*, на частку яких доводилося від 70 % до 90 % біомаси, при цьому їх частка за чисельністю варіювала в межах від 18 % до 20 %. При цьому поліхети - *Capitella capitata*, *Alitta succinea*, *Spio filicornis* складали від 75 % чисельності сумарно.

D6: Угрупування формувалися на наступних субстратах: замулений пісок, пісок-черепашиник, черепашиник. Співвідношення груп видів за відношенням до органічної речовини мало наступний характер: I – 0 %, II – 0 %, III - 59,1 %, IV – 0 %, V - 40,9 %, індекс AMBI – 4,2, індекс M-AMBI - 0,52. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «не добрий».

Угрупування *Abra nitida*

D1: В угрупованні виявлено 7 видів (*Abra nitida*, *Alitta succinea*, *Capitella capitata*, *Paramysis kroyeri* (Czerniavsky, 1882), *Polydora limicola* Annenkova,

1934, *Spio filicornis*, *Tubificoides sp.*). Чисельність становила до 0,7 тис. екз. / м², а біомаса від 2,7 г / м², індекс за Шенноном – 2,53.

D4: Домінантою за біомасою та чисельністю в угрупованні була *Abra nitida*, на частку якої доводилося 35 %.

D6: Угруповання формувалися на субстраті пісок-ракуша-камінь. Співвідношення груп видів за відношенням до органічної речовини мало наступний характер: I - 0 %, II – 9 %, III - 63,9 %, IV – 0 %, V – 27,3 %, індекс AMBI – 3,68, індекс M-AMBI - 0,60. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «не добрий».

Угруповання: *Spio filicornis*

D1: В угрупованні виявлено 10 видів (*Abra nitida*, *Alitta succinea*, *Capitella capitata*, *Chaetogammarus olivii*, *Dexamine spinosa* (Montagu, 1813), *Idotea balthica* (Pallas, 1772), *Nemertea*, *Polydora limicola*, *Spio filicornis*, *Tubificoides sp.*). Чисельність становила від 3,9 тис. екз. / м², а біомаса від 27,08 г / м², індекс за Шенноном – 2,36.

D4: Домінантою в угрупованні була *Spio filicornis*, на частку за біомасою та чисельністю припадало до 50 % загального достатку. Основні трофічні групи безхребетних в цьому угрупованні були детритофаги-збирачі.

D6: Угруповання формувалося на субстраті - пісок-ракуша-камінь. Співвідношення груп видів за відношенням до органічної речовини мало наступний характер: I – 0 %, II - 3,5 %, III - 76,5 %, IV – 0 %, V – 20 %, індекс AMBI – 3,55, індекс M-AMBI - 0.67. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «не добрий».

На основі проведеного аналізу добрим екологічним станом характеризувались лише 33 % досліджуваної площі бенталі прибережних водних масивів, а 67 % характеризувались як «не добрий» екологічний стан.

Макрофітобентос

В штормових викидах одеського прибережжя у 2020 році виявлено 26 видів макрофітів (2 види з роду *Zostera*), з них – 13 видів (2 види – морські трави), які були тільки у викидах.

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 було виявлено 40 видів: 38 бентосних водоростей та 2 види морських трав, що входять до 4 відділів: Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta та Tracheophyta, див. Додаток Д. Серед загального різноманіття водоростей-макрофітів домінують червоні водорості – 19 видів (47.5 %), друге місце займають зелені водорості – 17 видів (близько 42.5 %). Бурих водоростей виявлено лише два види (близько 5 %). Вклад Вищих водних рослин становив 5 %.

Провідними родинami за період досліджень були Cladophoraceae – 7 видів (17.5 %), Ulvaceae та Ceramiales – по 5 видів (12.5 %), Rhodomelaceae – 4 види (10 %), Acrochaetiaceae – три види (7.5 %). Інші родини представлені двома (Ulotrichaceae, Bangiaceae, Chordariaceae, Zosteraceae), або одним видом (Bryopsidaceae, Kornmanniaceae, Ulvellaceae, Goniotrichaceae, Hydrolithaceae, Callithamniaceae, Peyssonneliaceae, Erythrotrichiaceae).

Крім того, таке незначне біорізноманіття пояснюється перш за все літньо-осіннім відбором проб і як наслідок, відсутністю сезонно-зимових видів. В умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних акваторій у всіх досліджуваних акваторіях переважали зелені водорості. Знайдено 3 нових для Одеської затоки види макрофітів.

На ділянці CW5_6 (район сан. ім. Чкалова) влітку вперше для Одеського регіону ідентифіковано зелену пластинчасту водорість *Blidingia minima*. Вона

виступала другим домінантом з *Ulva intestinalis* і давала значну біомасу – $0.294 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$, яка перевищувала біомасу *Ulva* ($0.226 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$).

В літній період на ділянці CW5_7 (мис Малий Фонтан) на черепашках *Mytilus galloprovincialis* було знайдено нитчастий дрібний бурий макрофіт *Myriactula rivulariae* ((S/W)_x) Це сезонний літній, олігосапробний вид, холодноводний. У середині минулого століття вид був поширений в Одеському регіоні. Як можна бачити з рис. 2.8, на більшості станцій біорізноманіття зменшується від літа до осені, на деяких станціях – навпаки.

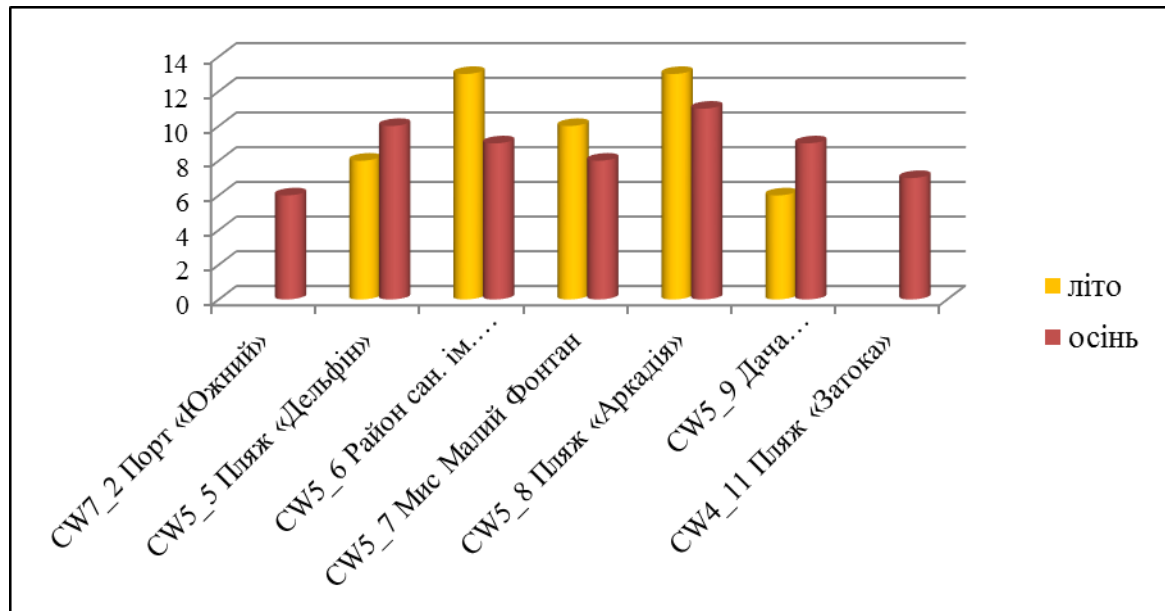


Рисунок 2.8 – Кількісний склад макрофітів по сезонах 2020 року.

Влітку біомаси макроводоростей досягають близько $1 - 1.5 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$, восени біомаси зменшуються. Спостерігається значне зменшення біомас від літа до осені, на деяких станціях в півтора-два рази.

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 лиш 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 змінами сезонів, іншими умовами, у тому числі антропогенними факторами.

Про це свідчать значні інтервали концентрацій та високі значення СКВ практично для усіх інгредієнтів. Найвищі ці показники характерні для загальних форм фосфору та азоту, фосфатів і амонійного азоту.

Максимальні значення БР – розчинених мінеральних сполук фосфору й азоту за довгостроковий період 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. Лише для водневого показника максимальні концентрації у період досліджень перевищували рівень ГДК.

Для вод Азовського моря у цілому характерний нижчий рівень концентрацій мінерального азоту, ніж для більшості районів ПЗЧМ. Проте, для окремих форм азоту картина дещо складніша, що пов'язано із специфікою їх походження і трансформації у морській воді. Найвищі концентрації амонійного азоту у поверхневому шарі склали 31,4 мкг/дм³ та 26,8 мкг/дм³ (північне узбережжя Керченського півострову та центральна частина Азовського моря), відповідно.

Середні концентрації хлорофілу-а влітку практично на всій акваторії Азовського моря становили величини понад 5 мкг/дм³. В районі Таганрозької затоки – від 10 мкг/дм³ до 20 мкг/дм³, та у літній період у верхові Таганрозької затоки доходили до 40 мкг/дм³. Високі концентрації хлорофілу-а понад 20 мкг/дм³ постійно спостерігались в Таганрозької затоці під впливом річкового стоку (див. рис. 1 14).

В річному ході на всій акваторії Азовського моря середній місячний вміст хлорофілу - а в 2020 р. досягав максимуму 10,9 мкг/дм³ в липні. Мінімальне значення середнього вмісту хлорофілу-а 3,2 мкг/дм³ відмічалось в грудні. Влітку і восени с червня по жовтень середня місячна концентрація хлорофілу-а перевищувала 8,0 мкг/дм³.

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 нафтові вуглеводні (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 підвищення рівню 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 у 2020 році. 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 до 2020 р.

Серед показників сталого розвитку визначено ті, що стосуються створення мережі територій та об'єктів ПЗФ, а саме:

Ціль 11. Сталий розвиток міст і громад:

11.3.3. Площа ПЗФ загальнодержавного значення відсоток від загальної площі території країни.

Ціль 14. Збереження морських ресурсів:

14.2.1. Площа територій та об'єктів ПЗФ приморських областей, відсоток від площі території приморських областей.

14.2.2. Площа територій та об'єктів ПЗФ в акваторії Чорного та Азовського морів, тис. га.

Ціль 15. Захист та відновлення екосистем суші:

15.1.1. Площа територій та об'єктів ПЗФ, тис. га.

15.1.2. Частка площі територій та об'єктів ПЗФ, відсоток від загальної площі території країни.

15.1.3. Частка площі територій національної екомережі відсоток від загальної площі території країни.

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 01.01.2020 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. 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
м. Севастополь	86 400	26 241,02	30,37
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
м. Севастополь*		30,37	
В цілому по Україні	12,9	6,76	15

* - АР Крим анексована

У 2020 році 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 Солонозерної 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 Мартьян» (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 Ечки-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 Азово-Чорноморському регіоні досить віддалені один від одного і фактично не поєднані між собою перехідними територіями та екотехнологічними 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.

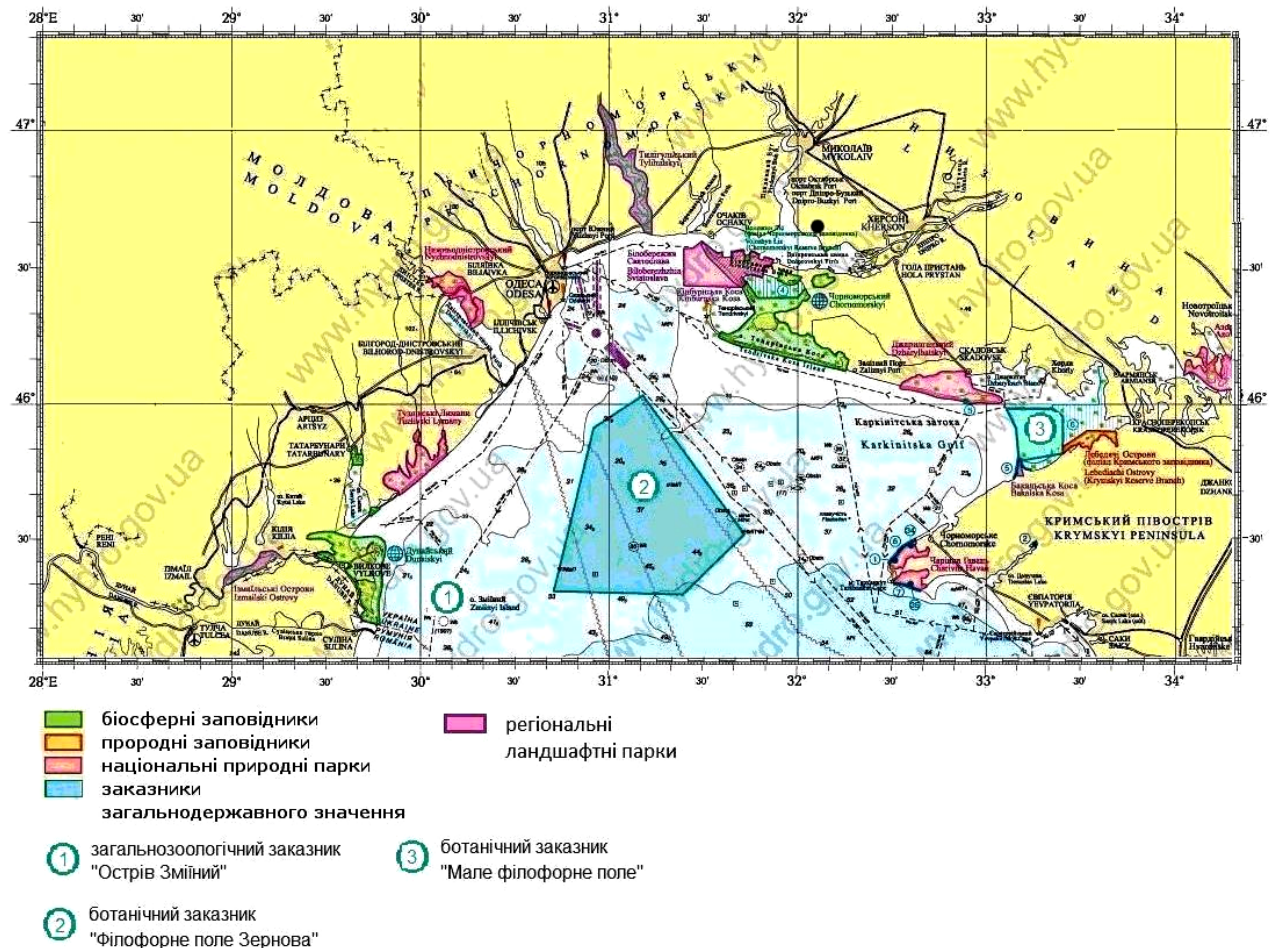


Рисунок 4.1 – Карта-схема розташування заказників, які пропонується включити до складу створюваного НПП «Чорноморський північно-західний шельф».

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 2017-2019 рр. науково-дослідними інститутами Національної академії наук, Мінприроди, Міносвіти та інших відомств виконувався ряд науково-дослідних робіт у рамках бюджетних та госпдоговірних тематик, а також у рамках міжнародних програм і проектів, 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 проекту 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 полягає 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 буде 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 міста 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 складуть 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

Коливання клімату в сучасний період в АЧБ характеризується підвищенням температури повітря і води. За визначеннями ВМО (<https://news.un.org/ru/story/2021/01/1394262>) 2020 рік був одним із самих найтепліших в історії спостережень за даними середньої глобальної температури приземного повітря, що складала приблизно 14,9 °C і була на 1,2 ($\pm 0,1$) °C вище до індустріального (1850-1900 pp.) рівня. Середня річна температура приземного повітря в Одесі, за даними спостережень Одеської обсерваторії, досягла в 2020 році максимуму 13,0 °C за весь період регулярних спостережень в Одесі з 1866 р.

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,

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.

Вміст кисню у 2020 р. прибережних масивів вод CW4 – CW7 від с. Затока до с. Коблево, в червні і жовтні в поверхневому шарі вод знаходився в межах 6,78-9,07 мг/дм³ при відносної їх насиченості 82,4-112,8%. Мінімум концентрації розчиненого у воді кисню спостерігався в жовтні в районі впливу

вод СБО «Південна». В середньому концентрація розчиненого кисню в червні складала $8,40 \text{ мг/дм}^3$ (104,4 % насиченості) і в жовтні $7,91 \text{ мг/дм}^3$ (95,8% насиченості). В цілому за показниками вмісту кисню в поверхневому шарі водні масиви SW4 – SW7 в червні і жовтні відповідали рівню ДЕС. В придонному шарі Дунайського регіону (водний масив TW5) за показниками абсолютного і відносного вмісту кисню статут вод не відповідав ДЕС ($\geq 7,46 \text{ мг/дм}^3$ і $\geq 84,3$ % насичення).

За показниками вмісту БР слід визначити, що води Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України не відповідають ДЕС. Високі концентрації БР, як і в минулі роки, спостерігались в прибережних водах ПЗЧМ та узмор'я р. Дунай.

За даними багаторічних спостережень 2000-2020 рр. на прикладі Одеського регіону спостерігається тенденція зменшення розчиненого фосфору мінерального і загального. В останні шість років середній річний вміст фосфору фосфатного в прибережних водах ПЗЧМ знаходився в діапазоні 9,3 - 14,9 мкг/дм^3 , при середньому значенні $12,1 \text{ мкг/дм}^3$. За даними середньої річної концентрації фосфору фосфатного води масиву SW5 в 2020 р. відповідали стану ДЕС при його значенні $\leq 16,4 \text{ мкг/дм}^3$.

Сума мінеральних сполук азоту в прибережних водах ПЗЧМ змінювалась в діапазоні від 3 мкг/дм^3 до 148 мкг/дм^3 , при середніх значеннях в червні 25 мкг/дм^3 і в жовтні - 50 мкг/дм^3 . За середніми показниками вмісту суми мінеральних форм азоту в червні і в жовтні прибережні водні масиви в цілому відповідали якості ДЕС.

За показниками концентрації азоту нітратного води масиву TW5 не відповідали ДЕС ($\leq 255 \text{ мкг/дм}^3$).

Статут водного масиву придунайського району в його поверхневому шарі, як за сумою мінеральних форм так і за вмістом азоту загального в серпні 2020 р. не відповідав ДЕС ($\leq 851 \text{ мкг/дм}^3$).

За даними багаторічних спостережень 2000 - 2020 років в прибережній зоні Одеського узмор'я спостерігається тенденція до зниження вмісту мінеральних сполук азоту та підвищення вмісту загального азоту за рахунок збільшення вмісту його органічної форми.

В поверхневих водах Чорного і Азовського морів підвищений вміст хлорофілу-а в усі сезони відмічався на акваторії Азовського моря, а максимальні концентрації спостерігались в Таганрозькій затоці, де значення перевищували 40 мкг/дм³. В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а (більш 3 - 6 мкг/дм³) спостерігались на шельфі в Дніпро-Бузькому, Дністровському і Дунайському районах. З віддаленням від районів річкового стоку вміст хлорофілу-а значно зменшувався (до 1,0 мкг/дм³) в зоні вод відкритого моря.

За багаторічними даними (2003-2020 рр.) у водах в більшості районів Чорного і Азовського морів відмічено тенденція до зниження вмісту хлорофілу-а при статистичній значимості 95%. Однак в окремих імпактних районах, за даними концентрації хлорофілу-а у 2020 р., водні масиви за цим показником ще не відповідають ДЕС.

В період 2000-2020 рр. за значеннями показника TRIX тенденція до зниження трофності вод складала - 0,046 у рік. Останні сім років значення показника TRIX не перевищували 5,0 од. За показником EQR методики BEAST тенденція до покращення статусу вод складала - 0,09 од. у рік (в період 2008-2020 рр.). Однак, за даними середніх річних значень, прийнятих до оцінки індикаторів, екологічний статус морського середовища водного масиву CW5 не відповідає ДЕС.

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).

У прибережних водах Чорного моря в 2020 році Кз органічних ЗР сільськогосподарського і промислового походження по всіх районах відповідає дуже поганому екологічному стану. Основним ЗР серед групи ОЗСП є гептахлор. Високі концентрації цих ЗР також були зафіксовані в наступних районах: в поверхневому та в придонному шарі води Дунайського району Кз ПХБ 153 відповідали поганому та задовільному екологічному стану.

Зафіксовано високий рівень забруднення Σ ДДТ, лінданом та дільдрином.

В цілому по всіх досліджених районах Кз вміст органічних ЗР промислового походження відповідає ДЕС, але були зафіксовані підвищені концентрації групи ПХБ (Ar-1254) в Дунайському районі.

Оцінка стану довкілля методами біотестування та біоіндикації показала, що влітку 2020 року екологічні характеристики досліджених вод значно покращилися порівняно з торішніми (у всіх протестованих водах утворилося нормально сформованих личинок у 6,0-6,6 рази більше) і зростання їх якості в ряду: CW7 $\rightarrow$ CW6 $\rightarrow$ CW5 $\rightarrow$ CW4. Восени на більшості ділянок моря в мікрофітобентосі масово вегетувала потенційно токсична дінофітова водорість *Lingulodinium polyedra*, що здатна викликати у людини паралітичне молюскове отруєння.

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.

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

У 2020 році було зареєстровано 170 таксонів мікроводоростей, які належали до 17 класів. Основу видового різноманіття складав діатомово-динофітовий комплекс видів. В Одеському регіоні спостерігали 2 масштабних випадки «цвітіння» води, викликаних масовим розвитком мікроводоростей: перше спостерігалось в червні в акваторії Хлібної гавані Одеського морського порту було викликане розвитком ціанобактерії *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault; друге – в жовтні "червоний прилив", визваний розвитком дінофітової водорості *Lingulodinium polyedra* (Stein) Dodge.

За показниками розвитку фітопланктонного угруповання прибережних частин ПЗЧМ у 2020 році можна відмітити збереження тенденції до покращання екологічного стану морських вод. Але зареєстровані випадки масового розвитку мікроводоростей, що викликали «цвітіння» води у червні та жовтні свідчать про те, що стан морського середовища прибережних акваторій залишається вкрай нестабільним.

Відповідно до критеріїв якості води за кількісними показниками мезозoopланктону екологічний стан прибережжя Одеського морського регіону можна оцінити як «середній», за показником частки копепод як «відмінний», за показником розмаїття за індексом Шеннона можна оцінити як «добрий».

В досліджуваних прибережних водних масивах виявлено 6 угруповань макрозообентосу: *Mytilus galloprovincialis* - *Alitta succinea*, *Lentidium mediterraneum*, *Chamelea gallina*, *Cerastoderma glaucum* - *Alitta succinea*, *Abra*

nitida, *Spio filicornis*. У відповідності з критеріями оцінки стану добрим екологічним станом характеризувались лише 33 % досліджуваної площі бенталі прибережних водних масивів, а 67 % характеризувались як «не добрий» екологічний стан.

Впродовж 2020 року в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій) та пухких (пісок) субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено 158 видів водоростей – представників 8 відділів. Переважали діатомеї, які нараховували 106 видів, що становило 67,1 % у видовому складі. Часто зустрічались ціанобактерії та динофітові водорості – 23 та 17 видів, або 14,6 % та 10,8 %, відповідно. В цілому, стан мікрофітобентосу значно покращився у порівнянні із 2019 роком.

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 зободенних 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, Малого і Великого філофорних полів та прилеглої акваторії Чорного моря.