

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

«23» січня 2021 р.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛІВ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ДОПОВІДІ УКРАЇНИ:
ОЦІНКА СТАНУ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ
у 2019 РОЦІ

(проміжний)

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

Орлова І. Г. Орлова

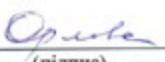
2020

Рукопис закінчено 24 грудня 2020 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою радою УкрНЦЕМ, протокол
від 23.01 2021 р. № 7

СПИСОК АВТОРІВ

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


(підпис)
«29» грудня 2020

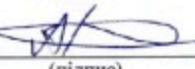
І. Г. Орлова
(вступ; розділ 1.2; 2,
висновки, загальна
редакція)

Відповідальний виконавець,
заступник директора – начальник МІАЦ,
канд. геогр. наук


(підпис)
«21» грудня 2020

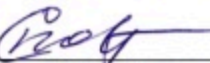
В. В. Український
(розділ 1.2)

Виконавці:
Начальник відділу аналізу морських
екосистем та антропогенного
навантаження, канд. біол. наук


(підпис)
«22» грудня 2020

О.Ю.Гончаров
(розділ 1.2)

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


(підпис)
«21» грудня 2020

С. П. Ковалишина
(розділ 2)

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


(підпис)
«24» грудня 2020

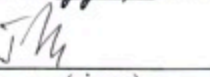
М. Ю. Павленко
(розділ 3)

Начальник відділу аналітичних
досліджень та організації моніторингу


(підпис)
«22» грудня 2020

Ю.М.Деньга
(розділ 1.3)

Завідувач сектору геоекологічних
досліджень і організації моніторингу


(підпис)
«24» грудня 2020

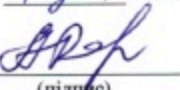
Г.Г.Золотар'ов
(розділ 1.2.1)

Завідувач сектору біологічних методів
оцінки якості морських вод відділу
наукових досліджень та охорони
морських біоценозів


(підпис)
«24» грудня 2020

Л. Л. Красота
(розділ 1.4)

Наук. співроб. відділу наукових
досліджень та охорони морських
біоценозів


(підпис)
«24» грудня 2020

О. В. Рачинська
(розділ 1.4)

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


(підпис)
«24» грудня 2020

Л. В. Савіних –
Пальцева
(розділ 4, 4.1)

Завідувач сектору охорони морських
біоценозів відділу наукових досліджень
та охорони морських біоценозів


(підпис)
« 24 » грудня 2020

І. П. Трет'як
(розділ 4.2)

Завідувач лабораторії хіміко-
аналітичних досліджень відділу
аналітичних досліджень та організації
моніторингу


(підпис)
« 24 » грудня 2020

Ю. В. Олейник
(розділи 4.2)

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

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: стор. – 85, рис. – 32; табл. – 8.

ЧОРНЕ, АЗОВСЬКЕ МОРЯ, МОРСЬКА ЕКОСИСТЕМА, ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ЕВТРОФІКАЦІЯ, ЗАБРУДНЕННЯ МОРЯ, СТАН ГІДРОБІОЦЕНОЗІВ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА.

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

Мета роботи - оцінити стан Чорного та Азовського морів у 2019 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 2019 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 макробоентосу), а також оцінка екологічного стану окремих районів Азово-Чорноморського басейну методами біоіндикації і біотестування. Встановлено тенденції змін екологічного стану морських екосистем за останні роки. Надана інформація щодо перспектив наукових досліджень у галузі охорони морського довкілля України.

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.....	12
1.2.1 Негативні наслідки евтрофікації.....	30
1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами.....	33
1.4 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування.....	43
2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АЗОВСЬКОГО МОРЯ.....	46
3 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ.....	52
3.1 Стан планктонних угруповань Чорного моря.....	52
3.2 Стан бентосних угруповань Чорного моря.....	58
3.3 Стан планктонних та бентосних зооугруповань Азовського моря.....	62
4 ПРИРОДНІ ТЕРИТОРІЇ ТА ОБ'ЄКТИ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ОСОБЛИВІЙ ОХОРОНІ.....	65
4.1 Стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду.....	65
4.2 Екологічний стан заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова».....	68
5 ЗАХОДИ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ	76
ВИСНОВКИ.....	80

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЧБ – Азово-Чорноморський басейн

БСК₅ – біологічне споживання кисню

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

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. 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. На рис. 1.1 наведені 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).

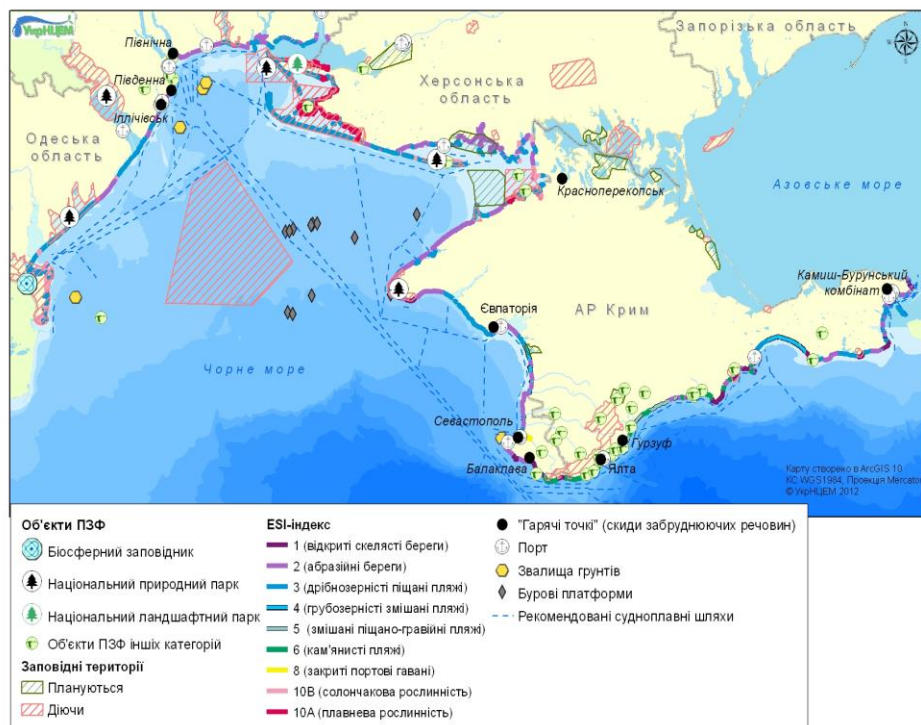




Рисунок 1.1 – Головні антропогенні джерела забруднення, показники екологічної чутливості прибережжя Чорного і Азовського морів до нафтового забруднення та основні об'єкти ПЗФ.

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 дампінг ґрунтів, абразійне руйнування берегів, а також вторинне забруднення – надходження з донних відкладів (ДВ) накопичених забруднюючих речовин (ЗР).

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 північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ).

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.

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. 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 % - біогенних речовин (БР).

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

1.1 Мінливість метеорологічного та гідрологічного режиму

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.

В 2019 р. в червні середня температура повітря перевищувала норму на 4,8 °С і була найвищою температурою червня з початку метеорологічних спостережень в Одесі. Середня річна температура повітря в Одесі в 2019 році також перевищувала річну норму на 2,2 °С. Відповідно і температура води, за даними гідрометеорологічної станції (ГМС) «Одеса-порт» за рік склала 12,9 °С при нормі 11,4 °С. Середня температура води в червні складала 23,7°С при нормі 17,8 °С, а максимальна температура води в червні досягала 26,3 °С.

Середня солоність у 2019 р. в Одеській затоці за даними ГМС «Одеса-порт» склала 14,85 ‰ при середньому багаторічному значенні 14,01 ‰.

З 80-х років підтверджується тенденція зниження середньої за рік швидкості вітру, яка у 2019 р. склала 3,6 м/с.

Річна сума опадів у 2019 р. була близька до норми (410,3 мм) і склала 404 мм.

Коливання клімату в сучасний період в АЧБ характеризується підвищенням середньої річної температури повітря, що виявляється за даними багаторічних спостережень ГМС «Одеса-порт» (рис. 1.2).

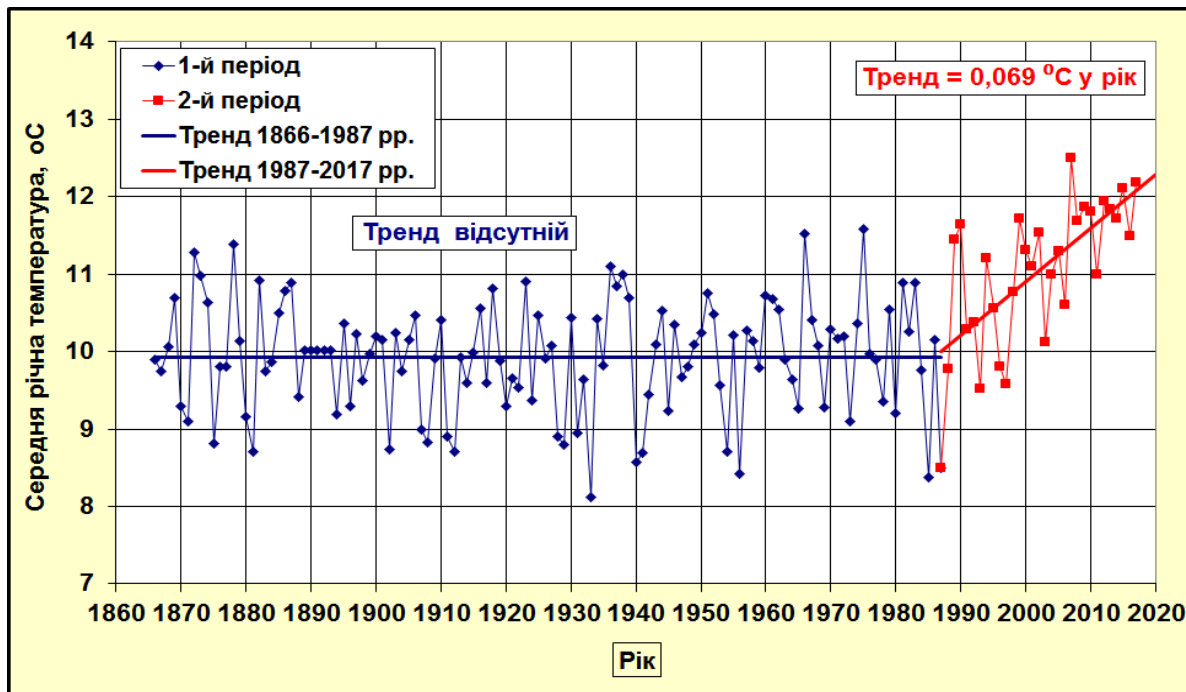


Рисунок 1.2 – Багаторічна мінливість середньої річної температури повітря на ПЗЧМ за даними багаторічних спостережень ГМС «Одеса-порт».

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

Одним з головних чинників антропогенних порушень екосистеми моря, поряд з забрудненням токсичними речовинами і біологічним забрудненням, є евтрофікація морських вод. Евтрофікація виникає в результаті збільшення концентрації БР і надмірного розвитку мікроводоростей (фітопланктону), які обумовлюють «цвітіння» води, зменшення її прозорості та розвиток в придонному шарі шельфової зони в теплий період року гіпоксії і аноксії. Зменшення вмісту кисню до рівня гіпоксії і аноксії відбувається в результаті витрачання кисню на біохімічне окислення органічної речовини, накопиченої в придонному шарі. Гіпоксія і аноксія в придонних шарах спостерігається при евтрофікації і слабкому вертикальному обміні вод і кисню в умовах високої їх вертикальної стратифікації. Евтрофікація призводить до змін видової структури біоценозів, зменшення біорізноманіття, погіршення якості води та інших негативних явищ.

Основними гідрохімічними показниками рівня евтрофікації вод є сполуки азоту, фосфору, кремнію, розчинений кисень та водневий показник (pH).

Для визначення рівня трофності по рівню вмісту БР немає загальноприйнятого критерію, однак, орієнтовно приймається, що, як і для прісних вод, границі переходу водойми від мезотрофного до евтрофного типу відповідає концентрація фосфатів більш 40 мкг/дм³.

Згідно Європейської директиви MSFD ступень евтрофікації відповідає п'ятому дескриптору і добрий екологічний стан (ДЕС) характеризується зведенням його до мінімуму, що обумовлене антропогенним навантаженням БР, втратою біорізноманіття, пошкодженням екосистеми, цвітінням водоростей та нестачею кисню на глибинах під пікноклином.

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

Біологічне споживання кисню БСК₅ змінювалось в червні в межах від аналітичного нуля до 6,7 мг/дм³. Максимум споживання кисню був відмічений в Затоці, значення якого перевищувало гранично допустиму концентрацію (ГДК) (3,0 мг/дм³) визначеної у внутрішніх морських водах та територіальному морі України. В жовтні біологічне споживання кисню було нижче відносно червня і знаходилося в діапазоні 0,9-1,9 мг/дм³, що не перевищує ГДК.

Значення водневого показника в червні змінювались в діапазоні від 8,15 од. рН до 8,49 од. рН і не перевищували визначене значення ГДК (8,50 од. рН) у внутрішніх морських водах та територіальному морі України. В жовтні в прибережних водах значення водневого показника змінювались в діапазоні від 7,89 до 8,41 од. рН, при середньому – 8,22 од. рН і також не перевищували визначене значення ГДК.

Біогенні речовини. Вміст розчиненого у воді кисню є одним з визначаючих показників стану екосистеми морських вод, індикатором відношення інтенсивності первинної продукції органічної речовини і інтенсивності її біохімічного окислення.

Вміст кисню в прибережних водах в період зйомки в червні змінювався в діапазоні від 6,9 мг/дм³ до 11,7 мг/дм³, а відносне насичення кисню знаходилося в межах від 89,0 % до 157,0 %. В жовтні в період зйомки діапазон мінливості кисню в прибережних водах, як абсолютних, так і відносних значень був меншим. Концентрації кисню в цей період змінювались в діапазоні від 6,8 мг/дм³ до 10,2 мг/дм³, а відносне насичення було на рівні від 67,6 % до 106,0 %. Середнє значення вмісту кисню в червні склало 8,9 мг/дм³ (115,2 % насичення), а в період зйомки восени знизилось до 8,5 мг/дм³ (87,4 % насичення).

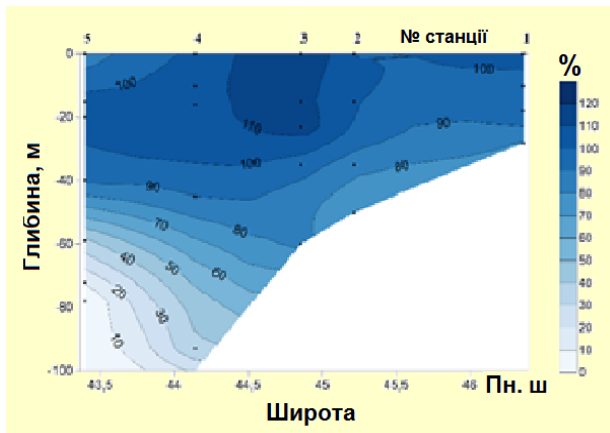
В просторовому розподілі за абсолютним значенням максимальний вміст кисню в червні (11,7 мг/дм³) відмічено в районі мису «Малий Фонтан», при насиченості вод киснем 157 %, що обумовлювалось інтенсивними процесами фотосинтезу.

В жовтні за абсолютним значенням максимальний вміст кисню відмічався в районі пляжу «Аркадія» 10,2 мг/дм³ (106,0 % насиченості).

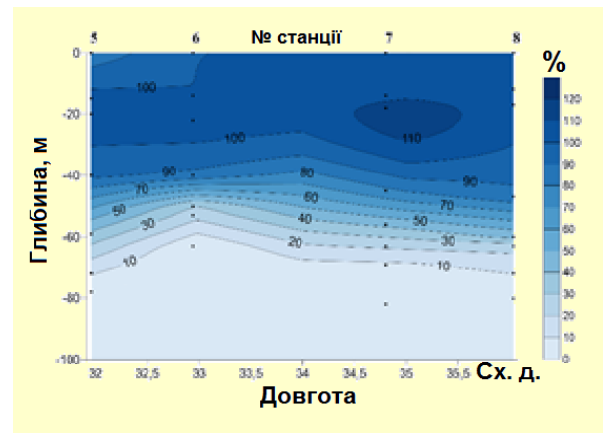
В серпні при екологічних спостереженнях прибережних водних масивів ПЗЧМ і в зоні філофорного поля Зернова в поверхневому шарі концентрація розчиненого кисню знижувалась до рівня ГДК (6,0 мг/дм³) і менш 5,57 мг/дм³ та 5,80 мг/дм³ в районі Цареградського гирла, біля Кінбурнської і Тендрівської коси, та в зоні філофорного поля Зернова.

На північно-західному шельфі і в глибоководній частині в області материкового схилу на меридіональному розрізі по 31°30' сх. д. (2831.07.2019 р.) концентрація розчиненого кисню змінювалася від нульових значень в області сірководневої зони на глибині близько 110 м до 10,90 мг/дм³. Максимум

концентрації абсолютного значення розчиненого кисню на шельфі відмічався на глибині 23 м. Середня концентрація розчиненого кисню на розрізі в період спостережень на шельфі становила $7,91 \text{ мг/дм}^3$, а середнє відносне насичення вод - 89,4 %. У розподілі розчиненого кисню в північній частині розрізу його концентрація збільшувалася з глибиною, а в південній частині розрізу максимум концентрації кисню відзначався в шарі від 20 м до 40 м (рис. 1.3).



а)



б)

Рисунок 1.3 – Просторовий розподіл відносного вмісту розчиненого кисню на меридіональному розрізі по $31^{\circ}30'$ сх. д. на ПЗЧМ (а) і на широтному розрізі по $43^{\circ}30'$ пн. ш. в глибоководній відкритій центральній частині Чорного моря (б) у 2019 р.

Мінімальні значення розчиненого кисню спостерігалися на глибині біля 110 м в південній частині розрізу в сірководневої зоні до повної його відсутності. Підвищені значення відносного насичення вод киснем $> 110 \%$ спостерігалися в поверхневому шарі від 0 м до 20 м і досягали максимуму 119,8 % насичення в поверхневому шарі в центральній частині розрізу.

На зональному розрізі по $43^{\circ}30'$ пн. ш. в центральній частині глибоководного моря концентрація розчиненого кисню в період з 31.07.2019 по

01.08.2019 змінювалася від його повної відсутності в сірководневої зони, що розташовувалася на глибинах від 63 м до 82 м до $10,84 \text{ мг/дм}^3$, а відносне насичення в поверхневому шарі досягало 125,0 % (див. рис. 1.3).

За даними регулярного екологічного моніторингу в прибережній зоні м. Одеса концентрація фосфору фосфатного коливалась в діапазоні від аналітичного нуля $<5,0 \text{ мкг/дм}^3$ до $37,8 \text{ мкг/дм}^3$ при середньому значенні 12 мкг/дм^3 . Концентрація фосфору загального складала в середньому $22,9 \text{ мкг/дм}^3$ і знаходилась в діапазоні від $8,0 \text{ мкг/дм}^3$ до $46,3 \text{ мкг/дм}^3$. В цілому максимуми значення фосфору фосфатного і фосфору загального не перевищували рівень встановлених екологічних нормативів 50 мкг/дм^3 і 100 мкг/дм^3 , відповідно, і за показниками вмісту фосфору прибережні води відповідали доброму екологічному стану (ДЕС).

Максимальні концентрації фосфору загального, як і його мінеральної форми, спостерігались в лютому. В складі загального фосфору 52,2 % припадає на його мінеральну форму і 47,8 % на органічну складову, тобто вклад мінеральної і органічної складової загального фосфору практично рівнозначній. В багаторічній мінливості фосфору фосфатного і фосфору загального спостерігається загальний тренд до зниження їх концентрації в прибережних водах Одеського регіону (рис. 1.4).

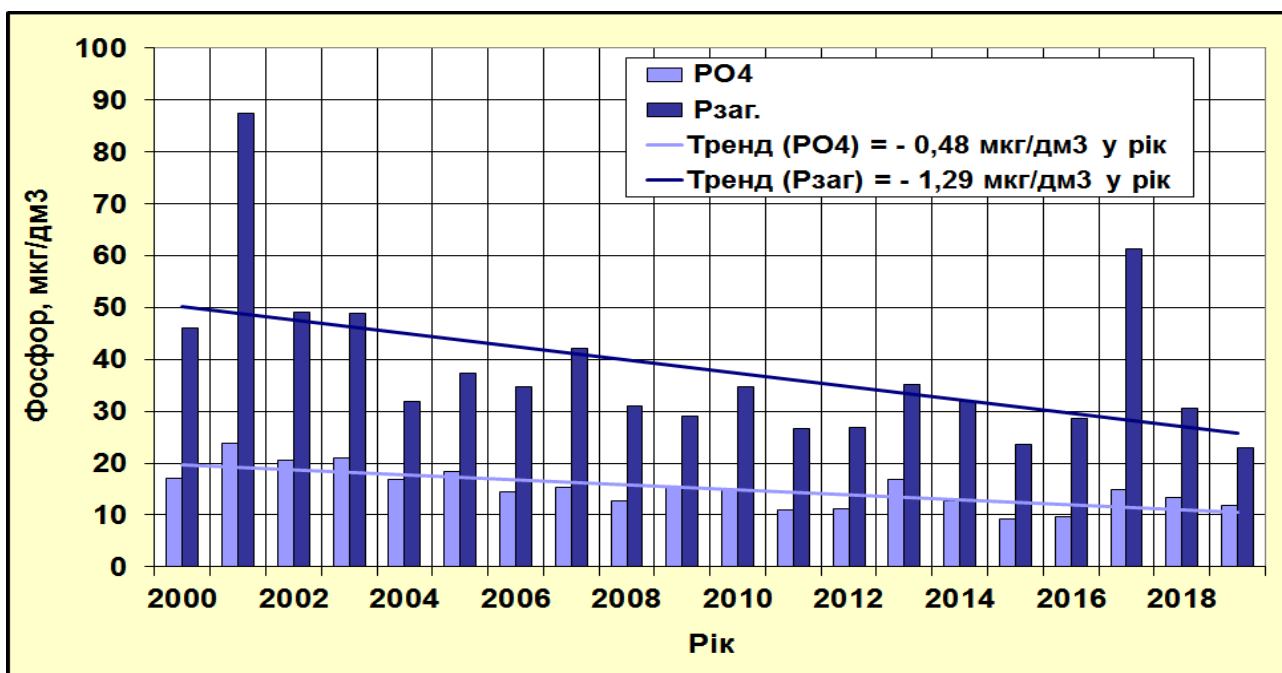


Рисунок 1.4 – Багаторічна мінливість фосфору фосфатного та загального в прибережних водах Одеського регіону в 2000 – 2019 рр.

Азот нітритний та амонійний також не перевищували екологічні нормативи і концентрації їх коливались в діапазоні від $<0,5$ мкг/дм³ до $9,6$ мкг/дм³ і від $<15,0$ мкг/дм³ до $25,6$ мкг/дм³, відповідно, при середніх значеннях $1,95$ мкг/дм³ та $6,7$ мкг/дм³, що відповідає ДЕС.

Вміст азоту нітратного коливався в широкому діапазоні від аналітичного нуля $<5,0$ мкг/дм³ до $160,3$ мкг/дм³ при середньому значенні $48,4$ мкг/дм³. Максимальний його вміст перевищував встановлений рівень екологічного нормативу (100 мкг/дм³).

Концентрації загального азоту змінювались в широкому діапазоні від 229 мкг/дм³ до 2581 мкг/дм³. Середня його величина в даному районі досліджень складала $657,5$ мкг/дм³. Максимальні значення загального азоту перевищували встановлений рівень екологічного нормативу (1000 мкг/дм³). Форми органічного азоту ($91,4$ %) значно переважали мінеральні форми ($8,6$ %). Максимальні концентрації азоту загального спостерігались в листопаді.

Відношення загального азоту до загального фосфору TN/TP в Одеському регіоні складало в середньому 63,5 и значно перевищувало стандартне відношення Редфілда 16 : 1.

В багаторічній мінливості мінеральних форм азоту в прибережних водах Одеського регіону в районі досліджень, як і фосфору, визначається загальна тенденція до зниження їх концентрації (рис. 1.5).

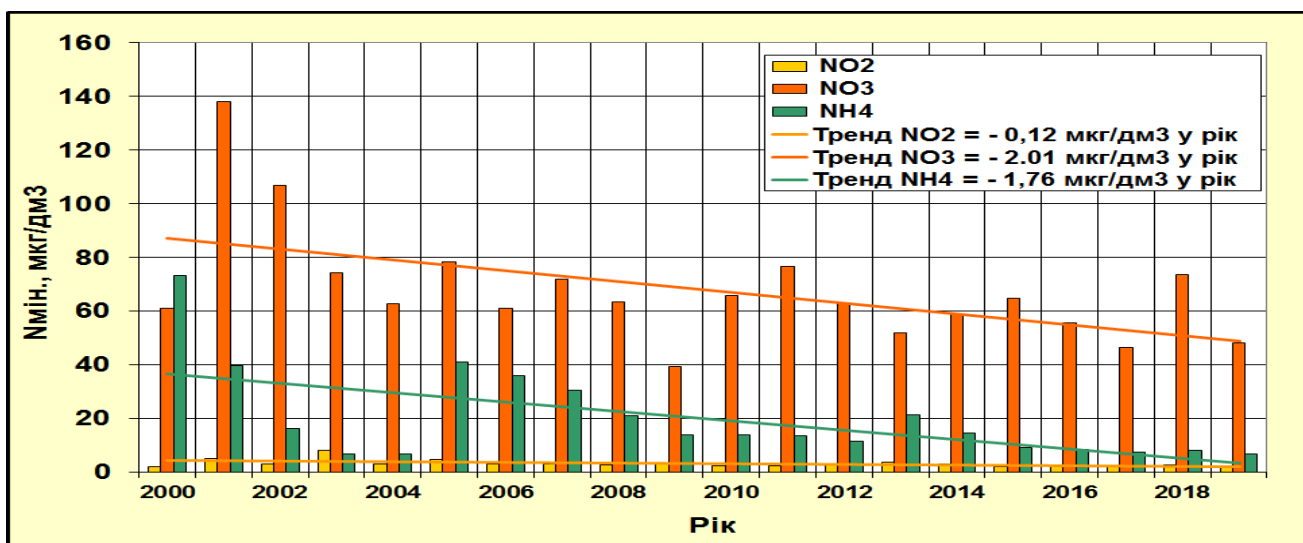


Рисунок 1.5 – Багаторічна мінливість мінеральних форм азоту в прибережних водах Одеського регіону в 2000 – 2019 рр.

В мінливості загального азоту, навпаки, спостерігається збільшення його концентрації переважно за рахунок підвищення вмісту його органічної форми (рис. 1.6).

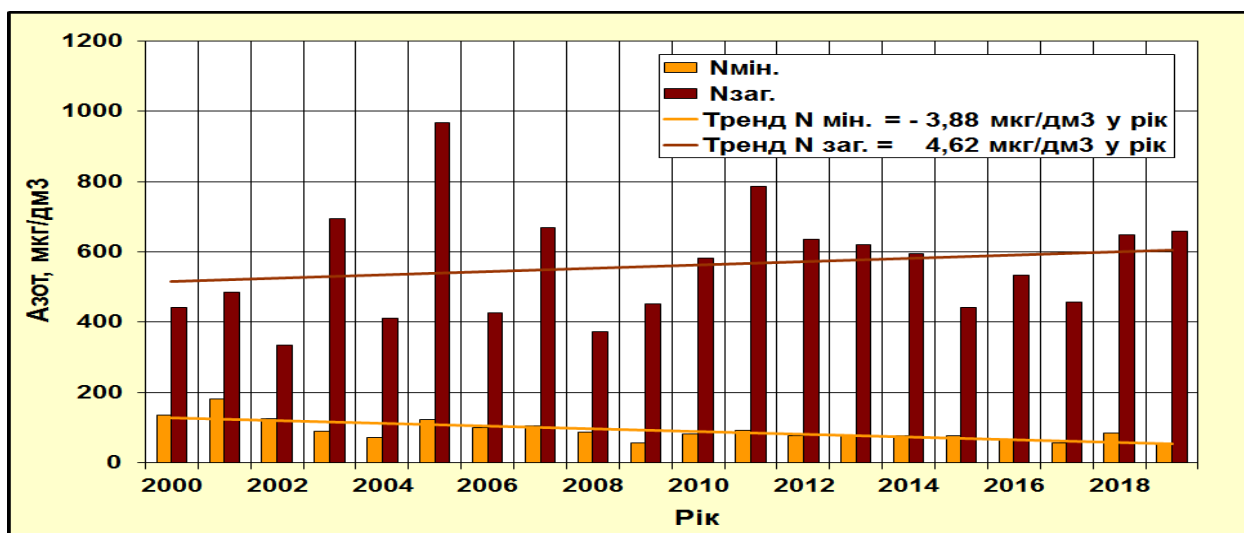


Рисунок 1.6 – Багаторічна мінливість суми мінеральних форм азоту і загального азоту в прибережних водах Одеського регіону в 2000 – 2019 рр.

Концентрації кремнію в прибережних водах Одеського регіону змінювались в широкому діапазоні від 13,0 мкг/дм³ до 2 465 мкг/дм³. В середньому за рік в зоні досліджень вміст кремнію складав 344 мкг/дм³. Максимальні його концентрації відмічались в лютому під впливом трансформованих вод Дніпровського лиману, а мінімальні - в липні-серпні, в межах річкового стоку.

В багаторічній мінливості кремнію відмічається тенденція зниження кількості його вмісту в морських прибережних водах Одеського регіону (рис. 1.7).

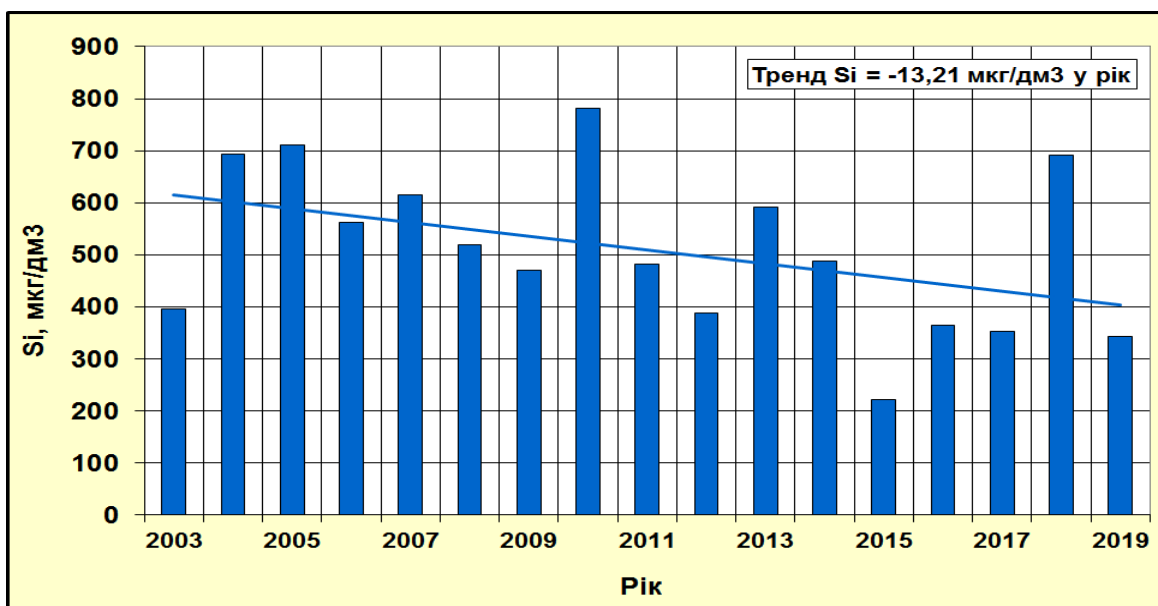


Рисунок 1.7 – Багаторічна мінливість вмісту кремнію в прибережних водах Одеського регіону в 2003 – 2019 рр.

Відношення кремнію до загального азоту Si/N в середньому складала 0,26 і не відповідало оптимальному відношенню 1:1 до розвитку діатомових мікроводоростей. Відношення кремнію до загального фосфору Si/P було на рівні 16,6. В цілому відмічається зрушення відношень від оптимальних умов функціонування фітопланктону за рахунок підвищеного вмісту органічної форми азоту.

Екологічний моніторинг вод узмор'я Дунаю, виконаний в травні та листопаді 2019 р., показав, що вміст фосфору фосфатного в поверхневому шарі змінювався в діапазоні від 3,9 мкг/дм³ до 79,9 мкг/дм³ в травні і від 8,8 мкг/дм³ до 59,5 мкг/дм³ в листопаді. Максимальні концентрації фосфору фосфатного перевищували встановлений екологічний норматив (50 мкг/дм³) і були в 2 рази більші відносно максимального його вмісту в прибережних водах Одеського регіону. Середнє значення по району досліджень в цілому складало 26,6 мкг/дм³. В придонному шарі середній вміст фосфору фосфатного зменшувався до 16,9 мкг/дм³ та 20,0 мкг/дм³.

Вміст фосфору загального в поверхневих водах на узмор'ї Дунаю знаходився в діапазоні від 17,1 мкг/дм³ до 115,0 мкг/дм³ при середньому значенні 45,0 мкг/дм³. Максимальна концентрація загального фосфору перевищувала встановлений екологічний норматив (100 мкг/дм³). В придонних водах вміст фосфору загального зменшувався і в листопаді в середньому складав 28,0 мкг/дм³. В просторовому розподілі загального фосфору підвищені концентрації спостерігались в прибережній зоні. Безпосередньо біля гирла в прибережжі в загальному складі фосфору переважав вміст його мінеральної форми, а подальше від гирла відносний вклад органічної форми фосфору підвищувався (рис. 1.8 а).

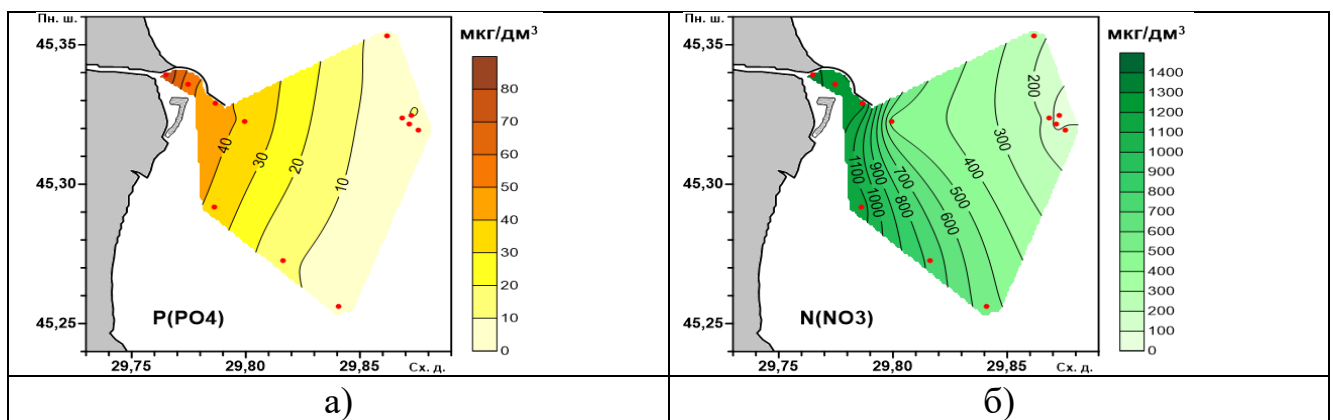


Рисунок 1.8 – Просторовий розподіл фосфору фосфатного (а) та азоту нітратного (б) в травні 2019 р. на Дунайському узмор'ї в районі гирла «Бистре»

Вміст азоту нітритного в поверхневому шарі коливався в діапазоні від 8,0 мкг/дм³ до 29,4 мкг/дм³. Середнє значення концентрації азоту нітритного в травні складало 16,4 мкг/дм³ і зменшувалося в листопаді до 11,1 мкг/дм³. Як максимальні, так і середні показники концентрації азоту нітритного не відповідали ДЕС і перевищували екологічний норматив (10 мкг/дм³). В придонному шарі вод концентрації азоту нітритного відносно поверхневого

шару збільшувались і в середньому були на рівні $18,9 \text{ мкг/дм}^3$ та $12,3 \text{ мкг/дм}^3$, відповідно у травні і листопаді. В просторовому розподілі азоту нітритного максимальні його концентрації спостерігались в зоні гирла і обумовлювались впливом річкового стоку. З віддаленням від пригирлових районів вміст азоту нітритного зменшувався (рис. 1.8 б).

Біогенне навантаження стоку Дунаю в більшій мірі визначається за вмістом азоту нітратного. Концентрації азоту нітратного в поверхневих водах на Дунайському узмор'ї змінювались в дуже широкому діапазоні від $27,7 \text{ мкг/дм}^3$ до $1\,429 \text{ мкг/дм}^3$, а середні значення складали в травні 615 мкг/дм^3 і листопаді 570 мкг/дм^3 . Як максимальні концентрації азоту нітратного, так і середні його показники значно в 5-6 разів перевищували встановлений норматив якості морського середовища (100 мкг/дм^3). З глибиною вміст нітратного азоту значно зменшувався і в придонному шарі в середньому складав 446 мкг/дм^3 в травні і 294 мкг/дм^3 у листопаді. В просторовому розподілі азоту нітратного, як і інших біогенних речовин, спостерігається зменшення їх концентрації з віддаленням від гирл стоку річок (рис. 1.8 б).

Концентрація азоту амонійного в поверхневому шарі вод на Дунайському узмор'ї в середньому складала в травні $10,3 \text{ мкг/дм}^3$ і в листопаді $12,6 \text{ мкг/дм}^3$. На відміну від азоту нітритного і нітратного в річному ході середній вміст азоту амонійного в листопаді відносно травня підвищувався. В придонному шарі вод середній вміст азоту амонійного був $<15 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальна концентрація в листопаді в придонному шарі досягала $40,2 \text{ мкг/дм}^3$. Середня концентрація азоту амонійного в придонному шарі, як в травні, так і в листопаді була менше ніж точність методики його визначення (15 мкг/дм^3). В просторовому розподілі азоту амонійного на поверхні максимальні концентрації, як в травні, так і в листопаді, спостерігались в районі гирла Бистре.

Загальний азот в поверхневих водах Дунайського узмор'я знаходився в концентраціях від 437 мкг/дм^3 до $2\,211 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому складав

1 126 мкг/дм³. Максимальні і середні його величини не відповідають ДЕС и перевищують екологічний норматив (1 000 мкг/дм³). Максимальні значення вмісту азоту загального в придонному шарі приблизно в 1,2 рази були меншими ніж на поверхні.

В просторовому розподілі азоту загального на поверхні відмічається його підвищений вміст безпосередньо в зоні гирл. В складі мінеральних форм азоту переважає вклад азоту нітратного на долю якого припадає в середньому 93.0 %. В складі загального азоту відносний вклад його органічних форм і мінеральних практично рівнозначний. Так доля мінерального азоту склала 46,4 %, аі 53,6 % склали його органічні форми.

Вміст кремнію на узмор'ї Дунаю в середньому складав 1 073 мкг/дм³ і змінювався в широкому діапазоні від 29 мкг/дм³ до 2 610 мкг/дм³. Середні концентрації кремнію по району досліджень складали в травні 1 051 мкг/дм³, а в листопаді 1 094 мкг/дм³. В придонному шарі вміст кремнію зменшувався і в середньому складав 655 мкг/дм³. Як і в більшості гідрохімічних показників, в просторовому розподілі вміст кремнію зменшувався з віддаленням від гирл дельти Дунаю.

Співвідношення БР на Дунайському узмор'ї склав: загальний азот до загального фосфору $N/P = 55,4$, кремнію до загального фосфору $Si/P = 26,3$, кремнію до загального азоту $Si/N = 0,48$. В цілому на Дунайському узмор'ї співвідношення БР не відповідають оптимальним значенням ($N/P = 16 : 1$ і $Si/N = 1 : 1$).

Хлорофіл-а. Хлорофіл-а є об'єктивним показником ступеню евтрофованості морських акваторій, а його підвищення – прямим наслідком евтрофікації вод. За даними супутникових спостережень NASA системою MODIS Aqua з роздільною здатністю 4 км представлено великомасштабні просторово-часові зміни вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі Азово-Чорноморського басейну (АЧБ) по сезонам року (рис. 1.9).

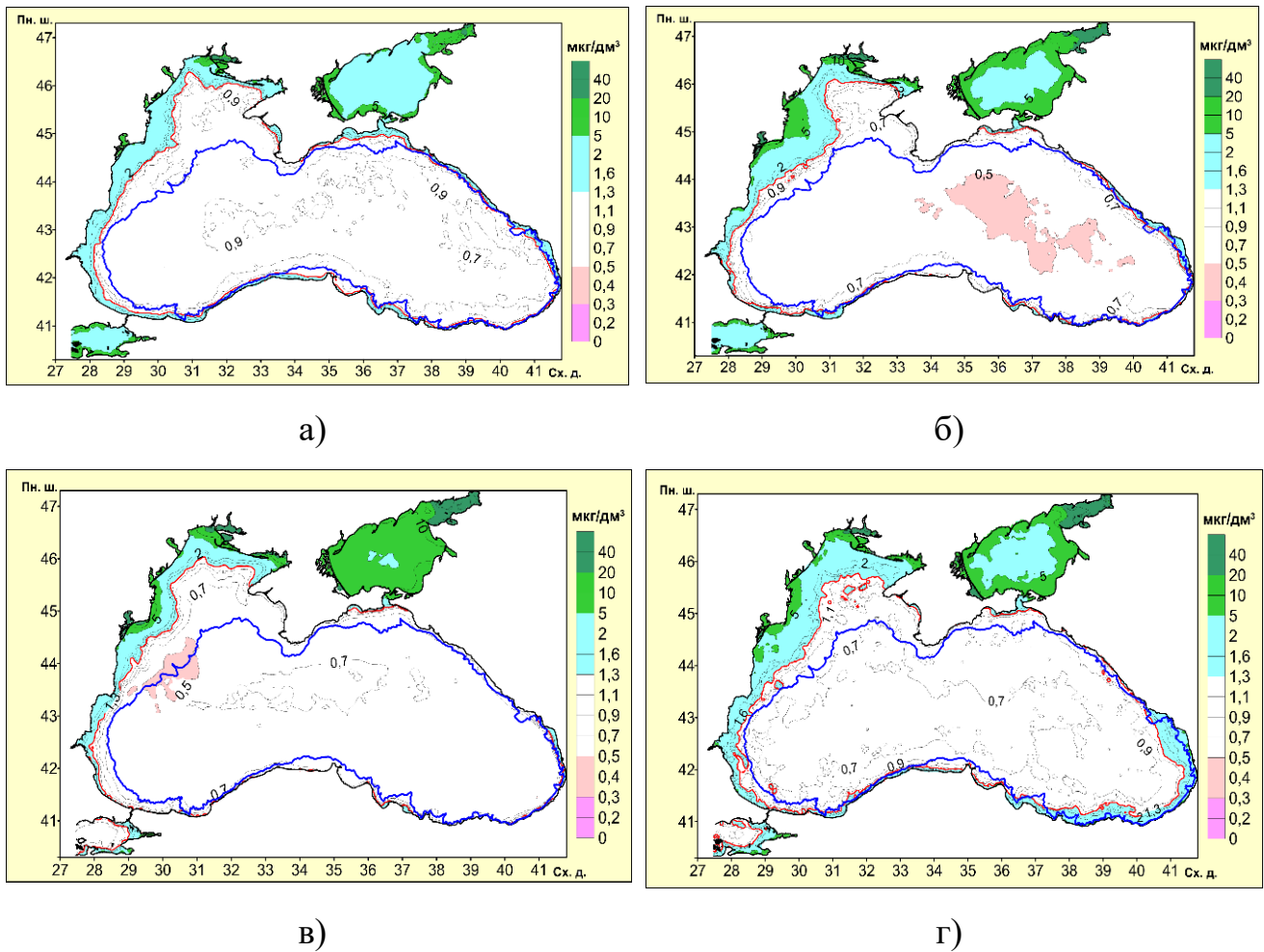


Рисунок 1.9 – Просторовий розподіл хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного і Азовського морів в різні сезони 2019 р. (мкг/дм³):
(а) – зима; (б) – весна; (в) – літо; (г) – осінь.

В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а (більш ніж 4–5 мкг/дм³) спостерігались на шельфі в Дніпро-Бузькому, Дністровському і в Дунайському районах. З віддаленням від районів річкового стоку в зоні змішування річкових вод та вод відкритого моря вміст хлорофілу-а значно зменшувався до 1,3 мкг/дм³. Відносно підвищений вміст хлорофілу-а відмічено в Каркінитській затоці (приблизно 3,0 мкг/дм³).

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.

Підвищені концентрації хлорофілу-а в поверхневому і придонному шарах спостерігалися в районах впливу річкового стоку Дунаю, Дніпра і дещо менше Дністра (рис. 1.10) і в цілому не відповідали ДЕС (біля $2,0 \text{ мкг/дм}^3$).

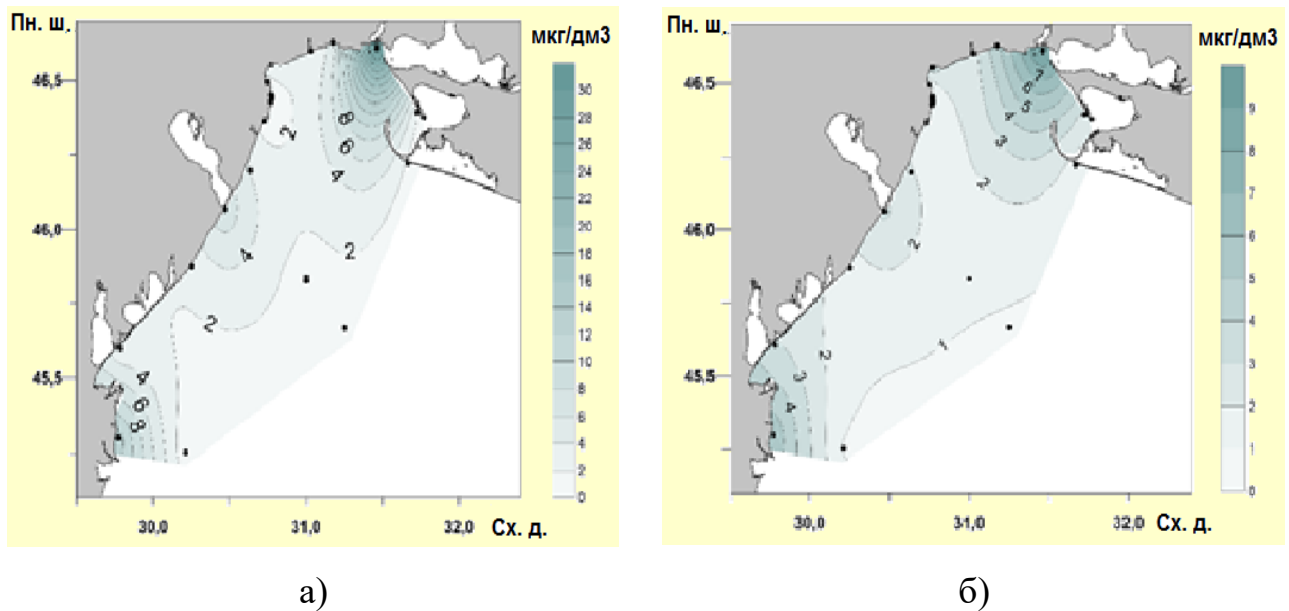


Рисунок 1. 10 – Просторовий розподіл хлорофілу-а в поверхневому (а) та придонному (б) шарах моря в серпні 2019 року.

За багаторічними даними (2003-2019 рр.) у водах АЧБ відмічається тенденція до зниження вмісту хлорофілу-а при статистичній значимості 95 %. Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції в усіх районах АЧБ (рис. 1.11), можна констатувати зменшення ступеня евтрофованості морських вод України.

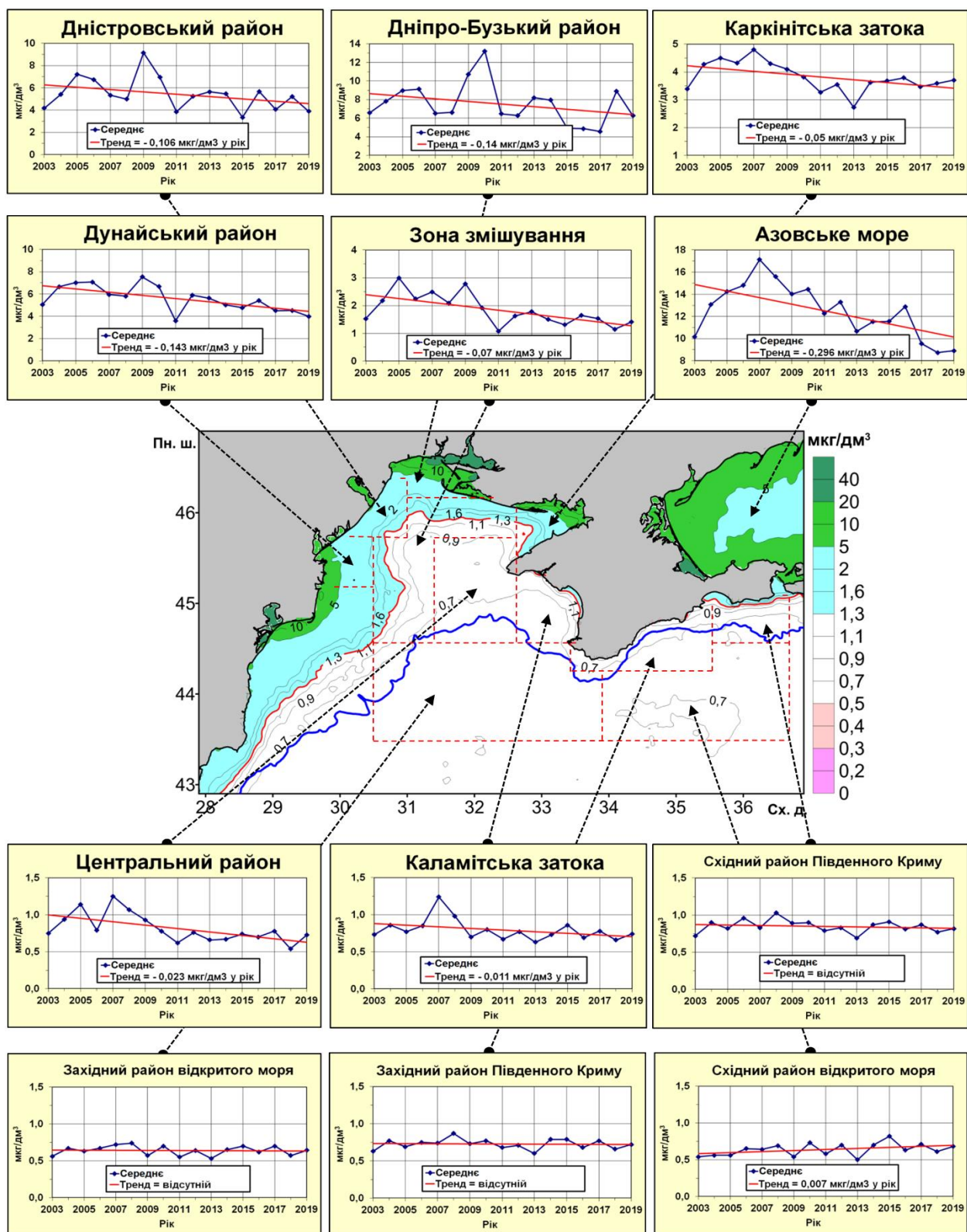


Рисунок 1.11 – Просторовий розподіл середнього вмісту хлорофілу-а в 2019 р.
і багаторічна мінливість середнього вмісту хлорофілу-а
в Азовському та Чорному морях.

Тенденція до найбільшого зменшення середнього річного вмісту в поверхневих водах Чорного моря відмічається в Дунайському і Дніпро-Бузькому районах з кутовими коефіцієнтами лінійного тренду - $0,143 \text{ мкг/дм}^3$ та - $0,140 \text{ мкг/дм}^3$ у рік, відповідно. Максимальне зменшення середнього річного вмісту хлорофілу-а спостерігалось в Азовському морі при коефіцієнті лінійного тренду - $0,296 \text{ мкг/дм}^3$ у рік.

Комплексна оцінка ступеню евтрофікації масивів вод на підставі індексу трофності E-TRIX. В практиці оцінки ступеню евтрофованості і якості вод, наряду з іншими показниками, досить широко використовується індекс трофності (E-TRIX), який є інтегральним показником, пов'язаним з характеристиками первинної продукції фітопланктону і з харчовими факторами (концентрацією біогенних речовин).

Переваги індексу E-TRIX над іншими показниками обумовлюються використанням стандартних і найбільш часто вимірюваних гідрохімічних і гідробіологічних характеристик морських вод, кількість яких не змінюється, що дає можливість зіставляти результати оцінок ступеня трофності вод за індексом E-TRIX різних районів моря. Індекс E-TRIX змінюється відповідно умов трофності вод у межах від 0 до 10, а оцінка ступеню трофності і стану якості вод здійснюється згідно величини індексу:

- < 4, ступень трофності «низький», якість вод «висока»;
- 4 – 5, ступень трофності «середній», якість вод «гарна»;
- 5 – 6, ступень трофності «високий», якість вод «середня»;
- > 6, ступень трофності «дуже високий», якість вод «погана».

В червні і жовтні 2019 р. трофність прибережних водних масивів Одеського регіону, згідно категорій індексу E-TRIX, відповідали по районах «середньому», «високому» і «дуже високому» ступеню. Значення індексу в червні знаходились в діапазоні від 4,3 до 6,9 і в жовтні від 4,5 до 7,1.

В багаторічних змінах ступеню евтрофікації і якості прибережних вод в Одеському регіоні за даними спостережень визначається тренд до зниження трофності і підвищення якості вод за інтегральним показником індексу E-TRIX.

В період 2000–2019 рр. за чисельними значеннями індексу E-TRIX тенденція до зниження ступеню трофності вод склала - 0,51 одиниць у рік. Якщо на початку сторіччя значення індексу E-TRIX перевищували 6,0 і ступень трофності прибережних вод визначався як «дуже високий», то у останні п'ять років значення індексу E-TRIX не перевищували 5,0 і ступень вод відповідав «середньому» рівню трофності (рис. 1.12).

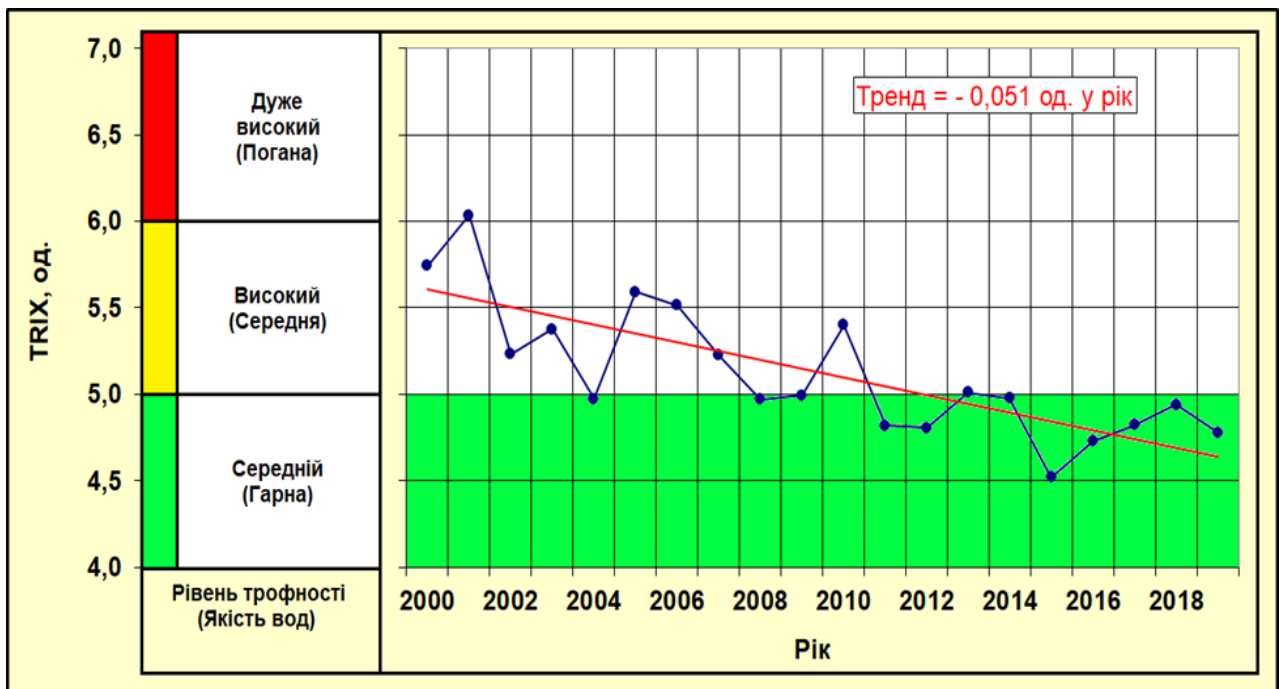


Рисунок 1.12 – Багаторічна мінливість трофності і якості прибережних масивів вод Одеського регіону за показником індексу E-TRIX.

Деяка тенденція до зниження трофності транзитних вод відмічається і на Дунайському узмор'ї. Однак у 2019 р. води Дунайського узмор'я в травні і листопаді 2019 р., відповідали ступеню трофності переважно «дуже високому» і «високому». В середньому по району досліджень в 2019 р. значення індексу

Е-TRIX складала 6,68 в травні і 6,15 в листопаді, що відповідає «дуже високому» ступеню.

Характеристика просторового розподілу трофності і якості вод за показником Е-TRIX на північно-західному шельфі, та в глибоководній відкритій частині Чорного моря за даними екологічних спостережень в літній період в липні – вересні 2019 р. наведено на рисунку 1.13.

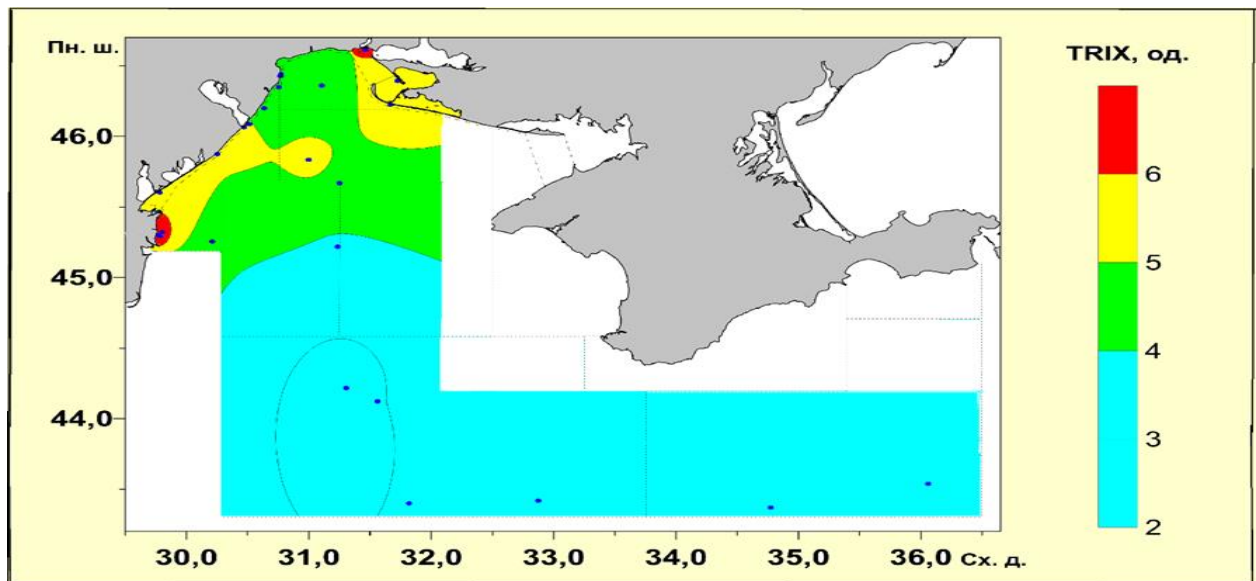


Рисунок 1.13 – Просторовий розподіл індексу Е-TRIX на ПЗЧМ та в глибоководній відкритій частині Чорного моря в липні-вересні 2019 р.

Ступень «дуже високої» трофності водних масивів спостерігається на узмор'ї Дніпро-Бузького лиману і Дунаю. Води більшості північно-західного шельфу за показником індексу Е-TRIX відповідають «середньому» ступеню трофності, а води відкритої глибоководної частини Чорного моря характеризуються «низьким» ступенем трофності і «високою» якістю вод.

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.

Так, відносна прозорість води (глибина видимості білого диска діаметром 30 см) в період екологічних спостережень на ПЗЧМ в серпні 2019 року змінювалася в межах від 1,3 м до 13,0 м. Мінімальні значення прозорості вод <2.0 м відзначаються в прибережних місцях в зоні впливу стоку вод Дунаю і вод з Дніпровського лиману. З віддаленням від цих місць прозорість вод підвищується (рис. 1.14).

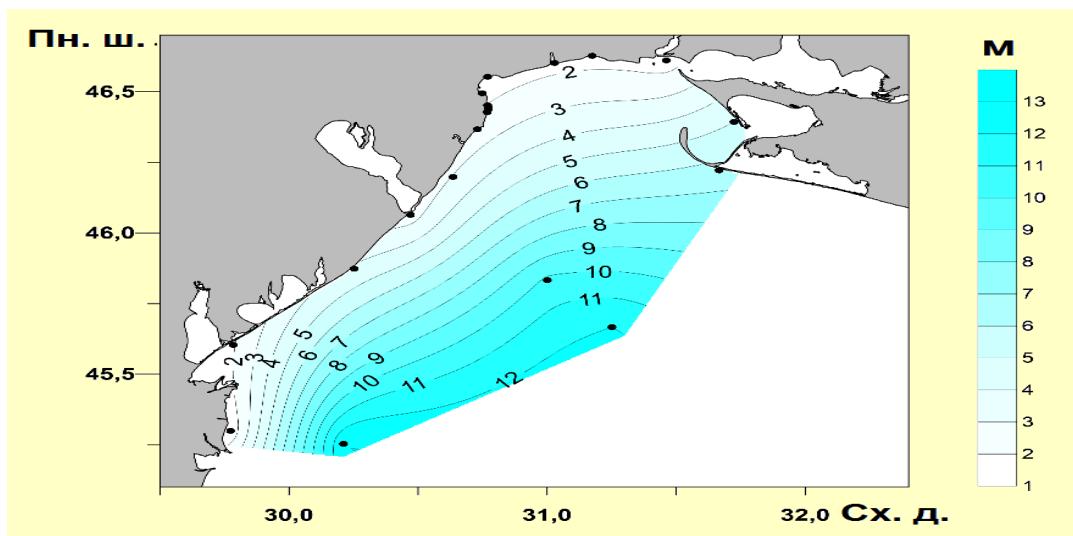


Рисунок 1.14 – Просторовий розподіл прозорості вод ПЗЧМ в серпні 2019 р.

Максимум прозорості 13,0 м спостерігався на південному сході досліджуваного району. У центральній частині північно-західного шельфу в зоні філофорного поля Зернова прозорість вод перебувала в діапазоні від 10 м до 12 м. В цілому за показником прозорості в зоні філофорного поля Зернова води відповідали у період спостережень в серпні відповідали статусу ДЕС.

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, дампінг 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. 1.15.

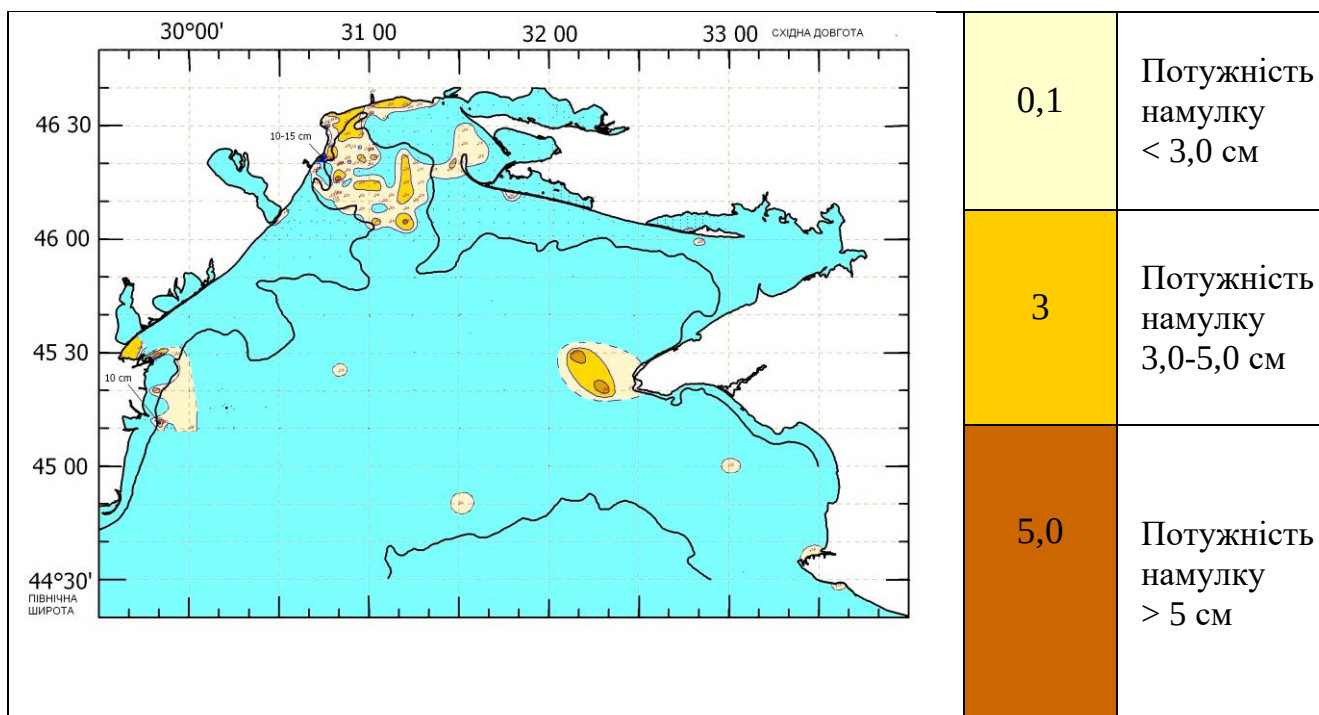


Рисунок 1.15 – Карта-схема сучасної реседиментації ПЗШ Чорного моря
за даними 2008 – 2019 рр.

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

1.3 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами

У морському середовищі АЧБ виявлені токсичні ЗР: нафтові вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) хлоровані вуглеводні, токсичні метали (ТМ) та деякі інші, контроль за вмістом яких передбачено Конвенцією

про захист Чорного моря від забруднення 1992 р. (Бухарестська Конвенція) та Рамковою Директивою про морську стратегію 2008/56/ЄС.

У 2019 році забруднення ПЗЧМ оцінювалося по районах розподілу відкритої частини моря на західну та східну і прибережну зони моря південного Криму та по водних масах визначених районів «Перехідних вод» та «Прибережних вод» відповідно до Водної рамкової директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС (рис. 1.16).

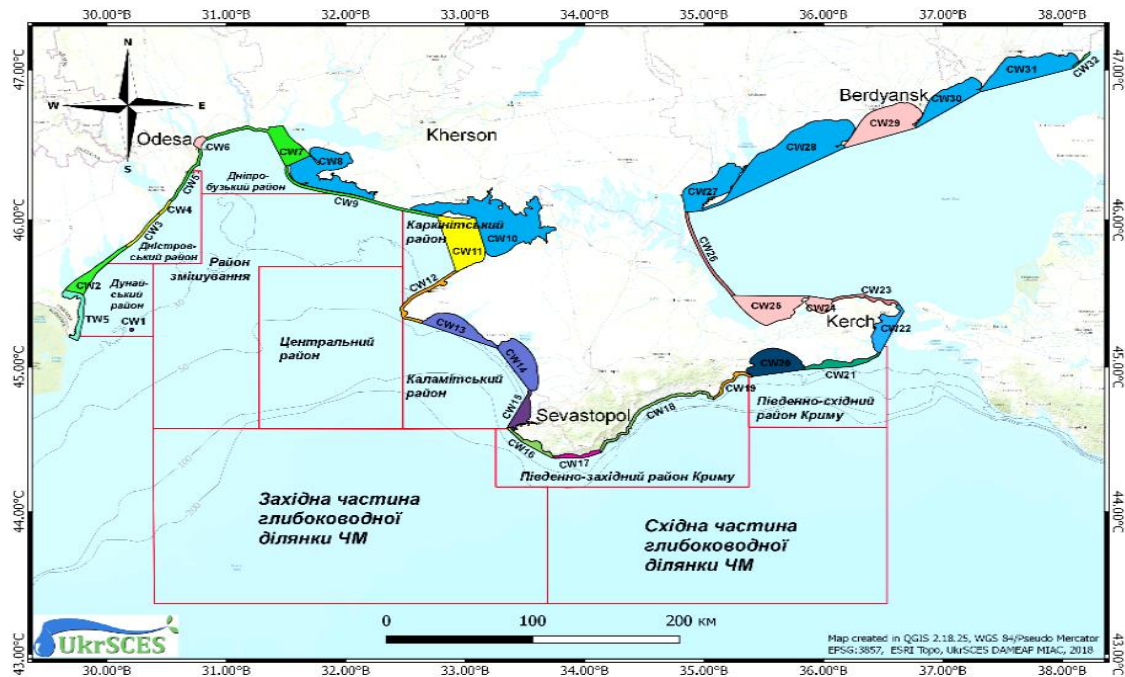


Рисунок 1.16 – Карта районів та водних мас відповідно до Водної рамкової директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС.

Стан забруднення морської води в 2019 р. оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: ТМ, хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та ПАВ.

Для оцінки забруднення використовувався коефіцієнт забруднення (КЗ), який відображає концентрацію всіх ЗР одного типу в окремий проміжок часу в заданому районі. Цей коефіцієнт розраховується як сума відношень

концентрації кожної ЗР до її гранично допустимої концентрації відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимої концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН) віднесеної до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Точність відображення стану району, за допомогою коефіцієнту, залежить від кількості станцій моніторингу в досліджуваному районі та кількості спостережень за проміжок часу, який оцінюється.

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.



Екологічна оцінка стану забруднення морської води по районах за вмістом токсичних металів. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS) за даними 2019 р.

На рисунку 1.17 наведені значення КЗ для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni) та середній КЗ для суми ТМ в поверхневому та придонному шарах води року по районах досліджень. Із рисунку видно, що КЗ суми ТМ в районі місць скиду стічних вод зі станцій біологічної очистки (СБО) «Південна» і міста та порту Чорноморськ (CW5) в придонному шарі води відповідає задовільному екологічному стану. Висока концентрації ртуті в цьому районі відповідає поганому екологічному стану (рис. 1.18). По іншим районам КЗ суми ТМ відповідають в цілому доброму екологічному стану, але теж зафіксовані підвищені концентрації металів: КЗ Hg в поверхневому шарі води Одеської затоки (CW6, рис. 1.17) та в придонному шарі води прибережного району Дунаю (TW5). КЗ Cd в придонному шарі води району Ягорлицької та

Тендрівської затоки (CW8) відповідає задовільному екологічному стану (рис. 1.18).

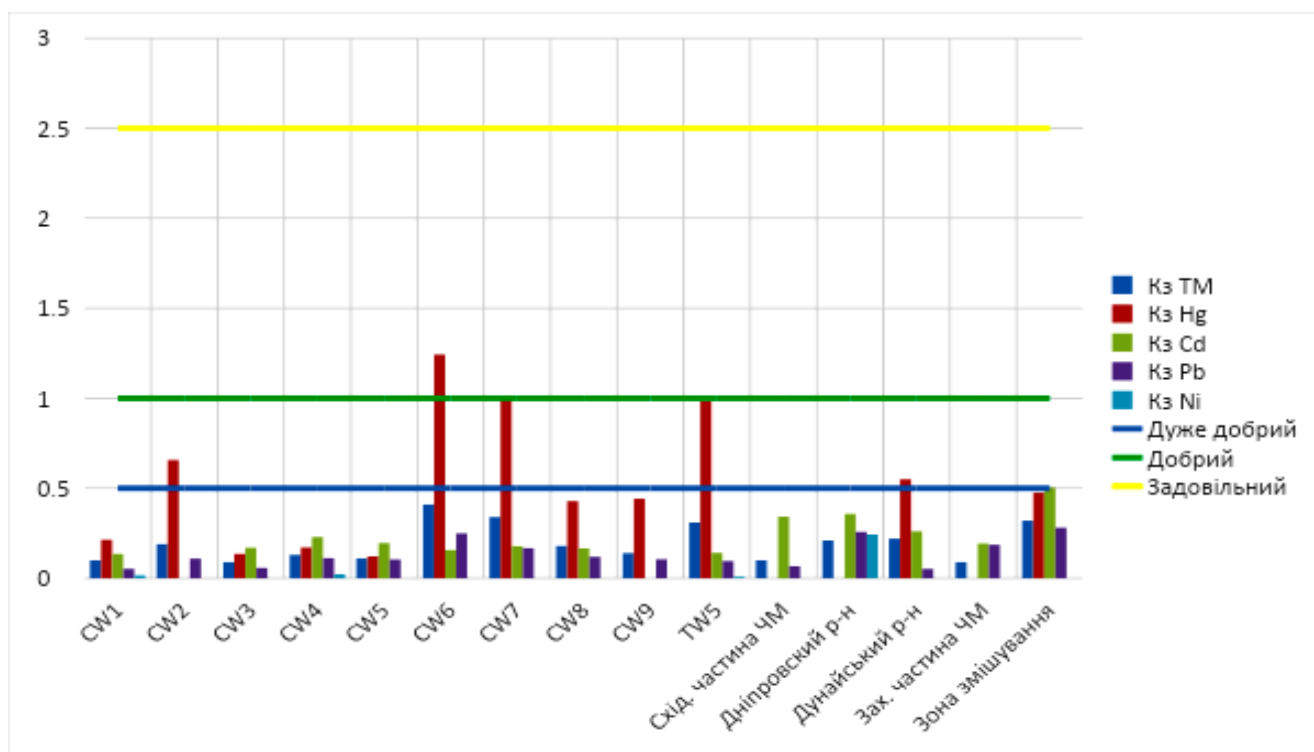


Рисунок 1.17 – Коефіцієнт забруднення токсичними металами поверхневого шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

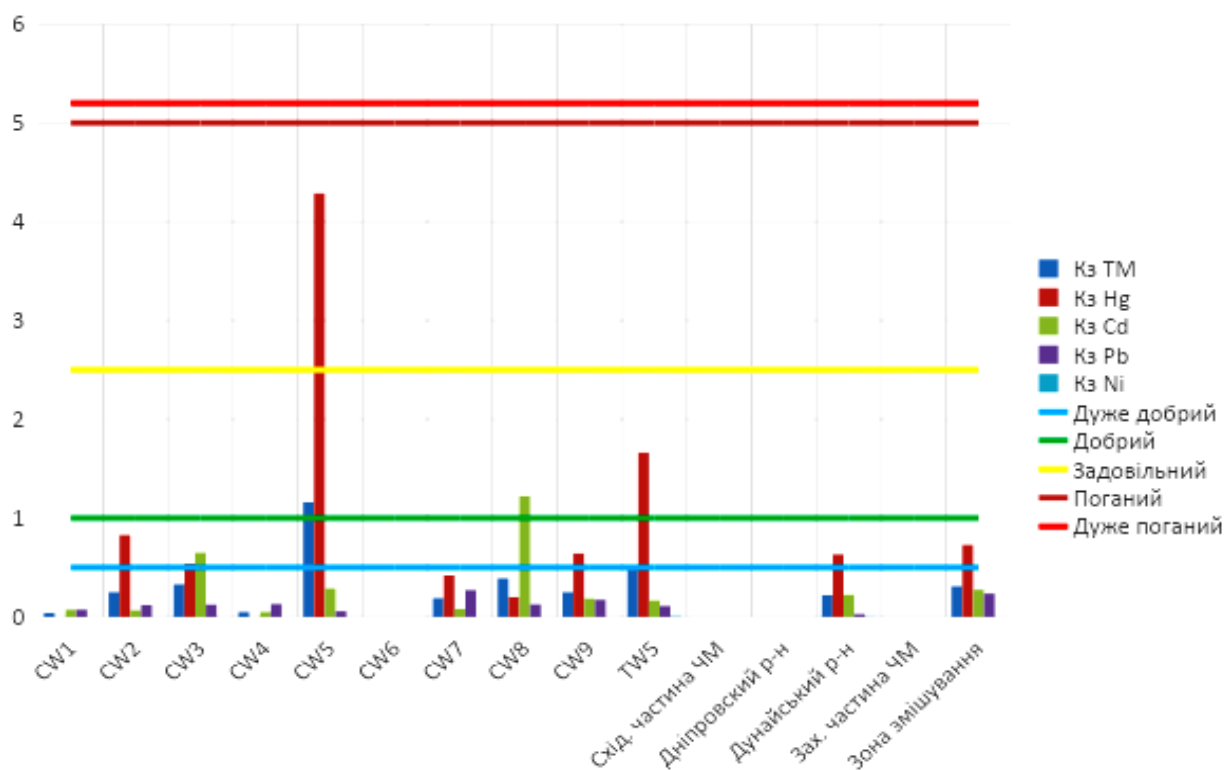


Рисунок 1.18 – Коефіцієнт забруднення токсичними металами придонного шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

Екологічна оцінка стану забруднення морської води по районах за вмістом хлорорганічних пестицидів. Стан забруднення окремих районів Чорного моря хлорорганічними пестицидами та ПХБ у 2019 році наведено на рисунках 1.19 та 1.20.

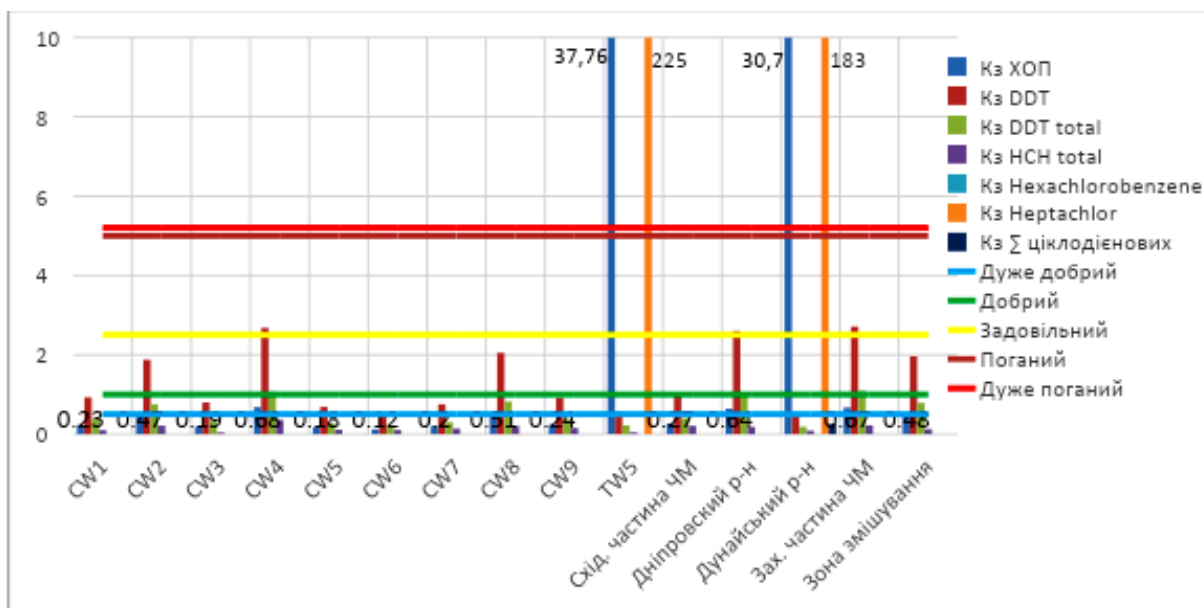


Рисунок 1.19 – Коефіцієнт забруднення хлорорганічними пестицидами поверхневого шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

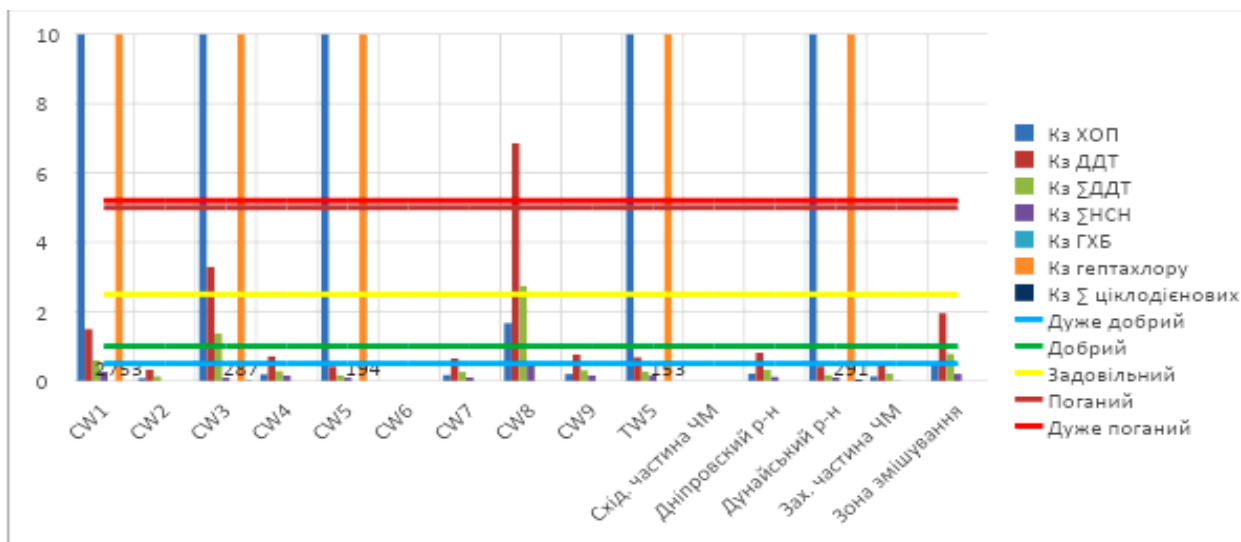


Рисунок 1.20 – Коефіцієнт забруднення хлорорганічними пестицидами придонного шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

Як видно із рисунку, стан забруднення поверхневих та придонних вод гептахлором в районі острову Зміїний (CW1), в прибережній зоні Будацького лиману (CW3), в районі місць скиду стічних вод зі станцій біологічної очистки

(СБО) «Південна» і міста та порту Чорноморськ (CW5) та в прибережній зоні Дунаю (TW5) відповідає дуже поганому екологічному стану. Підвищенні концентрації ДДТ та його метаболітів зафіксовані також в поверхневих водах в прибережній зоні Дністра (CW4), в Дніпровському районі, в західній частини Чорного моря, що відповідає поганому екологічному стану (рис. 1.21).

Придонні води Ягорлицької затоки (CW8) за КЗ ДДТ відповідають дуже поганому екологічному стану, в районі Будацького лиману (CW3), відповідає поганому екологічному стану. Води в районі острова Зміїний (CW1) та в зоні змішування відповідають задовільному екологічному стану (рис. 1.22).

Оскільки в директиві ЄС 2013/39 відсутні обмеження по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, оцінка забруднення ПХБ проводилась для груп індивідуальних ПХБ від ПХБ-16 до ПХБ-65 (Ar-1254) та від ПХБ-28 до ПХБ-73 (Ar-1260) – рисунки 1.21 та 1.22.

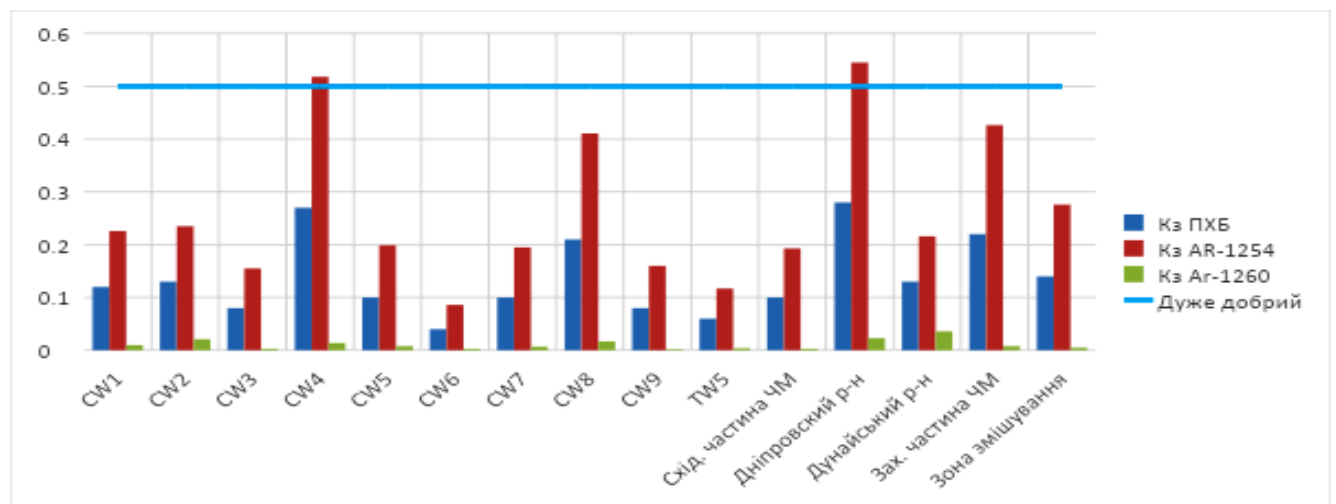


Рисунок 1.21 Коефіцієнт забруднення ПХБ поверхневого шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

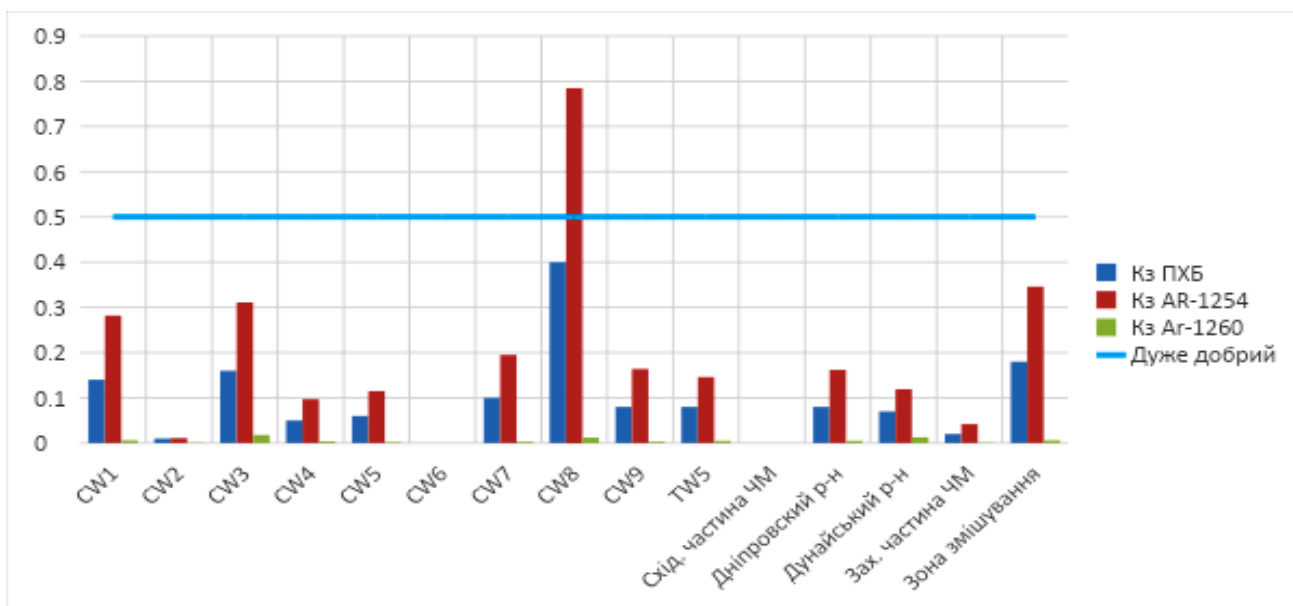


Рисунок 1.22 Коефіцієнт забруднення ПХБ придонного шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

Екологічний стан вод по представленим районам Чорного моря за показником КЗ ПХБ у 2019 році відповідав «дуже доброму екологічному стану».

Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліароматичних вуглеводнів. На рисунках 1.23 – 1.24 наведені КЗ ПАВ поверхневого та придонного шарів морської води. КЗ розраховувався відносно МАС-EQS.

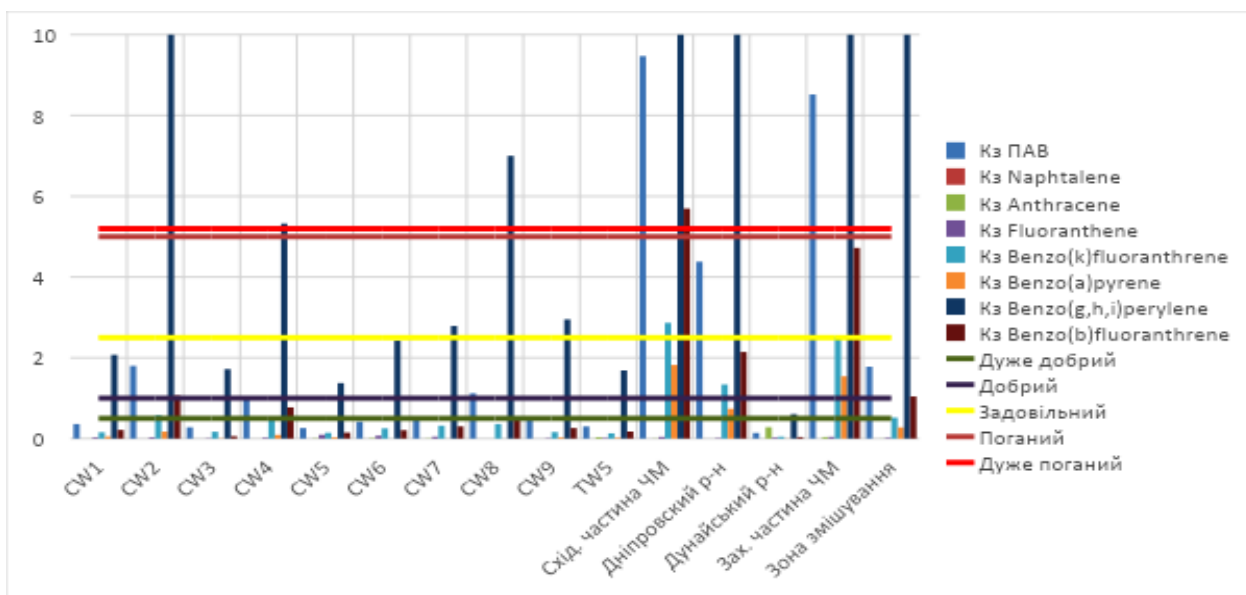


Рисунок 1.23 Коефіцієнт забруднення ПАВ поверхневого шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

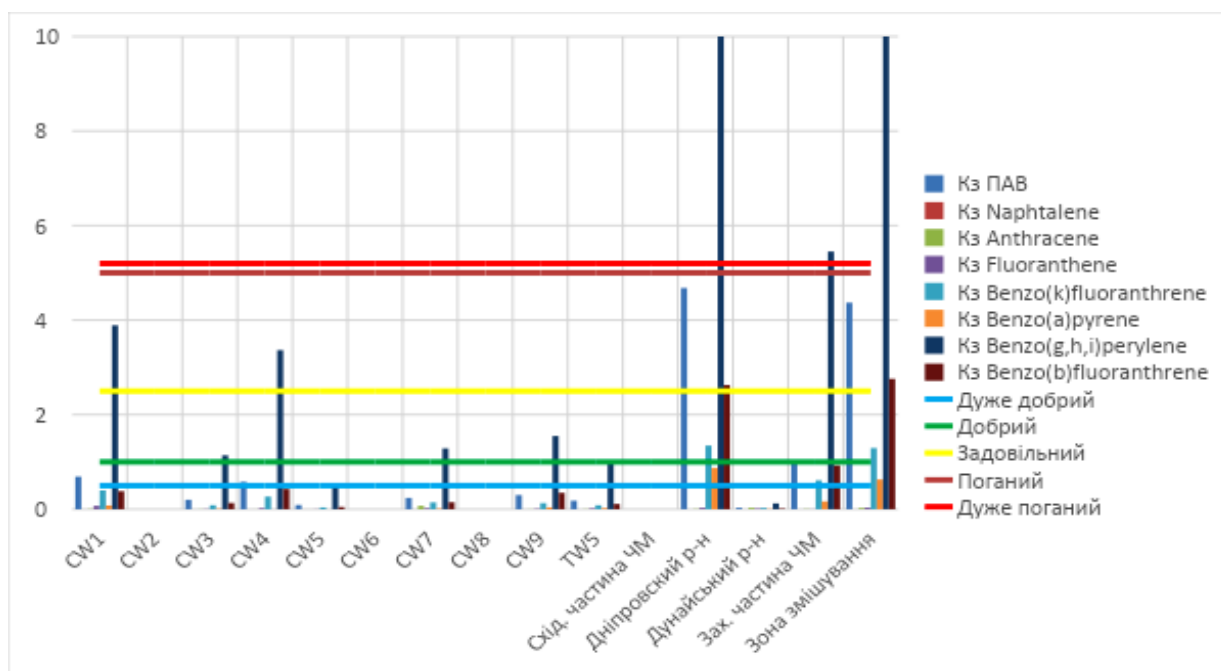


Рисунок 1.24 Коефіцієнт забруднення ПАВ придонного шару вод окремих районів Чорного моря у 2019 р.

Загальні показники забрудненості ПАВ поверхневого шару морської води, як видно з рисунку 1.20 а, знаходилися на низькому рівні та відповідали доброму екологічному стану, крім районів східної та західної частин Чорного моря, де зафіксований дуже поганий стан. Дніпровський район (CW2, CW8) відповідав поганому стану. Зона змішування відповідала задовільному екологічному стану. Але слід відмітити, що концентрації окремих ПАВ були на високому рівні майже по всіх районах спостережень.

В таблиці 1.1 та на рисунках 1.25 – 1.26 наведені середні значення суми ПАВ (Σ ПАВ), бензо(а)піренового еквіваленту (B(a)Peq) та суми канцерогенних ПАВ (Σ carc ПАВ) в поверхневому та придонному шарах морської води по районах.

Таблиця 1.1 – Сума ПАВ, бензо(а)піреновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ в морській воді у 2019 р.

Район	Σ ПАВ	B(a)Peq	Σ carc ПАВ	Σ ПАВ	B(a)Peq	Σ carc ПАВ
	нг/л					
	поверхневий шар води			придонний шар води		
CW1	49.18	8.81	18.14	97.23	15.95	34.63
CW2	164.1	58.99	118.2	0.27	0.0003	0
CW3	26.82	6.29	10.76	31.73	5.61	12.65
CW4	92.02	27.41	63.36	71.87	17.19	47.77
CW5	75.56	6.99	13.78	12.07	1.89	4.21
CW6	99.06	8.96	20.89			
CW7	70.47	6.43	17.01	35.61	5.13	10.09
CW8	38.27	7.53	20.87	0.7	0.01	0.19
CW9	51.16	15.86	36.79	35.35	12.45	22.93
TW5	58.95	8.12	18.97	42.18	5.13	10.59
Східна частина ЧМ	480.3	217.8	365.8			
Дніпровський р-н	205.6	96.72	157.2	246.5	110.9	180.3
Дунайський р-н	99.95	1.99	3.2	48.97	0.96	1.91
Західна частина ЧМ	424.6	192.6	318.9	76.99	34.89	65.52
Зона змішування	107.4	41.55	71.14	242.9	99.61	174.6

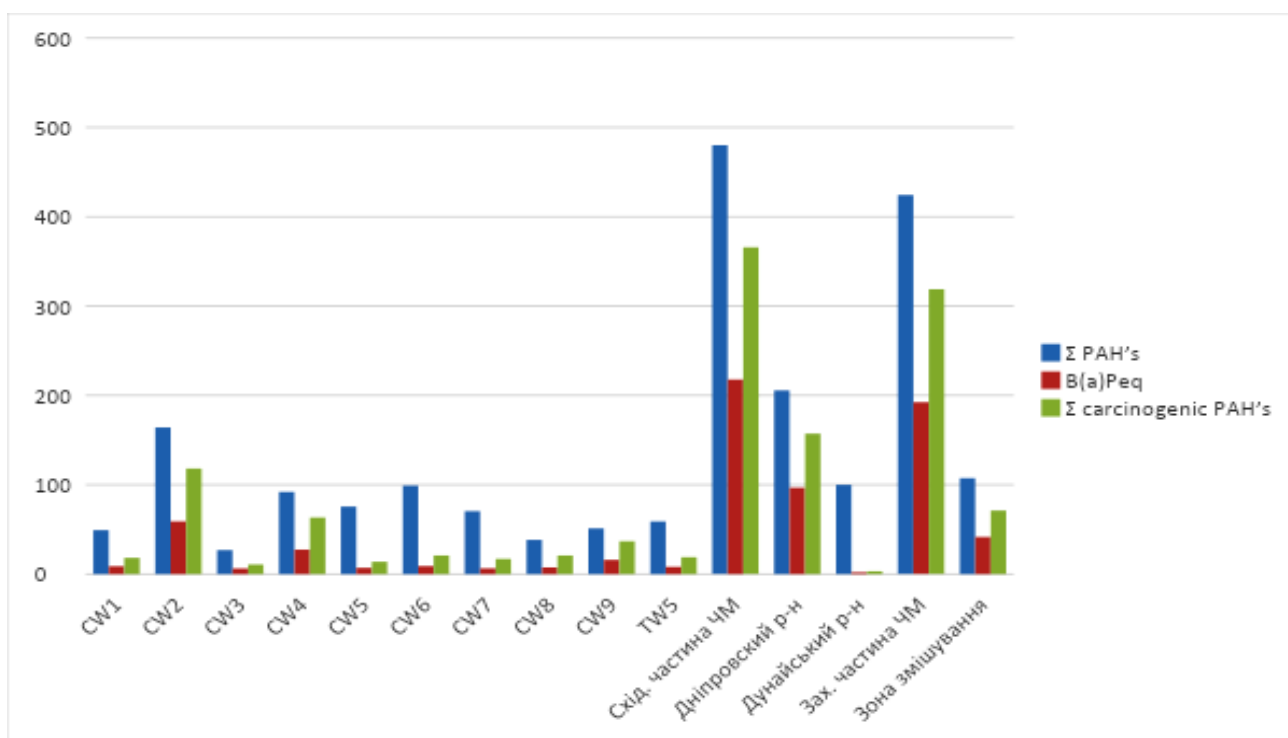


Рисунок 1.25 – Середні значення Σ ПАВ, B(a)Peq та Σ carcinogenic ПАВ в поверхневому шарі морської води по районах у 2019 р.

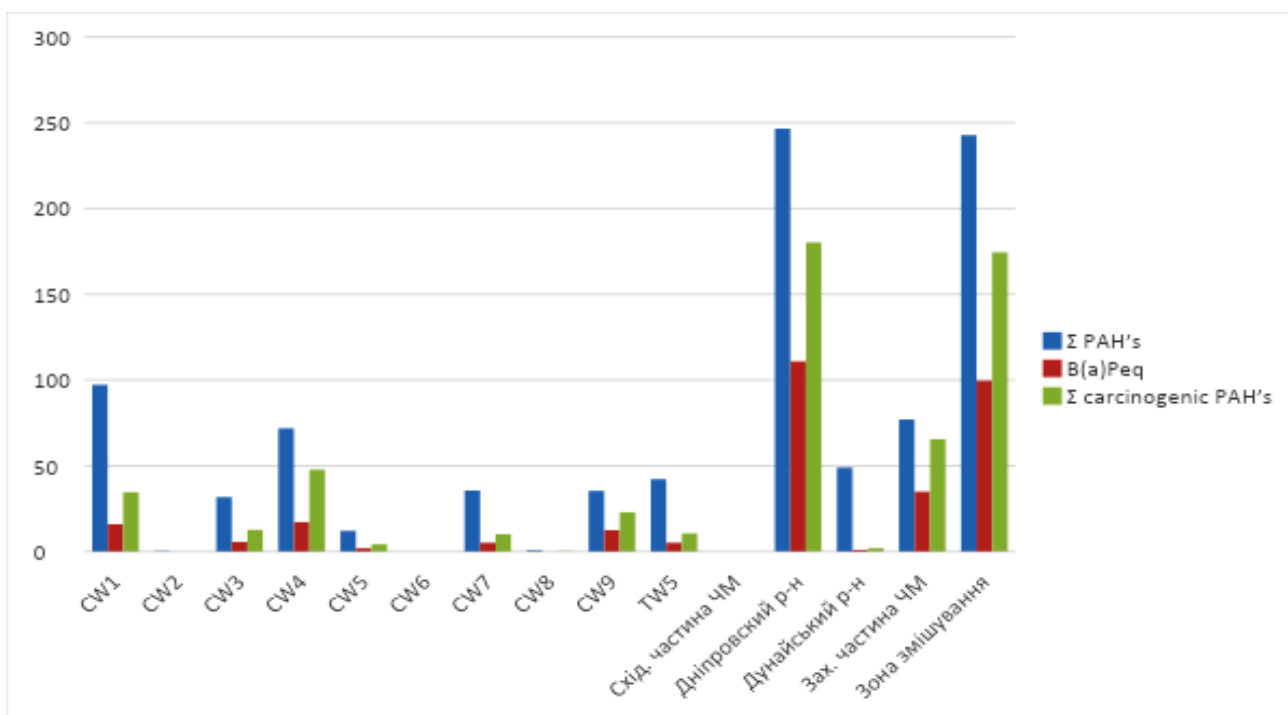


Рисунок 1.26 – Середні значення Σ ПАВ, B(a)Peq та Σ carcinogenic ПАВ в придонному шарі морської води по районах у 2019 р.

Показники Σ ПАВ, В(а)Р_{eq} та суми канцерогенних ПАВ у ряді районів знаходяться на значному рівні.

1.4 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування

Впродовж 2019 р. було здійснено оцінку екологічного стану довкілля української частини Чорного моря за методами біотестування та біоіндикації (на тест-об'єктах – чорноморських мідіях різних стадій розвитку, й організах-індикаторах – бентосних одноклітинних водоростях, відповідно). Встановлено, що на отриманих фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних та сапробіологічних показниках стану досліджених гідробіонтів чітко віддзеркалюється вплив, як природних, так і антропогенних факторів навколишнього середовища.

Протягом року спостерігалось покращення екологічних характеристик водного середовища всіх досліджених районів моря для розвитку, як тест-об'єктів, так і організмів-моніторів. Восени фізіологічні показники стану метаболічних процесів в організмах дорослих мідій (стабільність лізосомальних мембран клітин гемолімфи, фільтраційна активність та інтенсивність споживання розчиненого у воді кисню) перевищували отримані влітку результати біотестування якості довкілля ПЗЧМ. Осіннє зростання і відсоток личинок мідій нормальної конституції, утворених під час біотестування якості вод досліджуваних об'єктів. Майже повсюдно в морі зменшилася кількість, чисельність та біомаса α -мезосапробних видів мікрофітобентосу, його довкілля стало менш евтрофікованим.

Оцінка екологічного стану морського довкілля ПЗЧМ за результатами біотестування по показниках морфогенезу личинок мідій (рис. 1.27а) та біоіндикації за сапробіонтним складом мікрофітобентосу (рис. 1.27б) восени 2019 р. показала наступне:

- в більшості досліджених районів моря якість середовища була «задовільною» (кількість нормальних личинок мідій перебувала в діапазоні від 15 % до 50 %);

- тільки в Дунайському районі якість водних мас була «посередньою» (кількість нормальних личинок мідій перебувала в діапазоні від 5 % до 15 %);

- повсюдно переважали β - та α -мезосапроби (показники помірного та значного органічного забруднення, відповідно);

- олігосапроби (показники чистих вод) відмічені тільки в Районі змішування вод, Дунайському та Центральному районах.

- найбільша кількість нормально розвинених личинок мідій (38,8 %) та сапробіонтів (37) в загальній значній кількості виявлених видів мікрофітобентосу (77) району змішування вод свідчать про притаманне йому високе біорізноманіття в угрупованні бентосних мікроводоростей.

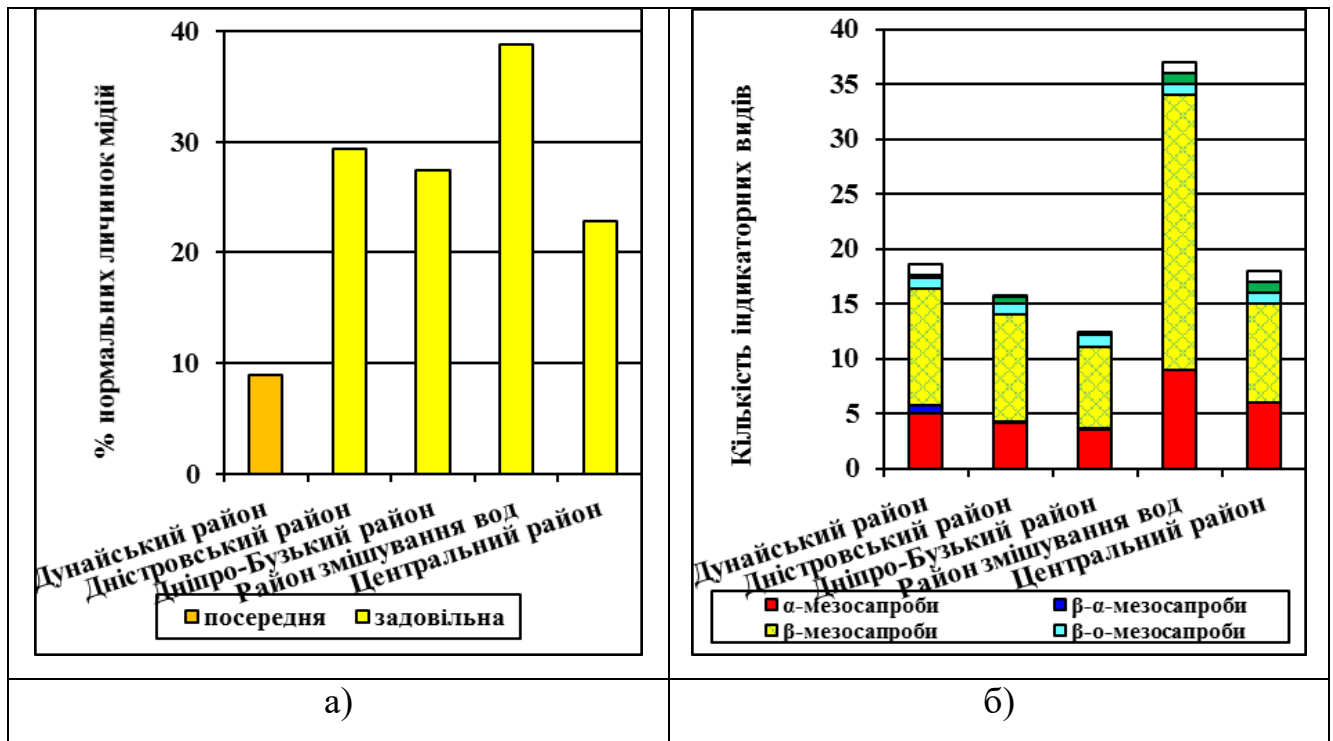


Рисунок 1.27 – Оцінка якості морського довкілля ПЗЧМ за результатами біотестування по показниках морфогенезу личинок мідій (а) та біоіндикації за сапробіонтним складом мікрофітобентосу (б) восени 2019 р.

Ретроспективний аналіз результатів біотестування якості вод центрального району Чорного моря, де розташований ботанічний заказник загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова», показав, що його водне довкілля, в якому восени 2019 року розвинулося 22,8 % личинок мідій нормальної морфології, зазнало деякого погіршення відносно показника 2016 р. (26,2 %).

2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АЗОВСЬКОГО МОРЯ

Процес руйнування екосистеми Азовського моря протікав більш стрімко ніж інших морських екосистем внаслідок її більшої вразливості по відношенню до антропогенного фактору, що обумовлено фізико-географічними особливостями моря (мілководність, висока величина питомої водозбору).

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 забруднюючих речовин 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.

Процес руйнування екосистеми Азовського моря протікає більш стрімко ніж інших екосистем внаслідок її більшої вразливості по відношенню до

антропогенного фактору, що обумовлено його фізико-географічними особливостями (мілководність, висока величина питомої водозбору).

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, або, що те ж саме, антропогенне забруднення морського середовища, 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 поблизу газового родовища Стрілкове 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. 2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1 – 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 2.2 – 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.

В поверхневих водах АЧБ максимальний вміст хлорофілу-а відмічався, як і в попередні роки, на акваторії Азовського моря. Середні концентрації хлорофілу - а на переважній площі моря влітку становили величини приблизно 5 мкг/дм³; в районі Таганрозької затоки – від 10 мкг/дм³ до 20 мкг/дм³, та у весняно – літній період у верхові Таганрозької затоки доходили до 40 мкг/дм³. Високі концентрації хлорофілу-а понад 20 мкг/дм³ постійно спостерігались в Азовському морі під впливом річкового стоку Дону (див. рис. 1.9). В Азовському морі максимум у внутрішньорічному ході вмісту хлорофілу-а спостерігається в серпні.

Азовське море у цілому характеризується нестійким газовим режимом, що визначається температурою та інтенсивністю біологічних процесів. Як правило, вміст кисню, у зв'язку з меленою водою, може бути високим і стабільним у водній товщі і дуже змінюється в придонному горизонті. 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 Азовського моря.

З 2001 р. 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 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 Азовського моря. З 2001 р. спостерігалось розширення їх локалізації, включаючи кримське узбережжя і Арабатську затоку. Розвиток передзаморних і 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.

Азовське море є зоною сприятливою для акумуляції самих різних середовище в забруднюючих речовин, до того ж промислове навантаження на навколишнє межах приморської смуги Азовського моря в цілому можна визначати як досить значне. 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.

Наслідки впливу хімічного і, зокрема, нафтового забруднення на морське середовище відомі. Наприклад, екологічні ефекти від нафтових розливів будуть проявлятися в основному в формі оборотних, або слабо оборотних стресів для популяцій морських птахів, ссавців і донних організмів. Для їх відновлення

буде потрібно час від одного сезону до декількох років. Зафіксовано зміни в морфології тварин, порушення важливих функцій органів, акумуляція токсикантів у їхніх органах. Надходження детергентів і пестицидів викликає масову загибель зоопланктону на гідрофронтах і по ходу трансформації прісних вод. Це є далеко не повним переліком негативних явищ впливу токсичних ЗР на морські екосистеми.

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 СТАН МОРСЬКИХ БІОЦЕНОЗІВ

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

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

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. Морська Рамкова Директива (MSFD, Директива 2008/56/ЄС) вимагає, щоб країни-члени ЄС досягли Доброго екологічного стану (ДЕС) до 2020 р.

3.1 Стан планктонних угруповань Чорного моря

Планктон є комплексом, який надзвичайно швидко реагує на будь-які зміни оточуючого середовища і є добрим екологічним показником водного середовища.

Стан біоценозів пелагіалі та зміни біорізноманіття проведено на основі оцінки фітопланктонного та зоопланктонного угруповань протягом 2019 р.

При дослідженні ПЗЧМ у 2019 р. було знайдено 152 видів і внутрішньовидових таксонів, що відносяться до 10 систематичних груп: Bacillariophyta (68 види), Dinophyta (28), Cyanophyta (14), Chlorophyta (15), Chrysophyta (5), Cryptophyta (2), Euglenophyta (1), Dictyochophyceae (3),

Prasinophyceae (1) і Flagellata (1). Основу видового різноманіття складали діатомові та динофітові водорості, меншим числом видів характеризувались зелені водорості та ціанобактерії. Вклад інших відділів становив менше 5 %. Біорізноманіття фітопланктону в різних районах національних вод України в Чорному морі представлено на рисунку 3.1.

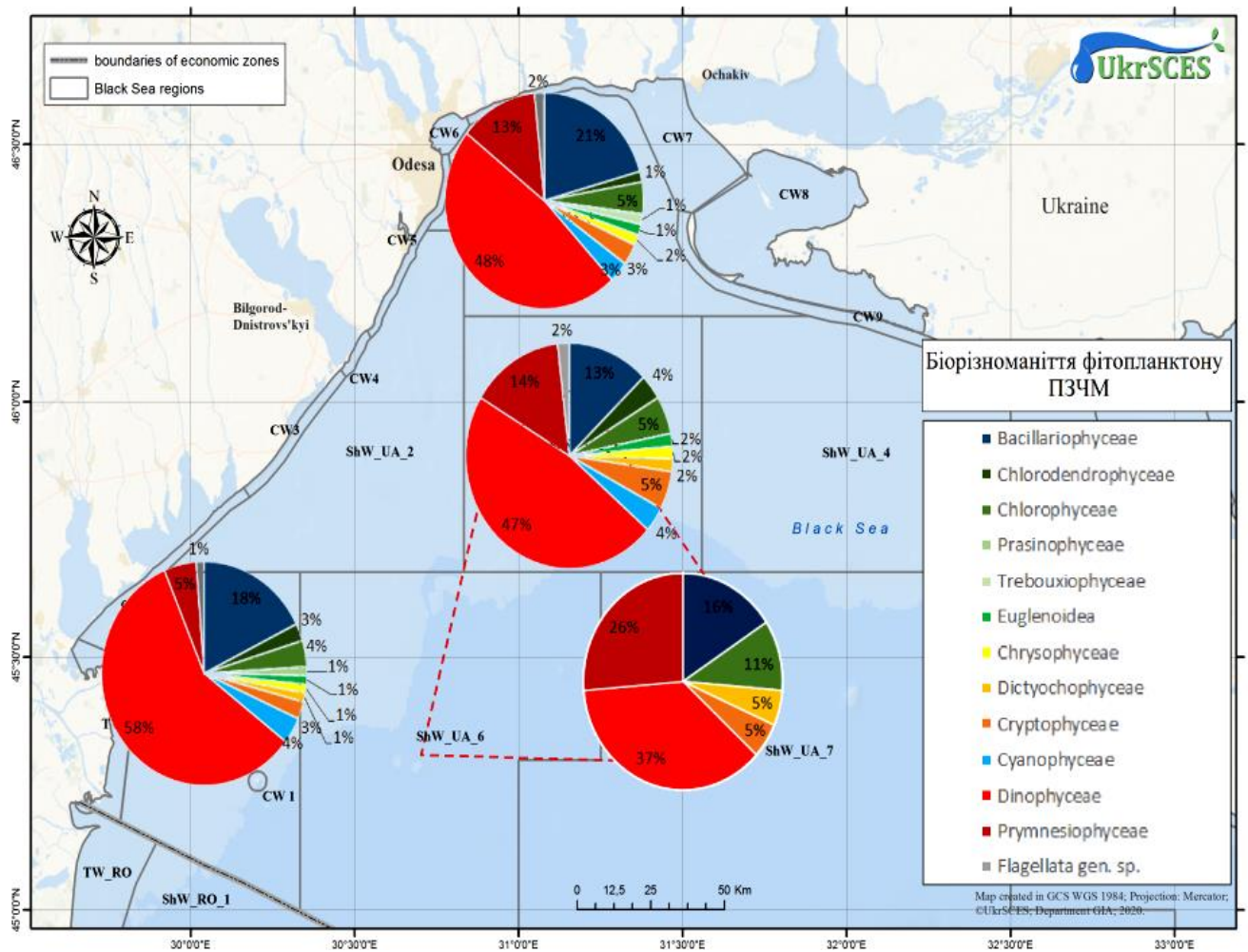


Рисунок 3.1 – Біорізноманіття фітопланктону в різних районах ПЗЧМ у 2019 р.

У 2019 році відмічалось три випадки «цвітіння» води. Перше «цвітіння» води відмічено в лютому за рахунок розвитку мікроводоростей *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., чисельність якої становила 953 тис. кл·л⁻¹ та біомаса – 262 мг·м⁻³. Субдомінантами були діатомова *Stephanodiscus hantzschii* Grun.

(484 тис. кл·л⁻¹; 118 мг·м⁻³), зелена мікроводорість *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komár.-Legner. (261 тис. кл·л⁻¹; 8 мг·м⁻³) і динофітова *Chimonodinium lomnickii* (Wolosz.) Crav. et al. (395 тис. кл·л⁻¹; 6,4 г·м⁻³), при цьому загальна чисельність фітопланктону склала 2 млн. кл/л; біомаса – 6,81 г·м⁻³, при температурі морської води 3°C і солоності 9,27 ‰. Друге масштабне «цвітіння» води відмічено в травні: в поверхневому шарі відмічалось великомасштабне «цвітіння» води бірюзового кольору по всій площі шельфу ПЗЧМ, викликане спалахом розвитку мікроводоростей кокколітофорид (*Emiliana huxleyi*). «Цвітіння» охоплювало поверхню глибоководної частини Чорного моря. Третій випадок «цвітіння» води відмічено в червні, викликаний масовим розвитком ціанобактерії *Nodularia sputigena*, яке охоплювало більшу частину прибережної полоси, займаючи 7% площі ПЗЧМ. Максимальна біомаса була зареєстрована 8 червня в районі станції біологічної очистки «Південна» (СБО «Південна») на урізі води – 4 713 г·м⁻³ та в районі Дачі Ковалевського – 2 029 г·м⁻³ (23,7 °C; 14,0 ‰). Причиною цього «цвітіння» води була аномально висока температура морської води наприкінці травня та на початку червня (23–24,6 °C), достатня забезпеченість морського середовища біогенними елементами напередодні «цвітіння» та переважаання слабких і легких вітрів, що сприяли поширенню популяції *Nodularia* по всій прибережній акваторії ПЗЧМ.

Згідно з Водною Рамковою Директивою у 2018 р. були розроблені критерії ДЕС для біологічної складової морських екосистем та запропонована шкала оцінки якості вод за цими критеріями за кількісними показниками фітопланктону – загальною біомасою, індексом Менхеника та часткою співвідношення біомаси діатомових та динофітових (у весняний період). Кількісні показники фітопланктону та оцінку за цими критеріями представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Оцінка екологічного стану ПЗЧМ за кількісними показниками фітопланктону восени 2019 р.

Тип вод	Показник		Загальна оцінка екологічного стану
	Середня біомаса, мг*м ⁻³	Індекс Менхеник	
Змішані води	634	0,090	добрий
Дніпро-Бузький район	701	0,047	помірний
Дністровський район	1687	0,020	поганий

Таким чином, стан фітопланктонного угруповання ПЗЧМ показує тенденцію до покращання, але продовжує залишатися нестабільним, особливо у зонах впливу річок, де на окремих станціях продовжують відмічатися випадки «цвітіння» води, викликаних спалахом розвитку мікрowodоростей як прісноводного та прісноводно-солонуватоводного, так і морського генезисів.

Протягом 2019 року середньомісячні значення хлорофілу-а змінювався від 0,83 мкг·л⁻¹ до 6,56 мкг·л⁻¹ (при загальній мінливості від 0,69 мкг·л⁻¹ до 14,3 мкг·л⁻¹). Аналіз середньомісячних значень вмісту хлорофілу-а в прибережних акваторіях виявив два основних максимуму цього показника на фоні загального тренду до його зниження протягом 2019 року. Максимальні значення хлорофілу-а виявлено на початку лютого (від 14,3 мкг·л⁻¹ до 14,27 мкг·л⁻¹), цей пік пов'язаний з зимовим розвитком фітопланктону, що спричинило «цвітіння» води. Другий пік відмічено на початку червня 2019 року (хлорофіл-а 7,3 мкг·л⁻¹), що пов'язано з «цвітінням» води, викликаним масовим розвитком ціанобактерії *Nodularia sputigena*. Результати оцінки за показниками хлорофілу-а представлено на рисунку 3.2.

Таблиця 3.2 – Оцінка екологічного стану на основі значень концентрації хлорофілу-а ($\text{мкг}\cdot\text{л}^{-1}$) акваторій ПЗЧМ у 2019 р.

Райони	Хлорофіл-а	Оцінка
Дністровський	$3,69\pm 1,88$	Поганий
Дунайський	$3,76\pm 3,42$	Поганий
Змішані води	$1,39\pm 0,42$	Середній
Дніпро-Бузький	$7,83\pm 7,83$	Дуже поганий

В складі зоопланктону ідентифіковано 45 таксонів організмів морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Основу різноманіття по всій ПЗЧМ складали копепода (14 таксонів) та в місцях витоку річок кладоцери (10 таксонів). Серед інших було виділено 8 таксонів меропланктону, 6 таксонів коловерток (в місцях впливу стоку річок) та 13 таксонів інших організмів. Загальна біомаса зоопланктону коливалася від $22,669 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ до $1\,555,013 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$, та складала у середньому $435,871 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$, що відповідає «Доброму» екологічному стану.

Зима характеризувалася малим розмаїттям, чисельністю та біомасою. В пробах відмічено лише копепода родів *Acartia* та *Oithona*, копепода родини *Harpacticoida* та організми меропланктону. У лютому в пробах зареєстровано прісноводні організми, зокрема, коловертки роду *Brachionus*, поява яких викликана річковим стоком. Навесні відмічено зростання розмаїття ротіфер та кладоцер, зростання частки солонуватоводних і прісноводних видів та зростання загальної біомаси мезозоопланктону. У липні спостерігалася скорочення біомаси та розмаїття, зменшення частки солонуватоводних видів. Річний хід зміни біомаси зоопланктону представлено на рисунку 3.2.

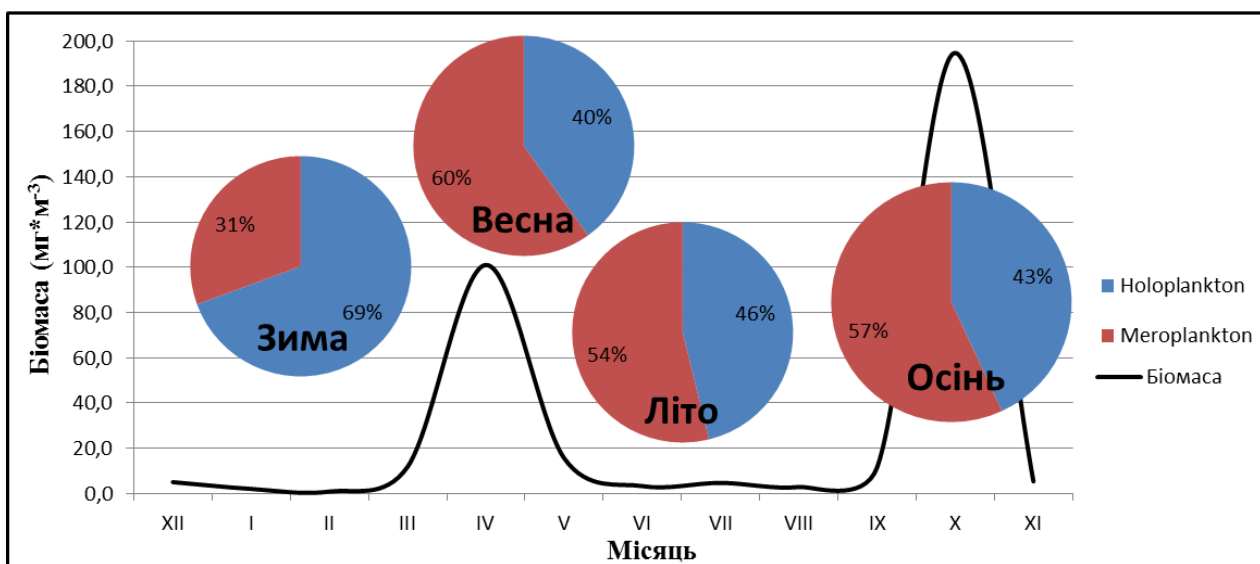


Рисунок 3.2 – Середня біомаса ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) зоопланктону
в Одеському регіоні у 2019 р.

В пробах відмічено гетеротрофну динофлагелляту *Noctiluca scintillans*, яка є індикатором евтрофування, однак біомаса відмічена невисока на всіх досліджуваних станціях ПЗЧМ (не більше $133 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$), що свідчило про невисокий рівень органічного забруднення. У вересні зареєстровано осінній максимум розвитку зоопланктону, представлений копеподами, кладоцерами та організмами меропланктону. З середини жовтня чисельність зоопланктону знижувалась та на початку листопаду набувала характерних для зими показників. Влітку показник індексу Шеннону коливався від 2,089 до 3,054 та складав у середньому 2,610, що відповідає «доброму» екологічному стану. За критеріями якості води за кількісними показниками зоопланктону екологічний стан ПЗЧМ оцінено як «середній». За показником біомаси *N. scintillans*, оцінено як «добрий». В прибережних частинах за показником розмаїття за індексом Шеннона оцінено як «поганий». В цілому екологічний стан акваторії ПЗЧМ оцінено як «середній».

3.2 Стан бентосних угруповань Чорного моря

Стан біоценозів бенталі та зміни біорізноманіття проведено на основі оцінки макрзообентосного, мейобентосного, макрофітобентосного, мікрофітобентосного угруповань протягом 2019 р.

В складі макрзообентосу відзначено 104 таксонів, найбільшою різноманітністю характеризувались молюски, ракоподібні та багатощетинкові черви. Кількість таксонів в пробах становила від 6 до 36. Максимальною зустрічальністю (40 % та більше) характеризувались види: *Anadara inaequalis* (Bruguère, 1789), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Lentidium mediterraneum* (O. G. Costa, 1830), *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853, *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914, *Capitella capitata europaea* Wu, 1964, *Harmothoe reticulata* (Claparède, 1870), *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883, *Spio filicornis* (Müller, 1776). Чисельність і біомаса варіювали в широких межах від 400 екз·м⁻² до 147 504 екз·м⁻² та 0,663 мг·м⁻² - 16 400,27 мг·м⁻² відповідно. Для розрахунку AMBI і m-AMBI використано безкоштовне програмне забезпечення, доступне на сайті www.azti.es, для структурних індексів (Fisher, Brillouin (H), Simpsons (1-D), Margalef (d), Whittaker) - PAST 3.14 (доступно на сайті <http://folk.uio.no/ohammer/past/>), Шеннона (H') log2, Пиелу (J'), агрегування - Біорізноманіття PRO (доступно на сайті <http://www.sams.ac.uk>). Багатофакторний аналіз (кластерний аналіз, неметрія MDS, PCA, CCA) та ANOVA були виконані в PAST 3.14 і Statistica 10. На основі проведеного аналізу добрим екологічним станом характеризувались лише 30 % досліджуваної площі бенталі ПЗЧМ, що відповідає стану 2014 та 2017 рр.

У складі мейобентосу ПЗЧМ виявлено 14 таксономічних груп. Обстежені типи ґрунтів – черепашиник з домішками мулу та піску, піщаний з мулом, мул.

За чисельністю домінували фораменіфери (Foraminifera) та нематоди (Nematoda) на частку яких сумарно доводилося 69 % багатоклітинного мейобентосу. Внесок 14 % в сумарну чисельність мейобентосу давали остракоди (Ostracoda), гарпактикоїди (Copepoda: Harpacticoida) лише 3 %, інші групи (Kinorhyncha, Halacarida, Turbellaria, Polychaeta, Oligochaeta L., Bivalvia L., Gastropoda L., Amphipoda L., Balanus L.) давали дуже незначний внесок у сумарну чисельність. Максимуми чисельності мейобентосу були зареєстровані на мулистих ґрунтах. Загальна чисельність мейобентосу на мулистому ґрунті майже в два рази вище, ніж на черепашковому і замуленому черепашнику і в три рази вище, ніж на піщаному ґрунті. Домінував форамініферо - нематодний комплекс організмів. Субдомінантою за чисельністю групою були ракоподібні (Harpacticoida та Ostracoda), представлені максимумом на глибинах від 19 м до 28 м (28 %). За показниками мейобентосу на основі оцінки встановили: 56 % станцій відповідають «не добрий екологічний статус» (not-GES) згідно з критеріями WFD (European Water Framework Directive), а 44 % «добрий екологічний статус» (GES). Таким чином, води у ПЗЧМ мали переважно не добрий екологічний стан за показниками мейобентосу.

В складі макрофітобентосу прибережних частин Одеського району виявлено 20 видів водоростей-макрофітів, які належать до 3 відділів, найбільше видове різноманіття представлено зеленими водоростями 10 видів, род *Cladophora* - 4 види, род *Ulva* - 3 види, роди *Chaetomorpha*, *Ulothrix* та *Bryopsis* - по одному виду, вклад в крупні таксони представлено на рисунку 3.3. Серед зелених водоростей абсолютними домінантами за зустрічальністю були *Ulva intestinalis*, *U. flexuosa*, *U. compressa* та нитчасті *Cladophora laetevirens* і *C. albida*. *Chaetomorpha aerea*, *Ulothrix flacca*, *Bryopsis plumosa* відзначені восени тільки на одній станції. Червоні водорості представлені 8 родами і 9 видами: тільки рід *Ceramium* - двома видами: *Ceramium siliculosum* var. *elegans* та *Ceramium virgatum*. Останній вид є сезонно-зимовим, тому відзначався в

осінній період на всіх станціях. Інші роди представлені по одному виду і зустрічалися поодинокі. Масовими серед червоних були *Ceramium siliculosum* var. *elegans* та *Acrochaetium secundatum*. Оскільки основна маса бурих водоростей є бореальними видами у жовтні було зареєстровано лише один вид - *Punctaria latifolia* тільки на одній станції. З весни до осені відбувалося незначне збільшення кількості видів.

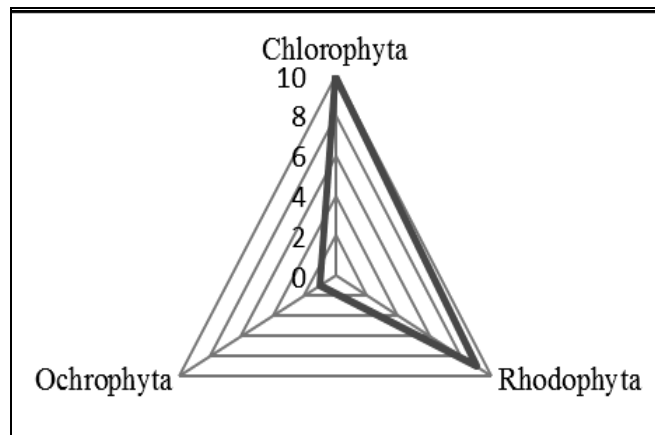


Рисунок 3.3 Біорізноманіття макрофітобентосу прибережних частин Одеського району у 2019 р.

При існуючому проективному покритті 80 %, середня біомаса макрофітів від весни до осені коливалася незначно від $0,86 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ до $0,79 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$, зміну біомаси макрофітів у весняний та осінній періоди у прибережних частинах Одеського району відображено на рисунку 3.4.

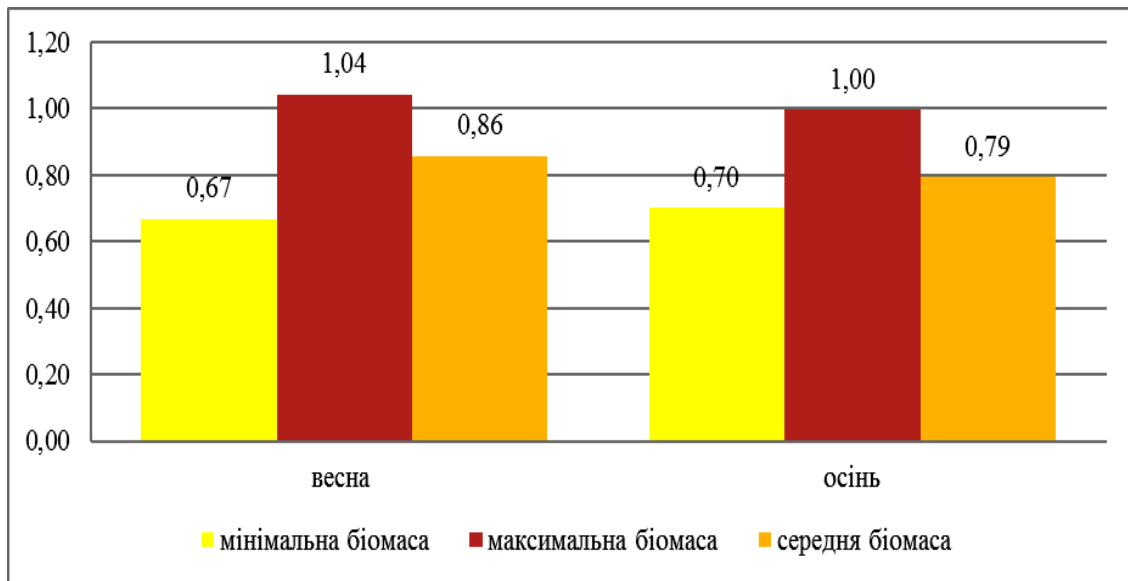


Рисунок 3.4 Зміна біомас макрофітів у весняний та осінній періоди в прибережних водах Одеського регіону у 2019 р.

Основу біомаси становили зелені водорості родів *Ulva* та *Cladophora*. За відношенням до органічного забруднення у складі водоростей досліджуваного району переважало мезосапробне угруповання, що свідчить про середній рівень забрудненості досліджуваної акваторії. Була проведена оцінка якості морського середовища за морфофункціональними показниками макрофітобентосу. Це такі показники, як екологічна активність трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$, середня екологічна активність видів $(S/W)_x$, індекс поверхні фітоценозу SI_{ph} . Було встановлено, що більшість станцій відповідають «задовільному екологічному стану».

В угрупованнях мікрофітобентосу твердих та пухких субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено 148 видів водоростей, серед яких діатомеї налічували 110. Діатомеї полі- та мезогалобні і β -мезосапробні представники родів *Nitzschia*, *Navicula*, *Gyrosigma*, *Diploneis* і *Amphora*. Чисельність мікрофітів формували, в першу чергу, дрібноклітинні синьо-зелені

водорості, біомасу – крупноклітинні діатомові, серед яких домінувала β -мезосапробна *Achnanthes brevipes*. Найвищі систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу спостерігалися в найбільш антропогенізованих акваторіях Затоки, Лузанівки, санаторію ім. Чкалова та Дачі Ковалевського. На відміну від минулого року, менш інтенсивно вегетували потенційно токсичні ціанопрокаріота *Aphanizomenon flos-aquae* і динофітова *Prorocentrum micans*. В цілому стан майже не змінився у порівнянні із 2018 р.

В структурі біологічних угруповань пелагіалі та бенталі Чорного моря відбуваються позитивні зміни в більшій частині шельфу, що підтверджується збільшенням видового розмаїття, ускладненням структури біологічних угруповань та різноманітністю трофічних зв'язків. Однак, винятком є прибережні точкові райони з суттєвим антропогенним навантаженням, де стан біоти залишається нестабільним та не спостерігається довготривалих стійких позитивних змін. В 2019 р. відмічено погіршення екологічного стану прибережних біоценозів пелагіалі та бенталі у порівнянні із попередніми роками.

3.3 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.

Критерій доброго екологічного стану (GES) не розроблені для Азовського моря, але якщо порівнювати показники розвитку угруповань макрозообентосу, 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

4.1 Стан і перспективи розвитку природно-заповідного фонду

Одним з головних напрямків екологічної політики України є розвиток 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.

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 регіону (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Донецька, Запорізька області та АР Крим*) 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

Область(адміністративно-територіальна одиниця)	Стратегія	Фактично	Стратегія
	2019 р.		2020 р.
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 2019 р. площа ПЗФ в Азово-Чорноморському регіоні збільшилася на 35 314,79 га за рахунок створення нових територій та об'єктів ПЗФ у Донецькій (2 735,75 га), Запорізькій (13 115,00 га), Миколаївській (1 750,43 га), Одеській (3 552,20 га) та Херсонській (15 911,84 га) областях.

В Запорізькій області Указом Президента України від 11.04.2019 р. № 132/2019 акваторії Азовського моря оголошено гідрологічним заказником загальнодержавного значення «Приморський» загальною площею 13 115 га.

Указом Президента України від 11.04.2019 № 140/2019 на території Бериславського району Херсонської області створений НПП «Кам'янська Січ» загальною площею 12 261,14 га

На півдні Одеської області Указом Президента України від 10.09.2019 р. № 679/2019 «Про території та об'єкти ПЗФ загальнодержавного значення» на території Ренійського району Одеської області утворено ландшафтні заказники загальнодержавного значення «Озеро Картал» загальною площею 2 141,2 га та «Озеро Кагул» загальною площею 1 411,0 га.

Протягом 2019 р. розпорядженнями голови Донецької ОДА, керівника обласної військово-цивільної адміністрації створено 25 нових об'єктів ПЗФ місцевого значення загальною площею 2 735,65 га, а саме: в Бахмутському - 4 (площею 257,17 га), Великоновосілківському – 1 (площею 236,0 га), Костянтинівському - 4 (площею 215,8 га), Олександрівському - 7 (площею

338,78 га), Покровському - 1 (площею 96,8 га), Слов'янському - 8 (площею 1 591,1 га) районах Донецької області.

Рішенням Миколаївської обласної ради від 18.09.2019 р. № 5 створено шість нових ландшафтних заказників місцевого значення загальною площею 1 614,23 га.

Статусу ландшафтного заказника «Христофорівські плавні» в Миколаївській області набула територія особливого природоохоронного значення, що входить до української частини Смарагдової мережі Європи (код об'єкту UA0000216).

Розроблено проєкт створення ландшафтного заказника місцевого значення «Кривоозерський» загальною площею 102,5 га в межах Кривоозерського району Миколаївської області.

Ведеться робота з підготовки проєкту створення НПП «Куяльницький» на території Лиманського, Біляївського районів Одеської області та м. Одеса, а також проєкту розширення ландшафтного заказника загальнодержавного значення «Староманзирський» на території Тарутинського району Одеської області.

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

1. Дунайський біосферний заповідник (51 547,9 га).
2. Чорноморський біосферний заповідник (106 513,8 га).
3. Кримський природний заповідник (44 175 га)*.
4. Ялтинський гірсько-лісовий природний заповідник (14 523,0 га)*.
5. Природний заповідник «Мис Март'ян» (240 га)*.
6. Карадазький природний заповідник (2 874,2 га)*.
7. Опукський природний заповідник (1 592,3 га)*.
8. Казантипський природний заповідник (450,1 га)*.
9. Азово-Сиваський НПП (52 154 га).

10. Нижньодністровський НПП (21 311,1 га).
11. НПП «Олешківські піски» (8 020,36 га).
12. НПП «Меотида» (20 720,9531 га).
13. НПП «Тузловські лимани» (27 865 га).
14. Приазовський НПП (78 126,92 га).
15. НПП «Джарилгацький» (10 000 га).
16. НПП «Чарівна гавань» (10 900 га)*.
17. НПП «Білобережжя Святослава» (35 232,15 га).

Більшість із зазначених об'єктів містить ділянки морських акваторій.

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

Однак усі ці об'єкти ПЗФ в 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.

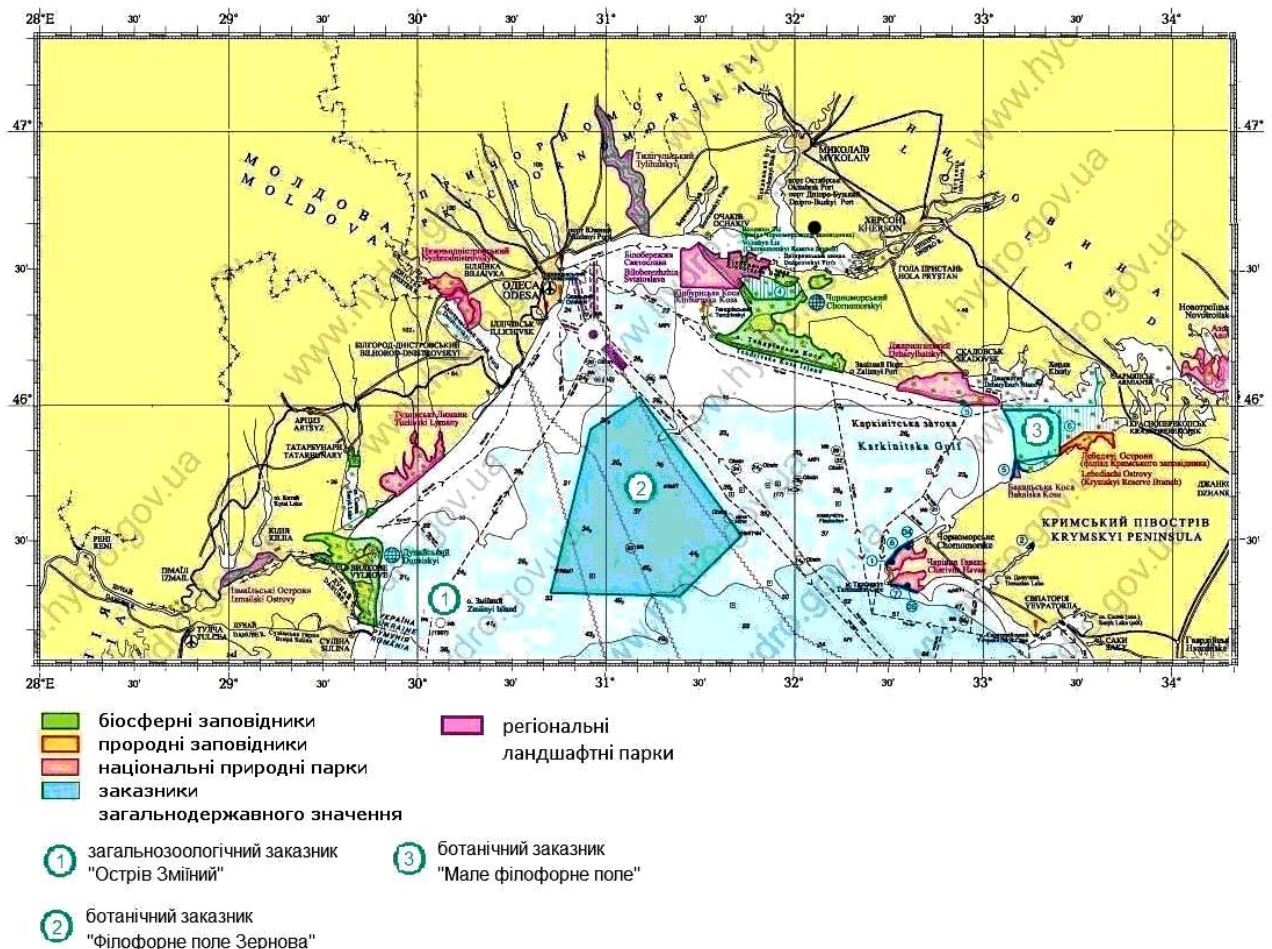


Рисунок 4.1 – Карта-схема розташування заказників, які пропонується включити до складу створюваного НПП «Чорноморський північно-західний шельф».

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 та 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.

4.2 Екологічний стан заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова»

Загальна оцінка екологічного стану морської води і донних відкладів району заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» (ФПЗ) за даними моніторингу, проведеного УкрНЦЕМ у серпні 2019 р., наступна:

- поверхневий шар води мав задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою – поганий, екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня відмінного екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році КЗ дорівнюють ДДТ – 1,96, бензо(g,h,i)періленом – 10,626, бензо(b)флуорантеном – 1,043 в базовій оцінці 0,11, 0,20, 0,02 відповідно;

- придонний шар води мав поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою – дуже поганий, екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ, бензо(к)флуорантеном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють ДДТ – 1,953, бензо(к)флуорантеном – 1,295, бензо(g,h,i)періленом – 25,837, бензо(b)флуорантеном – 2,758 в базовій оцінці 0,05, 0,00, 0,02, 0,01 відповідно;

- донні відклади мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою – задовільно, екологічний стан не змінився. Але зросло забруднення Σ ДДТ (КЗ був 1,17, став 4,70), β -НСН (КЗ був 0,83, став 3,87), лінданом (КЗ був 5,25, став 7,60), нафталіном (КЗ був 0,72, став 3,68), фенантреном (КЗ був 0,06, став 1,34), флуорантеном (КЗ був 0,46, став 3,50), бензо(а)антраценом (КЗ був 0,16, став 1,43), хрізеном (КЗ був 0,26, став 1,10), бензо(к)флуорантеном (КЗ був 0,19, став 1,03), бензо(а)піреном (КЗ був 0,13,

став 1,20), індено(1,2,3)піреном (КЗ був 0,49, став 2,25), бензо(g,h,i)періленом (КЗ був 0,27, став 1,81).

– забруднення гексахлорбензолом зменшилось до рівня відмінного екологічного стану.

У зв'язку із зниженням рівня евтрофікації в шельфових водах ПЗЧМ в структурі біологічних угруповань пелагіалі та бенталі відбуваються позитивні зміни. Винятком є природоохоронні акваторії, зокрема ФПЗ, точкові райони з суттєвим антропогенним навантаженням, де стан біоти залишається нестабільним та не спостерігається довготривалих стійких позитивних змін. В цілому, якісний стан морської води пов'язаний із хронічним забрудненням вод ПЗЧМ, наявністю великих кількостей зваженої речовини органічного та мінерального походження.

Методом біотестування на лабораторній культурі одноклітинних водоростей було встановлено, що у зоні змішування річкових та морських вод, у районі ФПЗ в серпні 2019 р. була встановлена наявність речовин різного характеру дії на водорість тест-об'єкт. На глибині 41 м, у воді знаходилися речовини, які не впливали на процеси розмноження тест-об'єкту. Токсичного впливу навколишнього середовища на тест-об'єкт у районі ФПЗ встановлено не було. Таким чином, на основі результатів біотестування можливо зробити висновок, що до гарячих точок ПЗЧМ, що вимагають постійного екологічного контролю, можна віднести природоохоронну акваторію «Філофорне поле Зернова».

Співвідношення груп видів макрзообентосу по відношенню до органічного речовини має наступний характер I – 8 %, II – 29,45 %, III – 36,5 %, IV – 24,75 %, V – 1,3, що відповідає слабо порушеному стану згідно індексу AMBI (2,73) і доброму екологічному статусу згідно m-AMBI (0,6). Таким чином, екологічний статус угруповання макрзообентосу ФПЗ у серпні 2019 р. можна охарактеризувати як «добрий».

За морфофункціональними показниками макрофітобентосу – S/W_x та $S/W_{здр.}$ стан ФПЗ можна охарактеризувати як такий, що варіює між «Задовільним» та «Поганим».

Угрупування мікрофітобентосу досліджених районів ФПЗ формували, переважно, полігалобні, β -мезосапробні діатомові водорості.

Оцінка екологічного стану довкілля ПЗЧМ за методом біоіндикації з використанням систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку водоростей показала, що на акваторії ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» найбільш евтрофікованою була його північно-західна частина, яка зазнає впливу річкових та лиманних вод.

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.

ВИСНОВКИ

Коливання клімату в сучасний період в АЧБ характеризується підвищенням середньої річної температури повітря і води. Так, середня річна температура повітря в 2019 році в Одесі перевищувала річну норму на 2,2 °С. Відповідно і температура води за рік склала 12,9 °С при нормі 11,4°С Середня солоність у 2019 році в Одеській затоці склала 14,85‰ при середньому багаторічному значенні 14,01 ‰.

Водночас зниження значень середнього вмісту кисню сучасного періоду у верхньому шарі моря 0-100 м та підвищення сірководню в глибоководній частині моря до глибин 70-80 м відносно періоду 90-х років пояснюється кліматичними змінами, підвищенням температури повітря в зимовий період, зменшенням частоти холодних зим та ослаблення зимової вертикальної конвекції вод. Влітку в прибережних водах ПЗЧМ і в зоні Філофорного поля Зернова в поверхневому шарі концентрація розчиненого кисню знижувалась до рівня ГДК (6,0 мг/дм³). На північно-західному шельфі і в глибоководній частині в області материкового схилу на меридіональному розрізі по 31° 30' сх. д. концентрація розчиненого кисню досягала нульових значень в області сірководневої зони на глибині близько 110 м.

За показниками вмісту біогенних речовин слід визначити, що води Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України не відповідають доброму екологічному стану. Високі концентрації БР спостерігались в прибережних водах ПЗЧМ та узмор'я р. Дунай. Вміст фосфору фосфатного в поверхневому шарі вод узмор'я Дунаю, змінювався в діапазоні від 3,9 мкг/дм³ до 79,9 мкг/дм³ в травні і від 8,8 мкг/дм³ до 59,5 мкг/дм³ в листопаді. Максимальні концентрації фосфору фосфатного перевищували встановлений екологічний норматив (50 мкг/дм³) и були в 2 рази більші відносно максимального його вмісту в прибережних водах Одеського регіону.

Максимальна концентрація загального фосфору перевищувала встановлений екологічний норматив (100 мкг/дм³).

На північно-західному шельфі Чорного моря в прибережних водах Одеського регіону у період 2000-2019 рр., спостерігається загальна тенденція до зниження середньорічної концентрації фосфору фосфатного, загального фосфору, мінерального азоту і збільшення концентрації загального азоту. Проявляється також тенденція до зниження трофності вод на узмор'ї Дунаю за показником індексу E-TRIX.

Максимальний вміст хлорофілу-а в поверхневих водах АЧБ відмічався на акваторії Азовського моря (до 40 мкг/дм³). В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а (5-10 мкг/дм³) спостерігались на шельфі в Дніпро-Бузькому, Дністровському і в Дунайському районах, в зонах річкового впливу. Підвищені концентрації хлорофілу-а в цілому не відповідали ДЕС (біля 2,0 мкг/дм³). Тенденція до найбільшого зменшення середнього річного вмісту хлорофілу-а в поверхневих водах Чорного моря відмічається в Дунайському і Дніпро-Бузькому районах з кутовими коефіцієнтами лінійного тренду - 0,143 та 0,140 мкг/дм³ у рік, відповідно. Максимальне зменшення середнього річного вмісту хлорофілу-а спостерігалось в Азовському морі при коефіцієнті лінійного тренду - 0,296 мкг/дм³ у рік.

За інтегральним показником E-TRIX, трофність поверхневих вод ПЗЧМ змінювалась від «дуже високого рівня» в пригирлових районах Дунаю до «низького і середнього» у центральній відкритій частині моря. В прибережних водах Одеського регіону в період 2000-2019 рр. за чисельними значеннями індексу E-TRIX тенденція до зниження ступеню трофності вод склала - 0,51 одиниць у рік. Якщо на початку сторіччя значення індексу E-TRIX перевищували 6,0 і ступень трофності прибережних вод визначався як «дуже високий», то у останні п'ять років значення індексу E-TRIX не перевищували 5,0 і ступень вод відповідав «середньому» рівню трофності.

Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції в усіх районах ПЗЧМ та в Азовському морі, можливо констатувати зниження рівня трофності морських вод України.

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. Так, відносна прозорість води на ПЗЧМ в серпні 2019 року змінювалася в межах від 1,3 м до 13,0 м. Мінімальні значення прозорості вод <2.0 м відзначаються в прибережних місцях в зоні впливу стоку вод Дунаю і вод з Дніпровського лиману. Оцінка процесів сучасної реседиментації на шельфі Чорного моря показала, що підвищена потужність до 10 см замулення морського дна відмічалась в районах впливу річок ПЗЧМ, а також в районі впливу скидів зі станції біологічного очищення «Південна» де вторинне замулення досягало 15 см.

У морському середовищі АЧБ у 2019 р., як і у попередній період, виявлені токсичні ЗР: нафтові вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні, хлоровані вуглеводні, токсичні метали, контроль за вмістом яких передбачено Бухарестською Конвенцією та Рамковою Директивою про морську стратегію 2008/56/ЄС. Стан морської води в 2019 році оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали, хлорорганічні пестициди, поліхлоровані біфеніли та поліароматичні вуглеводні. Для оцінки забруднення використовувався коефіцієнт забруднення.

Коефіцієнт забруднення суми токсичних металів в районі місць скиду стічних вод зі станцій біологічної очистки «Південна» і м. Чорноморськ у воді відповідала задовільному екологічному стану. Однак висока концентрації ртуті в сіх прибережних водах Одеського регіону та на узмор'ї р. Дунай відповідала поганому екологічному стану.

Стан забруднення морських вод гептахлором в районі острову Зміїний, в зоні місць скиду стічних вод зі СБО «Південна», м. Чорноморськ та в прибережній зоні Дунаю відповідали дуже поганому екологічному стану. Підвищенні концентрації ДДТ та його метаболітів, що відповідали поганому екологічному стану, зафіксовані в прибережній зоні Дністра, в придніпровському районі, в західній частини Чорного моря. Води Ягорлицької затоки за Кз ДДТ відповідають дуже поганому екологічному стану.

За показниками забрудненості поліароматичними вуглеводнями райони східної та західної частин Чорного моря, придніпровського району, відповідають поганому стану. Зона змішування відповідала задовільному екологічному стану. Але слід відмітити, що концентрації окремих поліароматичних вуглеводнів були на високому рівні майже по всіх районах спостережень.

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.

При дослідженні ПЗЧМ у 2019 році було знайдено 152 видів і внутрішньовидових таксонів, що відносяться до 10 систематичних груп. Основу видового різноманіття складали діатомові та динофітові водорості. Відмічено три випадки «цвітіння» води. Перше «цвітіння» води спостерігалось в лютому за рахунок розвитку мікроводоростей *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl.,

чисельність якої становила 953 тис. кл·л⁻¹ та біомаса – 262 мг·м⁻³. Друге масштабне «цвітіння» води відмічено в травні: в поверхневому шарі відмічалось великомасштабне «цвітіння» води бірюзового кольору по всій площі шельфу ПЗЧМ, викликане спалахом розвитку мікроводоростей кокколитофорид (*Emiliana huxleyi*). «Цвітіння» охоплювало поверхню глибоководної частини Чорного моря. Третій випадок «цвітіння» води відмічено в червні, яке було викликане масовим розвитком ціанобактерії *Nodularia sputigena*., займаючи 7 % площі ПЗЧМ. В цілому, стан фітопланктонного угруповання ПЗЧМ показує тенденцію до покращання, але продовжує залишатися нестабільним, особливо у зонах впливу річок, де на окремих станціях продовжують відмічатися випадки «цвітіння» води, викликаних спалахом розвитку мікроводоростей як прісноводного та прісноводно-солонуватоводного, так і морського генезисів.

В складі зоопланктону ідентифіковано 45 таксонів організмів морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Основу різноманіття по всій ПЗЧМ складали копепода (14 таксонів) та в місцях витоку річок кладоцери (10 таксонів). Загальна біомаса зоопланктону коливалася від 22,669 мг/ м⁻³ до 1555,013 мг /·м⁻³, та складала у середньому 435,871 мг·м⁻³, що відповідає доброму екологічному стану. За критеріями якості води за кількісними показниками зоопланктону екологічний стан ПЗЧМ оцінено як «Середній». В прибережних частинах за показником розмаїття за індексом Шеннона оцінено як «поганий».

В складі макрзообентосу відзначено 104 таксонів, найбільшою різноманітністю характеризувались молюски, ракоподібні та багатощетинкові черви. Кількість таксонів в пробах становила від 6 до 36. Добрим екологічним станом за цим показником характеризувались лише 30 % досліджуваної площі бенталі ПЗЧМ. За показниками мейобентосу, води ПЗЧМ мали переважно недобрий екологічний стан.

В складі макрофітобентосу прибережних частин Одеського району

виявлено 20 видів водоростей-макрофітів, які належать до 3 відділів, найбільше видове різноманіття представлено зеленими водоростями 10 видів. За відношенням до органічного забруднення у складі водоростей досліджуваного району переважало мезосапробне угруповання, що свідчить про середній рівень забрудненості досліджуваної акваторії.

В угрупованнях мікрофітобентосу твердих та пухких субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено 148 видів водоростей. На відміну від минулого року, менш інтенсивно вегетували потенційно токсичні ціанопрокаріота *Aphanizomenon flos-aquae* і дінофітова *Prorocentrum micans*.

В цілому в структурі біологічних угруповань пелагіалі та бенталі Чорного моря відбуваються позитивні зміни в більшій частині шельфу, що підтверджується збільшенням видового розмаїття, ускладненням структури біологічних угруповань та різноманітністю трофічних зв'язків. Однак, винятком є прибережні райони з суттєвим антропогенним навантаженням, де стан біоти залишається нестабільним та відсутні довготривалі стійкі позитивні зміни. В 2019 році відмічено погіршення екологічного стану прибережних біоценозів пелагіалі та бенталі у порівнянні із попередніми роками.

Критерій доброго екологічного стану 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.