

УДК 502.3
КП 87.19.02
№ держреєстрації 0117U007158
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ 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

канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.

_____ **В. М. Коморін**
« ____ » _____ 2018 р.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛІВ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ДОПОВІДІ УКРАЇНИ:
ОЦІНКА СТАНУ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ
у 2016 РОЦІ

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

_____ І. Г. Орлова

2017

Рукопис закінчено 15 грудня 2017 р.
Результати цієї роботи розглянуто Вченою радою УкрНЦЕМ, протокол
від _____ 201__ р. № _____

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, учений секретар, канд. хім. наук, старш. наук. співроб.	_____ (підпис) «__»_____201	І. Г. Орлова (вступ; розділ 1.2; висновки)
Відповідальний виконавець, заступник директора – начальник МІАЦ, канд. геогр. наук	_____ (підпис) «__»_____201	В. В. Український (розділ 1.2)
Виконавці: Начальник відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів, канд. біол. наук	_____ (підпис) «__»_____201	С. П. Ковалишина (розділ 2)
Начальник відділу наукових основ морського природокористування, екологічної експертизи та аудиту, канд. хім. наук	_____ (підпис) «__»_____201	М. Ю. Павленко (розділ 3)
Завідувач сектору біологічних методів оцінки якості морських вод відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів	_____ (підпис) «__»_____201	Л. Л. Красота (розділ 1.3)
Наук. співроб. відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів	_____ (підпис) «__»_____201	О. В. Рачинська (розділ 1.3)
Наук. співроб. відділу наукових основ морського природокористування, екологічної експертизи та аудиту	_____ (підпис) «__»_____201	Л. В. Савіних – – Пальцева (розділ 3)
Наук. співроб. відділу аналітичних досліджень та організації моніторингу	_____ (підпис) «__»_____201	Т. В. Сібілева (нормоконтроль)
Технічні виконавці: В. І. Балакін, В. А. Белозер, Т. Д. Галич, М. О. Грандова, О. С. Братченко, В. А. Колосов, Л. І. Ткачук		

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: стор. – 49, рис. – 17; табл. – 2.

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

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

Мета роботи - оцінити сучасний стан морських екосистем, тенденції змін та поповнити базу даних Регіонального банку даних Чорного та Азовського морів.

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

На підставі історичного і сучасного масиву даних гідрофізичних, гідрохімічних та гідробіологічних спостережень, супутникових даних вмісту хлорофілу-а на поверхні Азово-Чорноморського басейну та літературних джерел проведена оцінка стану екосистем Чорного і Азовського морів у 2016 році. Виявлені особливості природних та антропогенних процесів, що обумовлюють розвиток евтрофікації шельфових вод та пов'язаних з нею екологічно небезпечних явищ. Дана оцінка забрудненості токсичними хімічними сполуками (нафтовими і хлорованими вуглеводнями, важкими металами та радіоактивними елементами) морського середовища. Представлена оцінка стану гідробіонтів (фіто- та зоопланктону, мейо- та макрзообентосу), а також оцінка екологічного стану окремих районів Азово-Чорноморського басейну сучасними 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.....	5
ВСТУП.....	7
1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ.....	9
1.1 Стан евтрофованості вод.....	13
1.2 Стан забруднення середовища токсичними речовинами.....	25
1.3 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування.....	30
2 СТАН ГІДРОБІОЦЕНОЗІВ.....	32
3 ЗАХОДИ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	42
ВИСНОВКИ.....	45

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АЧБ – Азово-Чорноморський басейн;
БД – база даних;
БР – біогенні речовини;
ГДК – гранично-допустима концентрація;
ГХЦГ – гексахлорциклогексан;
ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;
ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;
ДДТ – діхлордіфенілтрихлоретан;
ДЗ – джерела забруднення;
ЗР – забруднююча речовина;
ЕН – екологічний норматив;
НВ – нафтові вуглеводні;
НДР – науково-дослідна робота;
ПАВ – поліароматичні вуглеводні;
ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря;
ПХБ – поліхлоровані біфеніли;
СБО - станція біологічної очистки;
ТМ – токсичні метали;
УкрНЦЕМ – НДУ «Український науковий центр екології моря»;
ХОП – хлорорганічні пестициди;
Рорг. – органічний фосфор;
Рмін. – мінеральний фосфор;
Рзаг. – загальний фосфор;
Норг. – органічний азот;
Нмін. – мінеральний азот;
Нзаг. – загальний азот;

BEAST – метод оцінки трофності вод (The Black Sea Eutrophication Assessment Tool);

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

ВСТУП

Науково-дослідна робота (НДР) «Підготовка розділу до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 р.» виконана на основі комплексних експедиційних досліджень (гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та геоecологічних) у Чорному та Азовському морях та літературних джерел. Достовірна та науково – обґрунтована оцінка та діагноз сучасного стану Чорного і Азовського морів є важливим екологічним заходом для прогнозування стану і поліпшенню системи захисту морів України від забруднення.

НДР спрямована на удосконалення системи захисту Чорного та Азовського морів від забруднення, що дозволяє уникнути економічних збитків державі в результаті забруднення екосистеми морів та сприятимуть виконанню вимог міжнародної Бухарестської конвенції.

На підставі історичного і сучасного масиву даних гідрофізичних, гідрохімічних та гідробіологічних спостережень, супутникових даних вмісту хлорофілу-а на поверхні Азово-Чорноморського басейну (АЧБ) та літературних джерел проведена оцінка стану екосистем Чорного і Азовського морів у 2016 році. База даних (БД) про стан морів є найбільш повною і систематизованою порівняно з іншими вітчизняними і зарубіжними БД, що забезпечує достовірну оцінку сучасного стану морів України.

В роботі виявлені особливості природних та антропогенних процесів, що обумовлюють розвиток евтрофікації шельфових вод та пов'язаних з нею екологічно небезпечних явищ. Дана оцінка забрудненості токсичними хімічними сполуками (нафтовими і хлорованими вуглеводнями, важкими металами та радіоактивними елементами) морського середовища. Представлена оцінка стану седиментації (фіто- та зоопланктону, мейо- та макрзообентосу), а

також оцінка екологічного стану окремих районів АЧБ сучасними методами біоіндикації і біотестування. Встановлено тенденції змін екологічного стану морських екосистем за останні роки.

В цілому встановлено, що сучасний екологічний стан морів України потребує спеціального охоронного режиму, який повинен забезпечувати в належній мірі захист моря 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 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ

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 АЧБ є найчутливішою до антропогенного навантаження.

На рис. 1.1 наведені головні антропогенні джерела забруднення (ДЗ) морського середовища, об'єкти природно-заповідного фонду та надані карти основних показників екологічної чутливості прибережжя АЧБ до нафтового забруднення, які побудовані за методикою «Environmental Sensitivity Index Guidelines Version 3.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11» (США).

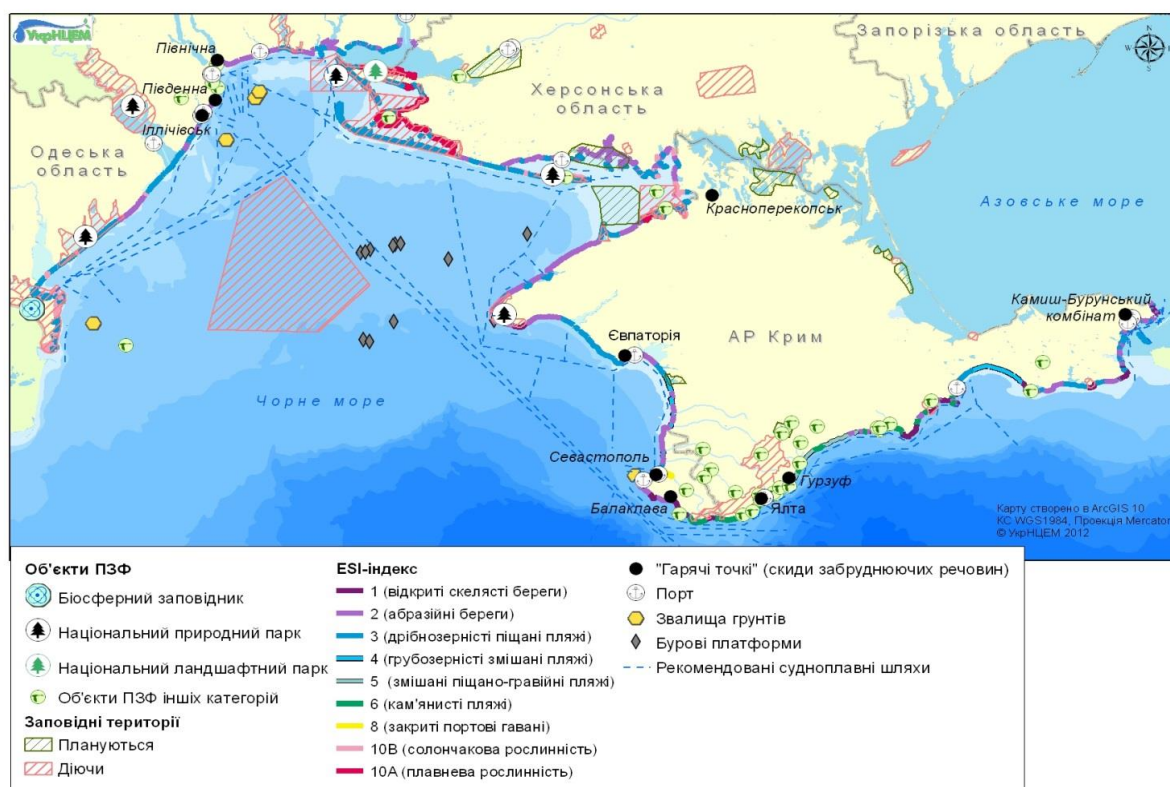


Рисунок 1.1 – Антропогенні ДЗ морського середовища, показники екологічної чутливості прибережжя Чорного моря



Рисунок 1.2 – Антропогенні ДЗ морського середовища, показники екологічної чутливості прибережжя Азовського моря

Води більшості районів АЧБ знаходяться під впливом значної кількості ДЗ, до яких відносяться: стік річок, каналізаційні, господарсько-побутові і промислові скиди, зливові і дренажні стоки, 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 накопичених забруднюючих речовин (ЗР).

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 АЧБ. В порівнянні з іншими морями, Азовське море знаходиться під більш значним антропогенним впливом. Площа водозбору Азовського моря в 14 разів перевищує його площу, тоді як для Чорного моря

лише в чотири рази. Питома вага ЗР, що надходять в Азовське море, в 40 разів більше, ніж в Чорне море. Із стоком річок в Азовське море поступає від загального об'єму забруднення всіх джерел близько 70 % нафтових вуглеводнів (для порівняння, в Чорне море – 30 %), з них 70 % - фенолів, 80 % - синтетичних поверхнево-активних речовин, 60 % - біогенних речовин (БР) від загального об'єму забруднення.

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.

На формування хімічної і біологічної структури 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 (гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні) приводять до змін стану морських екосистем.

В сучасний період, як виявлено за даними багаторічних спостережень Одеської обсерваторії (1866 - 2016 рр.), в коливаннях клімату у Чорноморському басейні і, особливо на північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ), відмічається підвищення середньої річної температури повітря і води.

В 2016 р. середня річна температура води на поверхні моря за даними спостережень в Одеській затоки була на 1,03 °С вище відносно кліматичної

11,27 °С. Підвищенні значення температури води відносно середніх місячних кліматичних показників спостерігались у період з лютого по вересень. В червні середня місячна температура води перевищувала кліматичне значення 18,25 °С, що на 3,41°С і наближалася до максимальної середньої місячної температури червня 22,36 °С.

Солоність поверхневих вод в Одеській затоки була меншою на 1,12 ‰ відносно середнього багаторічного показника 14,46 ‰. Пониженні середні місячні значення солоності води спостерігалися на протязі усього року, зокрема грудня.

Річна сума атмосферних опадів в Одеському регіоні за останні 150 років у 2016 р. досягала рекордного максимуму 752,7 мм. За багаторічними даними починаючи з 1867 р. спостерігається тенденція до підвищення річної суми опадів на 0,63 мм/рік.

1.1 Стан евтрофованості вод

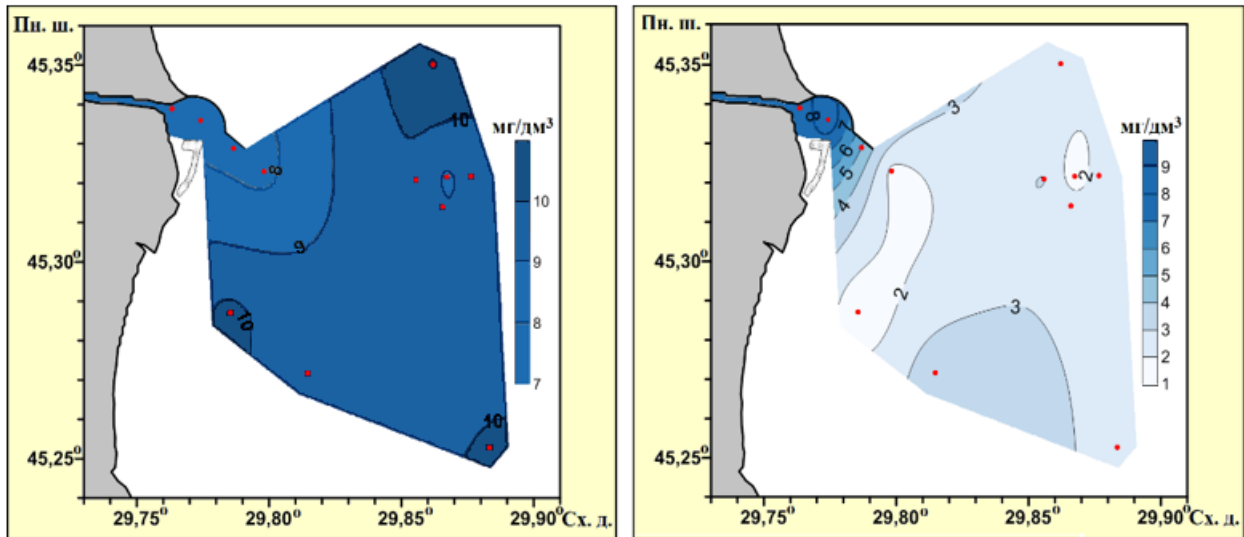
Основні проблеми якості морських вод пов'язані з їх евтрофікацією обумовлені збільшеним надходженням БР. З евтрофікацією пов'язані процеси „двітіння води”, які обумовлюються інтенсивним розвитком мікроводоростей, зменшення прозорості вод, формування у теплий період року у придонному шарі вод зон гіпоксії і аноксії, зон реседиментації, що призводить до загибелі придонного біоценозу.

Основними гідрохімічними показниками евтрофікації вод є рівень концентрацій БР – сполук азоту, фосфору, кремнію та розчиненого у воді кисню.

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.

Середній вміст кисню в поверхневих прибережних водах Одеського регіону у 2016 р. був на рівні 10,2 мг/дм³ відповідно 103,6 % насичення і змінювався в діапазоні від 6,6 мг/дм³ до 13,6 мг/дм³, відповідно від 82,8 % до 144,0 % насичення. Максимальне насичення вод киснем спостерігалось в червні в районі впливу стоку вод станція біологічної очистки (СБО) «Південна», при інтенсифікації процесів фотосинтезу фітопланктону. Вміст кисню в поверхневому шарі прибережних вод Одеського регіону не знижався менш рівня гранично-допустимої концентрації (ГДК), яка становить для вод рибогосподарських водойм 6,0 мг/дм³.

Мінімальні значення вмісту кисню в придонному шарі від 6,1 мг/дм³ до 6,6 мг/дм³, відповідно від 57,5 % до 63,9 % насичення, спостерігались в районі Дунайського узмор'я. В серпні на узмор'ї Дунаю в придонних водах на глибинах більш 9 м спостерігалась гіпоксія з вмістом кисню від 1,3 мг/дм³ до 3,0 мг/дм³, відповідно від 14,4 % до 40,0 % насичення, при цьому насичення вод киснем в поверхневому шарі досягало 191 % при концентрації 10,8 мг/дм³, що характеризує високий ступень евтрофованості вод (рис. 1.3).



а) поверхневий шар;

б) придонний шар.

Рисунок 1.3 – Просторовий розподіл розчиненого кисню в серпні 2016 р.
на узмор'ї р. Дунай

В мористих районах ПЗЧМ в травні вміст кисню в поверхневому шарі змінювався в діапазоні від $7,6 \text{ мг/дм}^3$ до $11,7 \text{ мг/дм}^3$ відповідно, від 75,0 % до 125,9 % насичення, а в придонному шарі – знаходився в діапазоні від $6,1 \text{ мг/дм}^3$ до $11,2 \text{ мг/дм}^3$, відповідно від 507,5 % до 105,9 % насичення. В глибоководній відкритій частині Чорного моря вміст розчиненого кисню в поверхневому шарі в травні знаходився в діапазоні від $8,54 \text{ мг/дм}^3$ до $9,26 \text{ мг/дм}^3$ відповідно від 104,1 % до 114,1 % насичення.

Вміст розчиненого мінерального фосфору (фосфатів) в прибережних водах Одеського регіону у 2016 р. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля $< 5 \text{ мкг/дм}^3$ до $73,0 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому за рік склав величину $10,7 \text{ мкг/дм}^3$. В мористих районах ПЗЧМ за даними екологічної зйомки в травні вміст фосфатів змінювався в діапазоні від аналітичного нуля $< 5 \text{ мкг/дм}^3$ до $11,7 \text{ мкг/дм}^3$. На Дунайському узмор'ї концентрації фосфатів в зоні гирла Бистре в серпні досягали $52,7 \text{ мкг/дм}^3$, а в жовтні – $68,2 \text{ мкг/дм}^3$.

Вміст загального фосфору (суми мінеральних і органічних його форм) в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні від $5,5 \text{ мкг/дм}^3$ до 137 мкг/дм^3 і в середньому за рік склав значення $29,1 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальні концентрації загального фосфору також спостерігались в січні. У період сезонних зйомок максимальній вміст загального фосфору відмічався на акваторії порту «Южний», в червні $75,1 \text{ мкг/дм}^3$ і в жовтні $41,3 \text{ мкг/дм}^3$. В мористих районах ПЗЧМ в травні вміст загального фосфору в середньому склав $25,3 \text{ мкг/дм}^3$ і змінювався в діапазоні від $12,8 \text{ мкг/дм}^3$ до $44,8 \text{ мкг/дм}^3$. На Дунайському узмор'ї в зоні гирла Бистре вміст загального фосфору в серпні був на рівні $64,7 \text{ мкг/дм}^3$, а в листопаді збільшувався до $80,4 \text{ мкг/дм}^3$.

В цілому за даними регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону в період 2000 - 2016 рр. визначена тенденція до зниження середнього річного вмісту фосфатного і загального фосфору (рис. 1.3).

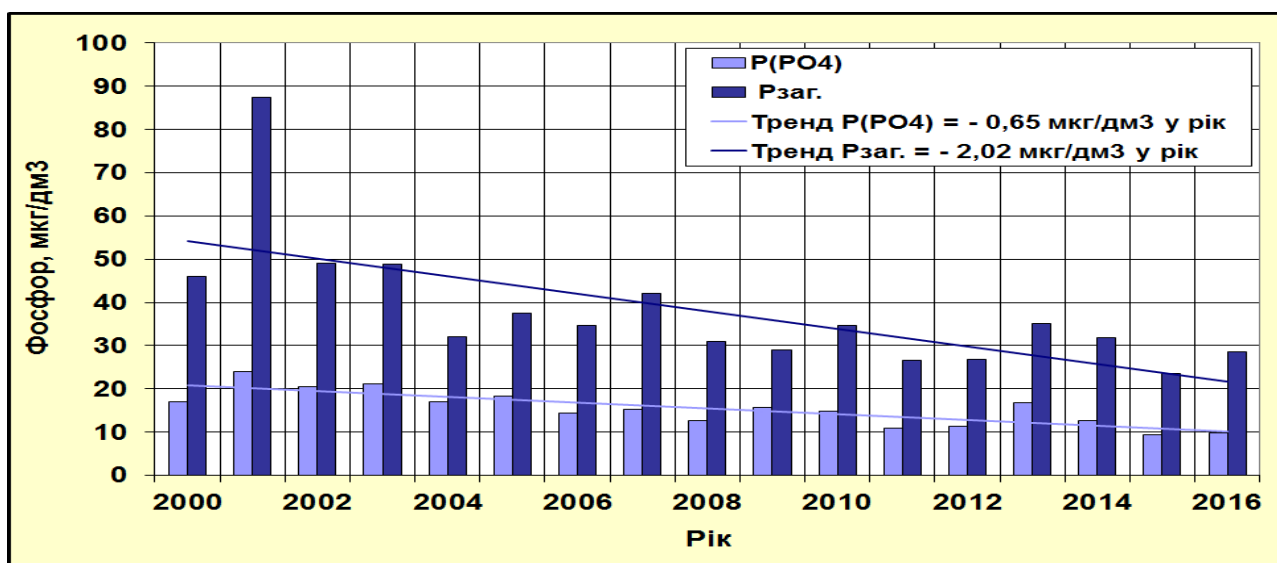


Рисунок 1.3 – Багаторічні зміни вмісту фосфатів і загального фосфору в прибережних водах Одеського регіону

Вміст азоту нітритного в прибережних водах Одеського регіону у 2016 р. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля $< 0,5 \text{ мкг/дм}^3$ до $8,0 \text{ мкг/дм}^3$, в

середньому – 2,1 мкг/дм³. Підвищені концентрації нітритного азоту до 10,0 мкг/дм³ відмічались в районі впливу ДЗ (СБО «Південна», п. «Южний»). Максимальні концентрації азоту нітритного до 36,4 мкг/дм³ спостерігались в районі узмор'я р. Дунай.

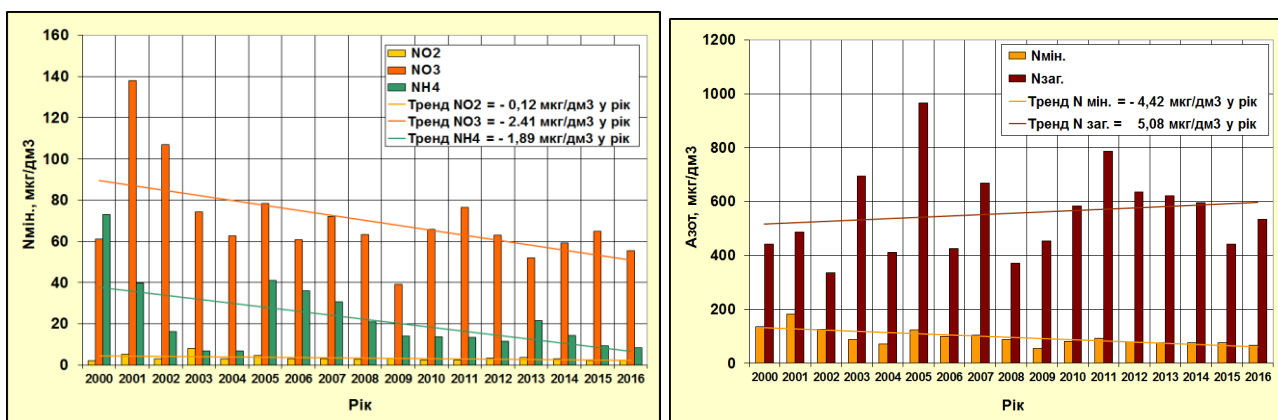
Вміст азоту нітратного в прибережних водах Одеського регіону коливався в діапазоні від аналітичного нуля < 5,0 мкг/дм³ до 170 мкг/дм³, в середньому за рік склав 52,6 мкг/дм³. В зоні впливу ДЗ (наприклад, стік дренажних вод) концентрації азоту нітратного досягали максимального значення 4 980 мкг/дм³. Значні концентрації азоту нітратного спостерігались також в районі узмор'я р. Дунай – до 1 517 мкг/дм³.

Вміст амонійного азоту в прибережних водах Одеського регіону знаходився в межах від < 15,0 мкг/дм³ до 53,4 мкг/дм³ в середньому за рік – 9,0 мкг/дм³. Найбільші концентрації азоту амонійного спостерігались в районі узмор'я Дунаю до 228 мкг/дм³.

Вміст азоту загального (суми мінеральних і органічних форм) в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні від 134 мкг/дм³ до 958 мкг/дм³ в середньому за рік – 533 мкг/дм³. Підвищені концентрації спостерігались в районі впливу СБО «Південна». В складі загального азоту в водах Одеського регіону значно переважає складова його органічної форми.

В середньому відношення органічної складової азоту (Nорг.) до суми мінерального азоту (Nмін.) дорівнювало 12. Максимальні концентрації азоту загального до 2 024 мкг/дм³ спостерігались на Дунайському узмор'ї при середнім вмісті – 466 мкг/дм³.

За даними регулярних спостережень у 2000 – 2016 рр. в прибережних водах Одеського регіону визначається тенденція до зниження вмісту мінеральних форм (рис. 1.5 (а)) і підвищення азоту загального за рахунок його органічної складової зображено на рис. 1.5 (б).



а) загальний азот;

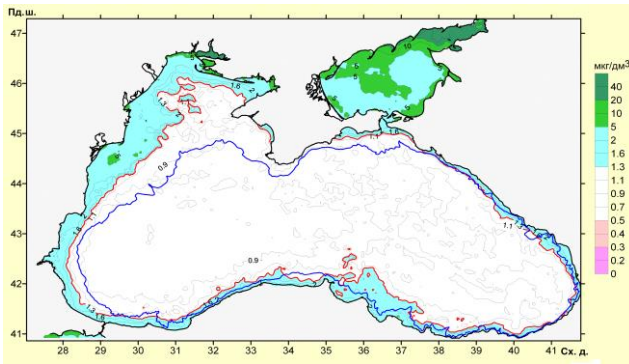
б) азот органічний.

Рисунок 1.5 – Багаторічні зміни вмісту мінеральних форм азоту в прибережних водах Одеського регіону

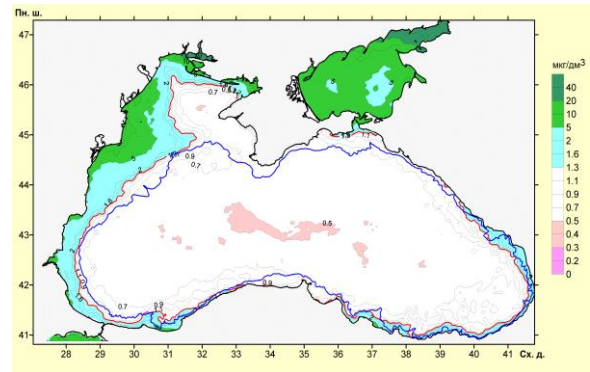
В цілому в прибережних водах Одеського регіону визначається тенденція до зниження вмісту фосфатного і загального фосфору, зниження суми мінеральних сполук азоту і тенденція до підвищення загального азоту за рахунок його органічної складової.

Хлорофіл-а. При оцінці ступеню евтрофованості вод, згідно Рамкової Директиви про морську стратегію ЄС 2008/56/ЄС, концентрація хлорофілу-а є прямим показником ефектів збагачення вод БР.

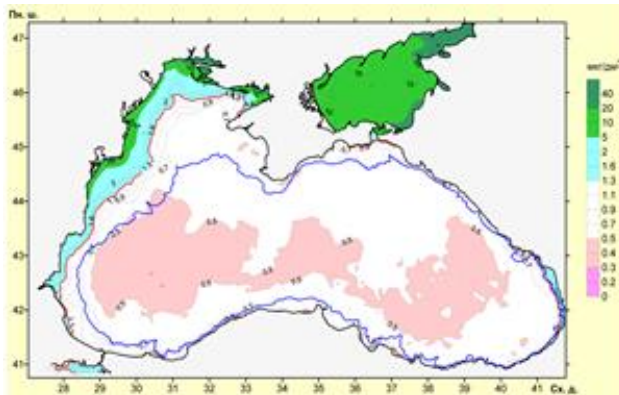
Великомасштабні просторово-часові зміни вмісту хлорофілу - а в поверхневому шарі АЧБ за даними супутникових спостережень Aqua NASA, USA з просторовою дискретністю 4 км, відображені на рисунку 1.6.



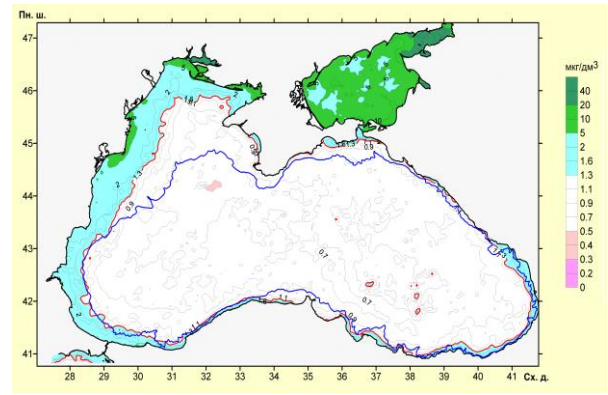
а) зима;



б) весна;



в) літо;



г) осінь.

Рисунок 1.6 – Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного і Азовського морів в різні сезони 2016 р. ($\text{мг}/\text{м}^3$)

В поверхневих водах АЧБ максимальний вміст хлорофілу-а відмічався на акваторії Азовського моря. Середні концентрації хлорофілу - а на переважній площі моря становили величини приблизно $5 \text{ мг}/\text{м}^3$; в районі Таганрозької затоки – від $10 \text{ мг}/\text{м}^3$ до $20 \text{ мг}/\text{м}^3$, а у весняно – літний період до $40 \text{ мг}/\text{м}^3$. Високі концентрації хлорофілу-а понад $20 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ постійно спостерігались в Азовському морі в під впливом стоку річкового стоку.

В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а більші ніж $5 \text{ мг}/\text{м}^3$ спостерігались на шельфі в Дніпро-Бузькому, Дністровському і в Дунайському районах. З віддаленням від районів річкового стоку вміст хлорофілу-а значно зменшувався до $1,7 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в зоні змішування річкових вод

та вод відкритого моря. Відносно підвищений вміст хлорофілу-а відмічено в Каркінітській затоці, який дорівнював 3,0 мкг/дм³.

В сезонному ході високі концентрації хлорофілу-а постійно спостерігалися в Дніпровському лимані (рис. 1.7). В пригирлових районах максимуми вмісту хлорофілу-а приходились, в основному, на весняний період у травні, у водах відкритого моря у серпні, що обумовлюється часом поширення трансформованих річкових вод.

За багаторічними даними 2003 – 2016 рр. у водах АЧБ відмічено тенденція до зниження хлорофілу-а на рівні статистичної значимості 95 %. Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції в усіх районах ПЗЧМ та в Азовському морі (рис. 1.8), можливо констатувати зниження рівня трофності морських вод України.

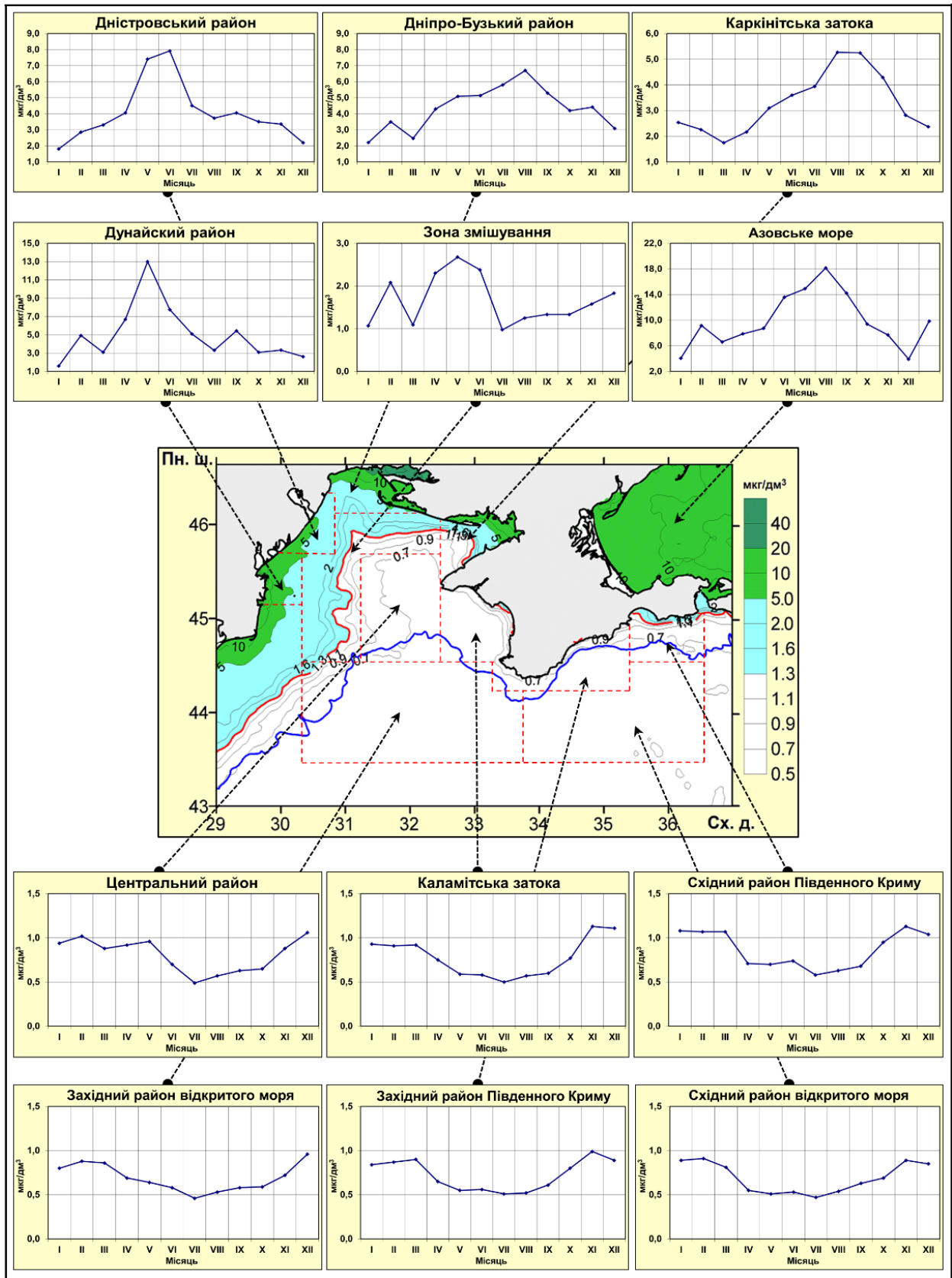


Рисунок 1.7 – Просторовий розподіл і річний хід середнього вмісту хлорофілу-а в 2016 р. в Азовському морі та окремих районах Чорного моря

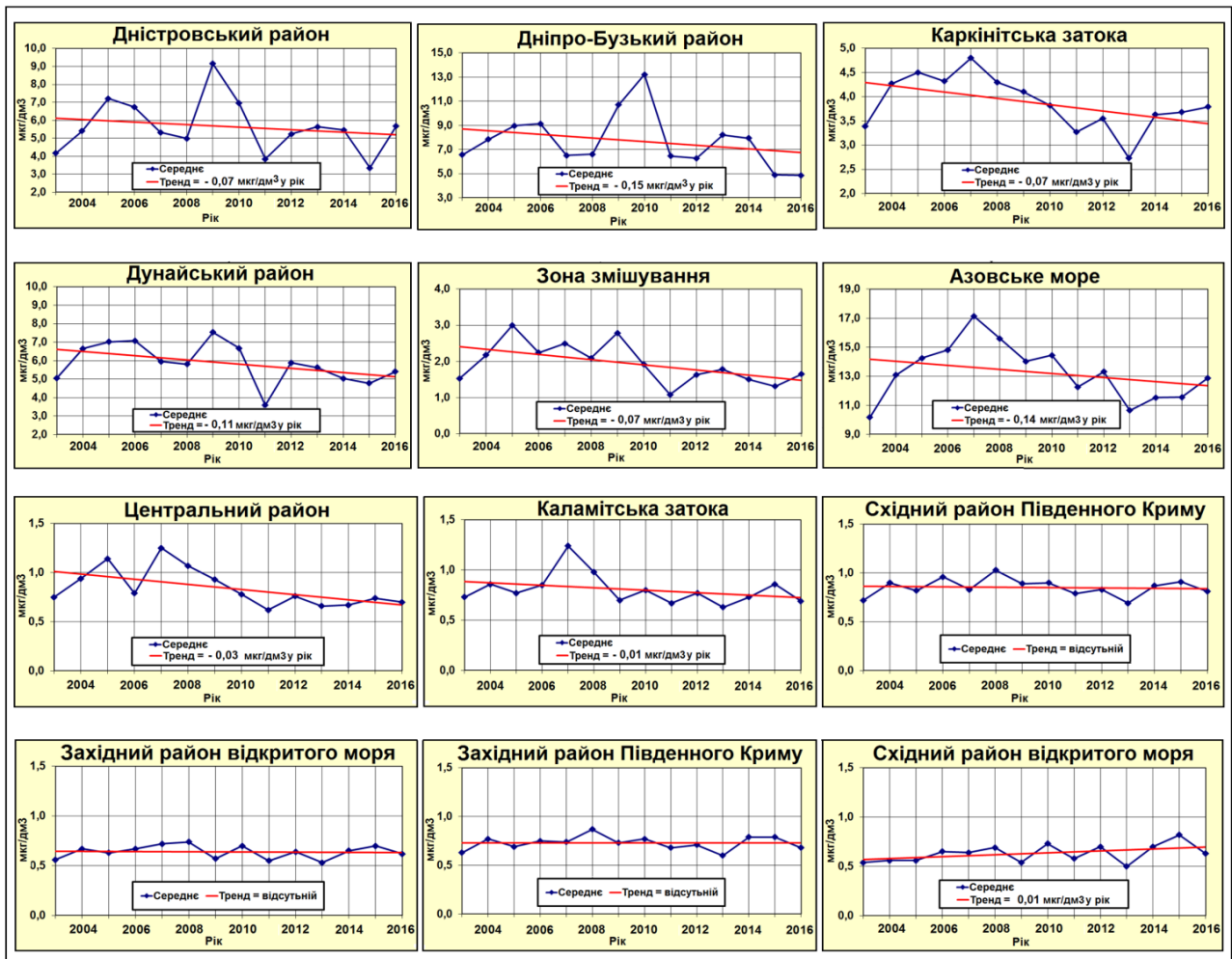


Рисунок 1.7 – Багаторічна мінливість середнього вмісту хлорофілу-а в Азовському і Чорному морях (2003 – 2016 рр.)

В найбільшій мірі тенденція до зменшення вмісту хлорофілу-а з кутовим коефіцієнтом $0,15 \text{ мкг/дм}^3$ у рік відмічена в Дніпро-Бузькому районі. Статистичні характеристики мінливості середніх місячних значень хлорофілу-а в Азовському морі і по окремих районах Чорного моря у 2016 р. наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Статистичні характеристики мінливості середніх місячних значень хлорофілу-а (мкг/дм³) в АЧБ в 2016 р.

Район	Середнє	Максимум	Мінімум	СКВ*
1	2	3	4	5
Дніпро-Бузький	4,35	6,7	2,21	1,36
Дністровський	4,06	7,92	1,81	1,85
Дунайський	5,00	13,00	1,59	3,09
Каркінітська затока	3,28	5,27	1,75	1,19
Західний район Південного Криму	0,72	0,99	0,51	0,17
Східний район Південного Криму	0,87	1,13	0,58	0,21
Східний район відкритого моря	0,69	0,91	0,47	0,17
Азовське море	9,86	18,16	3,92	4,45
*Середнє квадратичне відхилення				

Інтегральний індекс трофності і якості вод (Environment - trophic index) (E-TRIX) та метод оцінки трофності вод (The Black Sea Eutrophication Assessment Tool) (BEAST). Інтегральним показником рівня трофності вод є індекс E-TRIX, який змінюється відповідно з рівнем трофності вод в діапазоні 0 – 10. За цим показником трофність прибережних вод Одеського регіону в окремі періоди 2016 року відповідала «середньому», «високому» і «дуже високому» рівню (рис. 1.9).

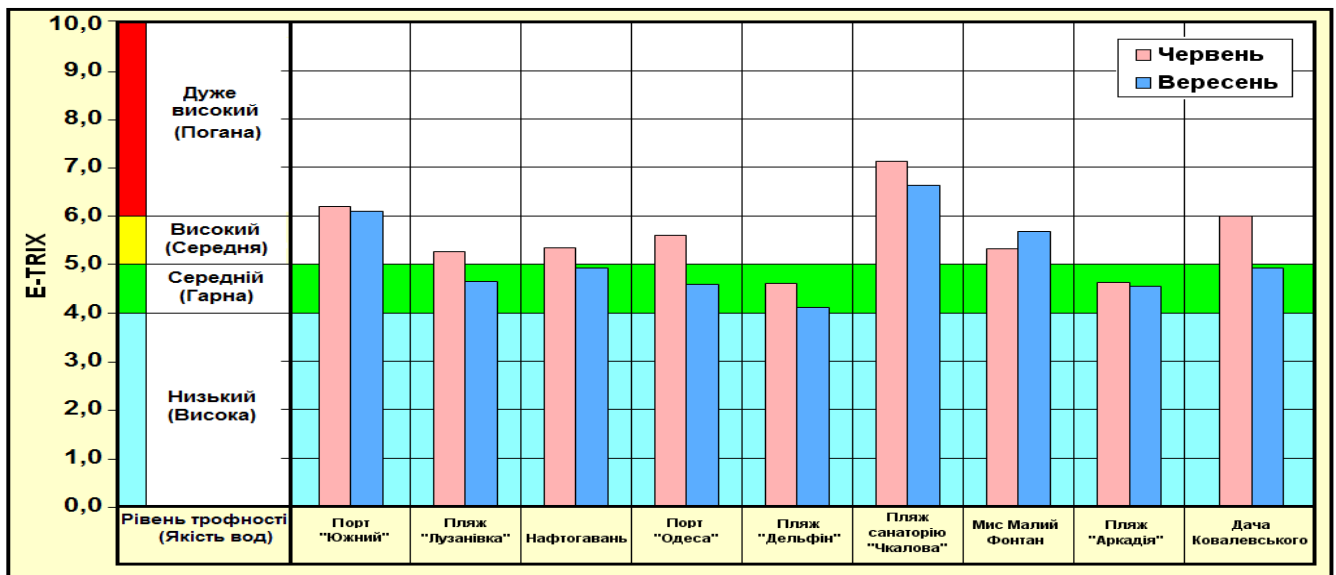


Рисунок 1.9 – Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні і вересні 2016 р.

З початку сторіччя за показником індексу E-TRIX спостерігається тенденція до зниження рівня трофності вод і поліпшення їх якості в Одеському регіоні (рис. 1.10).

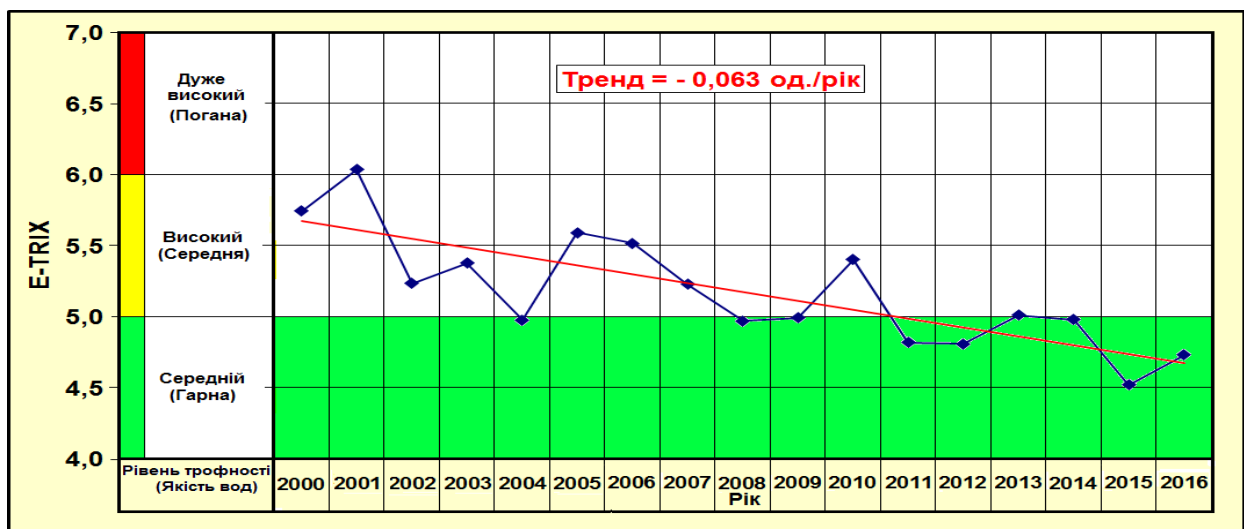


Рисунок 1.9 – Багаторічна мінливість трофності і якості прибережних вод Одеського регіону ПЗШ ЧМ за показником індексу E-TRIX

Трофність поверхневих вод ПЗЧМ, залежно від ступеню впливу стоку річок, змінювалась від «дуже високого» рівня в пригірлових районах до «низького» у відкритій частині моря (рис. 1.11).

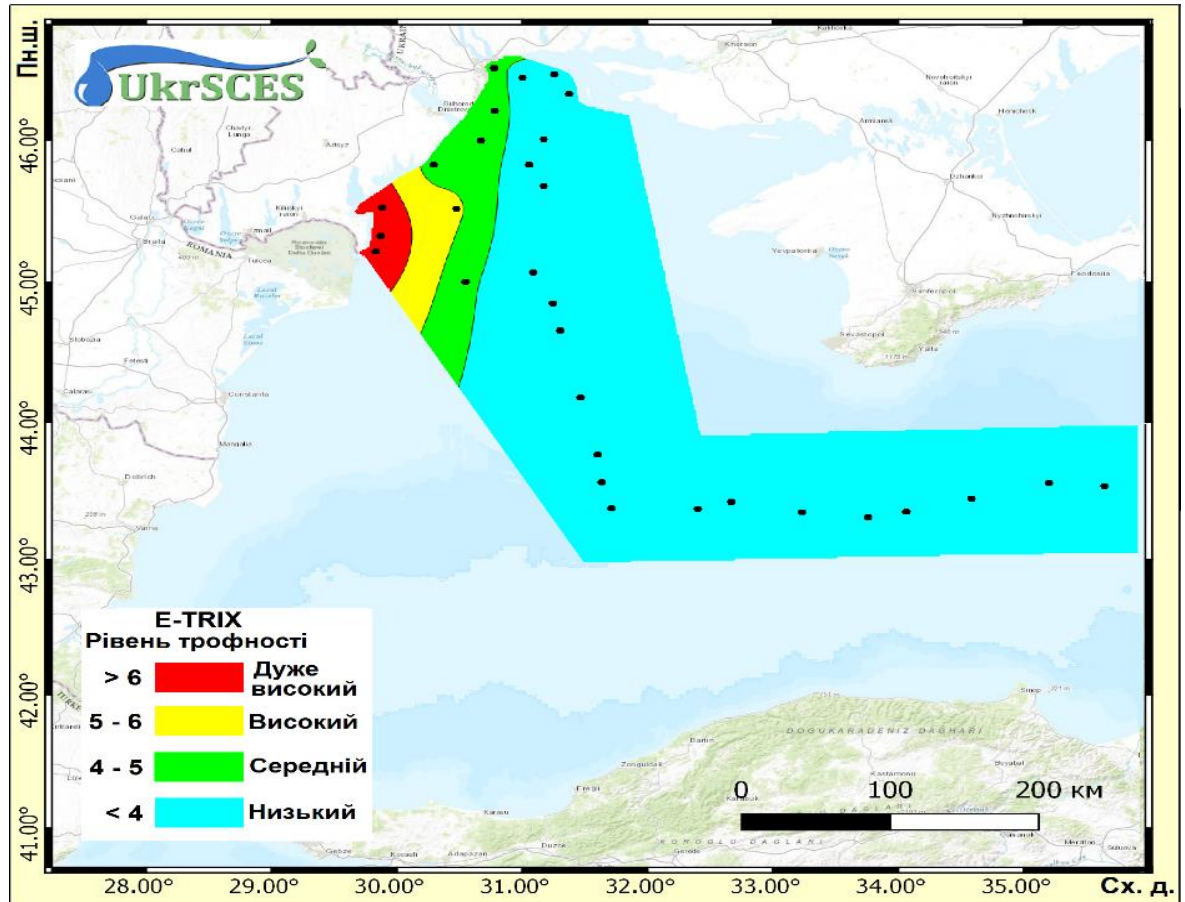


Рисунок 1.11 – Просторовий розподіл значень індексу E-TRIX в поверхневих водах Чорного моря у травні 2016 р.

В цілому слід відзначити, що на акваторії ПЗЧМ найбільш евтрофовані води районів узмор'я р. Дунай, де у 2016 р. в придонному шарі в серпні спостерігались умови гіпоксії. Підвищеним рівнем трофності характеризуються також і прибережні води районів річкового стоку та з наявністю потужних джерел побутових і промислових стоків, до яких належить віднести порти і станції біологічного очищення. У 2016 р. води акваторії порту «Южний» і в зоні

впливу стоку СБО «Південна» характеризувались «дуже високим» рівнем трофності.

1.2 Стан забруднення середовища токсичними речовинами

У морському середовищі АЧБ у 2016 р., як і у попередній період, виявлені токсичні ЗР: нафтові вуглеводні (НВ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) хлоровані вуглеводні, токсичні метали (ТМ), контроль за вмістом яких передбачено Бухарестською Конвенцією.

Досить висока частота виявлення ЗР у морському середовищі характерна для НВ, поліхлорованих біфенілов (ПХБ), хлорорганічних пестицидів (ХОП): діхлордіфенілтрихлоретану (ДДТ) і його метаболітів діхлордіфенілдіхлоретану (ДДД) і діхлордіфенілдіхлоретілену (ДДЕ), ізомерів гексахлорциклогексану (ГХЦГ) і деяких ТМ.

Нафтові вуглеводні. У воді Чорного моря найвищі концентрації НВ, як правило, відзначалися в Одеському регіоні, на узмор'ї Дунаю, в прибережних водах Криму, що обумовлюється інтенсивним судноплавством, та наявністю і скупченістю значної кількості морських портів.

Рівень забруднення прибережних морських вод НВ був значним у всіх районах Одеського регіону. Перевищення ГДК ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) влітку було зафіксовано практично на усіх прибережних станціях. Максимальна концентрація НВ, як і в минулому році, перевищила ГДК в 5 – 6 разів. Максимальна концентрація в поверхневому шарі була відмічена на Дунайському узмор'ї р. Дунай. Концентрації НВ у відкритій частині ПЗЧМ коливались від $0,04 \text{ мг/дм}^3$ до $0,28 \text{ мг/дм}^3$.

В цілому у 93 % випадках визначень концентрації НВ в поверхневих водах ПЗЧМ перевищували ГДК.

Полициклічні ароматичні вуглеводні. Сума 16 ПАВ у воді ПЗЧМ варіювала в межах від 1,5 нг/дм³ до 14,2 нг/дм³. Домінантними в водах шельфу були фенатрен, нафталін та флуорантен. Перевищення ГДК за даними індивідуальних і суми ПАВ в 2016 р. зафіксовано не було

Хлоровані вуглеводні. Концентрації хлорорганічних пестицидів суми ДДТ та його метаболітів (Σ ДДТ) у воді не перевищувала ГДК. Сума α - і β -його ізомерів гексахлорциклогексану також була нижче за ГДК (20 нг/дм³). Але значення ліндану 0,32 нг/дм³ в одиничних випадках перевищували ГДК (0,2 нг/дм³). Концентрації дільдрину в деяких районах прибережних вод перевищували ГДК (0,07 нг/дм³) до 13,5 разів. Концентрації гептахлору та гексахлорбензолу та альдріну були незначними і не досягали ГДК.

Концентрація суми поліхлорованих біфенілів (ПХБ), відносно стандарту Ar-1254, коливалася від 6,23 нг/дм³ до 50,8 нг/дм³, що практично співпадає з результатами 2015 р. Концентрація суми більш високомолекулярних ПХБ відносно стандарту Ar-1260 змінювалась від 0,45 нг/дм³. Максимальне значення концентрації суми ПХБ 93,4 нг/дм³ не перевищувало ГДК (100 нг/дм³).

Концентрації індивідуальних ПХБ в прибережних водах Одеського регіону ПХБ-118 не перевищували 3,30 нг/дм³ та ПХБ-110 – 4,67 нг/дм³.

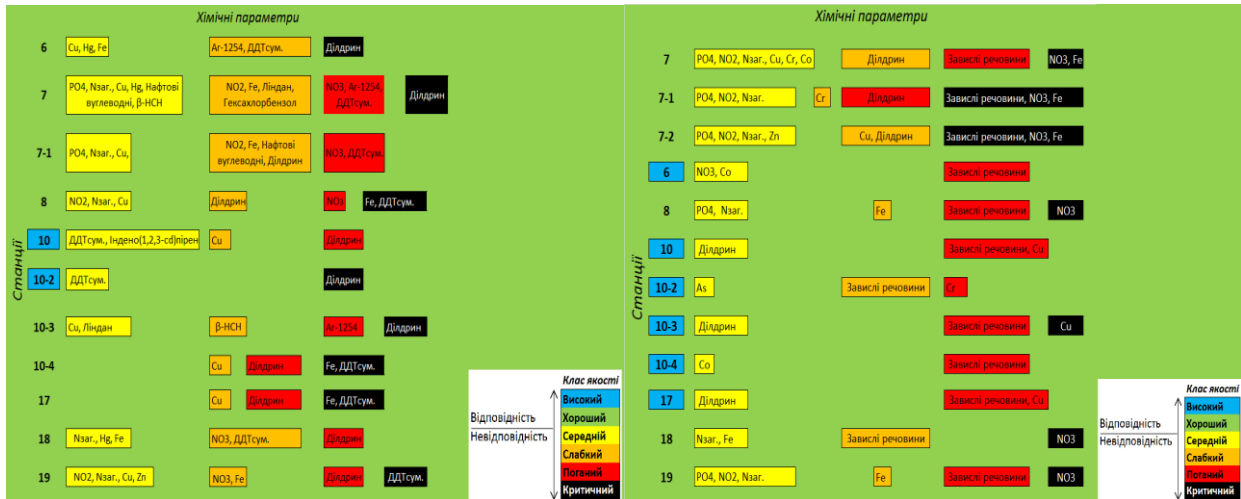
Токсичні метали. Перевищення норми ГДК в прибережних водах Одеського регіону токсичних металів спостерігалось за даними вмісту заліза, міді, цинку, кобальту, нікелю та хрому. Максимальне перевищення ГДК заліза (50 мкг/дм³) у 10 разів було зафіксоване на станції в районі п. «Южний». Мідь в концентрації більш ГДК (5,0 мкг/дм³) майже у 5 разів була присутня в районі Нафтогавані та на акваторії пляжної зони м. Одеса. Цинк у концентраціях вище ГДК був зафіксований в порту «Одеса» та в деяких районах пляжної зони. Максимальна його концентрація досягала 149 мкг/дм³.

Концентрації ртуті і хрому в водах Одеського узбережжя були нижче мінімальної границі їх визначення, окрім вмісту хрому ($6,27 \text{ мкг/дм}^3$) з перевищенням ГДК ($5,0 \text{ мкг/дм}^3$) в окремих районах прибережних вод.

В водах ПЗЧМ рівень забруднення ТМ змінювався від аналітичного нуля (кадмій, кобальт) до $26,3 \text{ мкг/дм}^3$ – цинку, $27,3 \text{ мкг/дм}^3$ – хрому, $86,0 \text{ мкг/дм}^3$ – заліза. Вміст хрому в поверхневому шарі в районі впливу вод Дніпровського лиману перевищував ГДК ($5,0 \text{ мкг/дм}^3$) в 5,5 раз, в придонному шарі перевищення хрому складало приблизно два ГДК. Вміст цинку в поверхневому шарі в районі дампіngu ґрунту п. «Чорноморський» був на рівні ГДК. У придонному шарі вміст металів також змінювався від аналітичного нуля (кадмій, свинець, нікель, залізо) до $10,7 \text{ мкг/дм}^3$ хрому та до $26,0 \text{ мкг/дм}^3$ марганцю.

Перевищення ГДК токсичних металів в жовтні на узмор'ї р. Дунай в поверхневому шарі спостерігались за показниками вмісту хрому в 5,9 разів і міді в 9 – 12 разів при максимальній концентрації $36,6 \text{ мкг/дм}^3$, концентрації миш'яку досягали ГДК, цинк та кобальт перевищували ГДК в 1,5 рази, а вміст заліза в зоні гирла Бистре перевищував ГДК в 60 разів при концентрації $2\,980 \text{ мкг/дм}^3$. Перевищення ГДК у придонному шарі в 2,5 рази відмічалось і за вмістом ртуті в дунайському регіоні поблизу Цареградського гирла. Відносно підвищені концентрації ртуті від $0,039 \text{ мкг/дм}^3$ до $0,035 \text{ мкг/дм}^3$ спостерігались також на узмор'ї р. Дунай.

За результатами інтегральної оцінки якості вод, виконаної на підставі екологічних нормативів якості морського середовища (ЕН), поверхневі води на узмор'ї р. Дунай відповідають «хорошому» класу якості, але за індивідуальними показниками, такими як завислі речовини, ряд БР, і металів (мідь, ртуть, цинк, залізо), сума НВ і ХОП – сума ДДТ, ліндан, ділдрин та сума ПХБ, відповідають «середній», «слабкій», «поганій» і «критичній» якості (рис. 1.12).



а) серпень;

б) жовтень – листопад.

Рисунок 1.12 – Інтегральна оцінка якості поверхневих вод на узмор'ї Дунаю 2016 р.

В цілому слід визначити недостатню якість морських вод ПЗЧМ за досить великою кількістю індивідуальних показників, особливо в районах устя річок, акваторій портів, в районах потужних точкових джерел промислових і побутових скидів вод.

Нафтові вуглеводні та феноли. Сума нафтових вуглеводнів у донних відкладах (ДВ) знаходилась у межах від 0,03 мг/кг до 243 мг/кг. Максимальні концентрації знайдено в районі Дніпро - Бузького лиману, мінімальне значення зареєстровано в зоні Філофорного поля Зернова.

В Концентрації фенолів на ПЗЧМ були вище ГДК (0,05 мг/кг) у 3 – 8 разів це відображено на рис. 1.12(а).

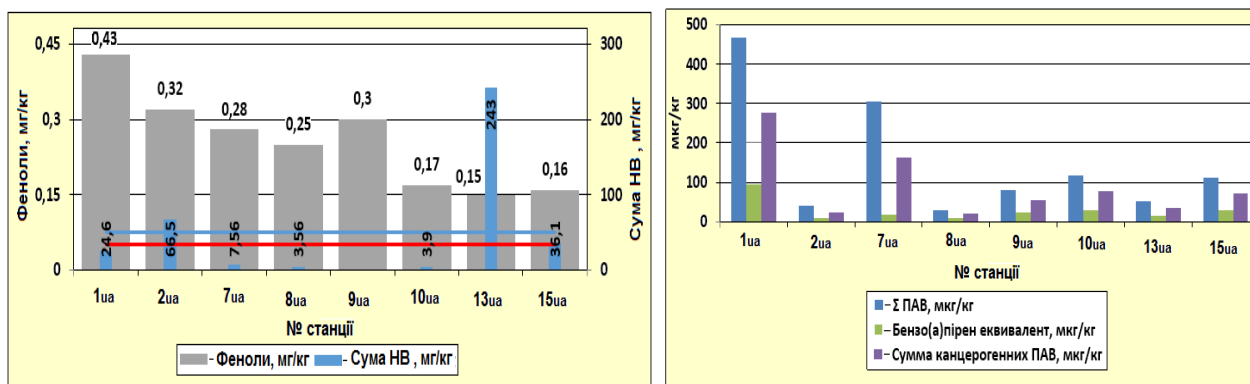


Рисунок 1.12 – Концентрації суми нафтових вуглеводнів і фенолів (а) та ПАВ (б) в ДВ ПЗЧМ у травні 2016 р.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні. ПАВ у пробах ДВ варіювала від 28,2 мкг/кг до 467 мкг/кг рис. 1.12(б).

Домінантними у пробах були: індено(1,2,3-сд)пірен, флуорантен та бензо(б)флуорантен. Перевищення ГДК було зафіксовано на узмор'ї р. Дунай по нафталіну у 4,5 разів, бензо(а)антрацену та хрізену, а також в зоні дампінгу ґрунтів п. «Чорноморський» по флуорантену – у п'ять разів, бензо(а)антрацену, хрізену – у два рази, бензо(к)флуоратену, індено(1,2,3-сд)пірену – у 3,7 разів.

Хлоровані вуглеводні. Концентрації ХОП у донних відкладах знаходились в діапазоні від < 0,05 мкг/кг альдрін та гептахлор, до 28,2 мкг/кг ДДД. Найбільші концентрації ХОП досягали рівня: 28,2 мкг/кг ДДД, 18,7 мкг/кг гексахлорбензол, 2,78 мкг/кг ДДЕ. Інші ХОП були у концентрації < 1 мкг/кг.

Токсичні метали. Результати статистичних оцінок вмісту токсичних металів в ДВ наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Статистичні характеристики вмісту токсичних металів
в ДВ ПЗЧМ у 2016 р.

Характеристика	Al	Cd	Cr	Cu	As	Hg	Pb	Zn	Fe	Ni	Co	Mn
	г/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	г/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Кількість визначень	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	55	55
Середнє	35,3	0,24	50,1	20,4	6,89	0,10	17,1	57,0	15,3	24,1	7,6	392
Максимум	299	0,74	249	68,6	27,8	0,41	49,7	205	41,9	63,4	23,1	1 076
Мінімум	0,32	< 0,01	< 0,3	< 0,3	0,04	< 0,01	0,52	0,16	0,17	< 0,3	< 0,1	2,3
ГДК	-	0,8	100	35	29	0,3	85	140	-	35	20	-

В цілому середні значення вмісту ТМ не перевищували ГДК, але максимальні значення вмісту хрому, міді, цинку, нікелю перевищували ГДК майже вдвічі. Підвищені значення вмісту в ДВ відмічались і за показниками кобальту. Підвищений вміст указаних ТМ спостерігався в районах впливу річок, біля о.Зміїний (Cu, Ni), а також в районі Цареградського гила (Cu, Ni), та в порту «Одеса» (Cr, Cu).

1.3 Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування

Проведені у 2016 році дослідження по оцінці якості морського середовища за методами біотестування та біоіндикації з використанням гідробіонтів різних систематичних рівнів: мідій на різних стадіях розвитку і водоростей мікрофітобентосу показали, що екологічні властивості довкілля відкритих та прибережних районів ПЗЧМ, різних за впливом на них антропогенних та природних чинників, значно відрізнялися (рис. 1.14).

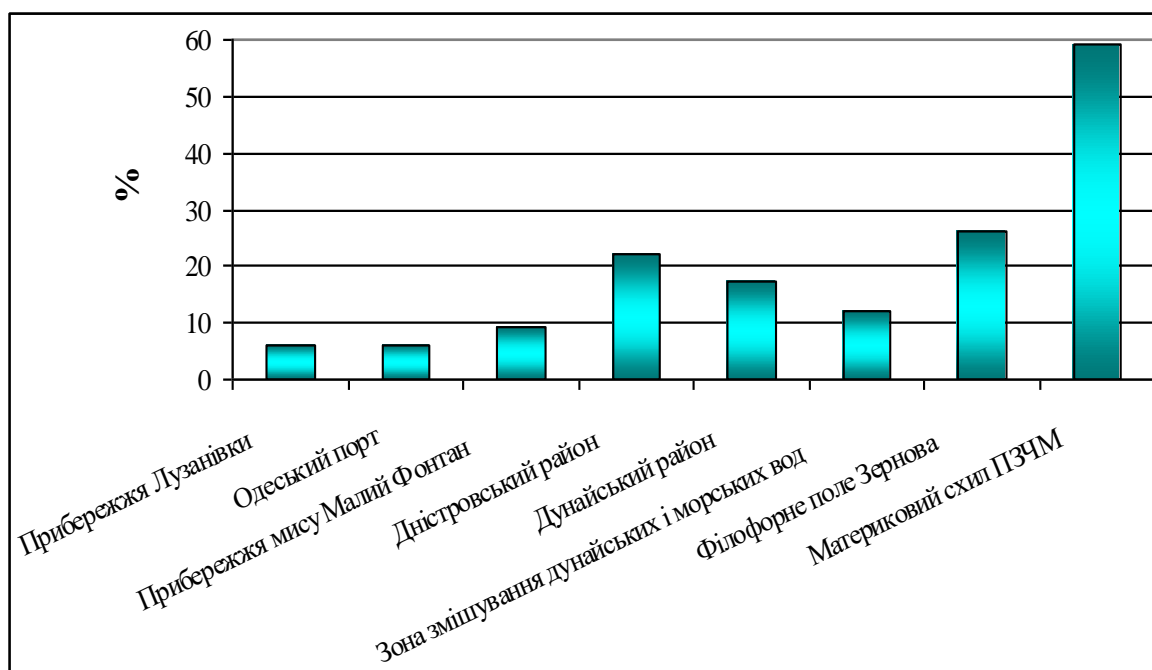


Рисунок 1.14 – Розвиток продісоконхів мідій нормальної морфології при біотестуванні якості морських вод ПЗЧМ у літній сезон 2016 року (%).

Якість прибережного морського довкілля більшості обстежених акваторій Одеського регіону протягом року покращилась, але була дещо гіршою для розвитку досліджених гідробіонтів, ніж у 2015 р. Водне середовище відкритих районів ПЗЧМ в цілому мало значно кращі екологічні властивості для розвитку біологічних об'єктів. Придонне середовище деяких з цих морських ділянок було значно евтрофікованішим (за показниками стану вегетації бентосних мікрофітів), ніж у прибережжі Одеського регіону. Поверхневим водним масам з району материкового схилу ПЗЧМ влітку були притаманні значно кращі екологічні властивості для морфогенезу тест-об'єктів (личинок мідій ранніх стадій розвитку), ніж усім дослідженим за останні дев'ять років водам з прибережних та відкритих акваторій цієї частини моря.

2 СТАН ГІДРОБІОЦЕНОЗІВ

Біорізноманіття є важливішою екологічною характеристикою стану морського середовища у цілому і її біологічної складової. Особливо велике різноманіття гідробіонтів спостерігається в прибережних районах, на малих глибинах. Рівень біорізноманіття екосистеми відображає її екологічний стан.

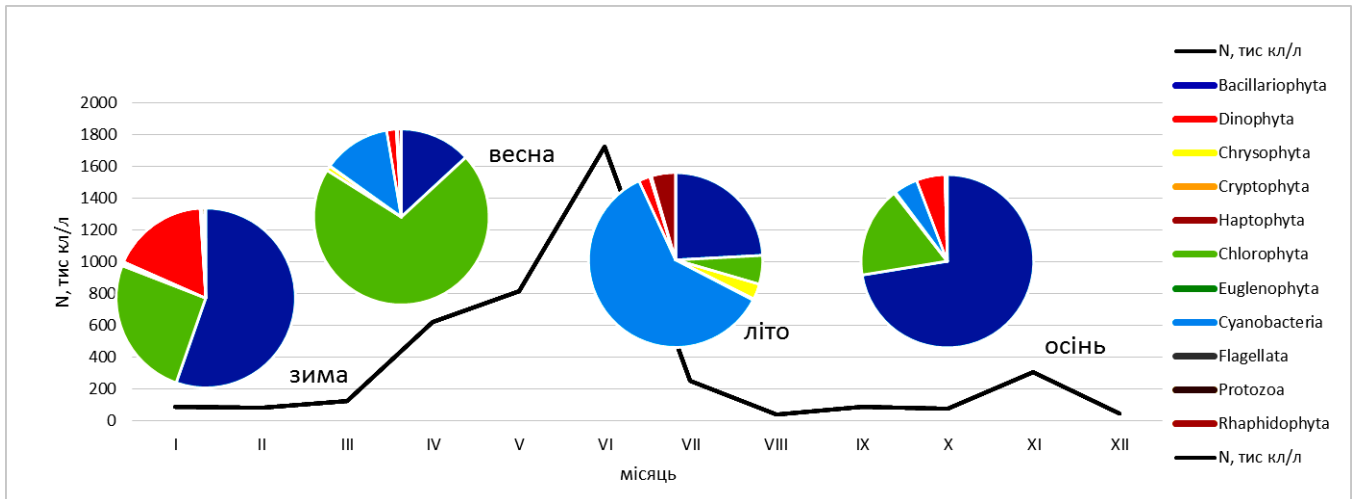
Фітопланктон. У весняно-літній період на акваторії ПЗЧМ 2016 р. спостерігався розвиток 224 видів фітопланктону, які відносилися до 8 відділів (рис. 2.1).



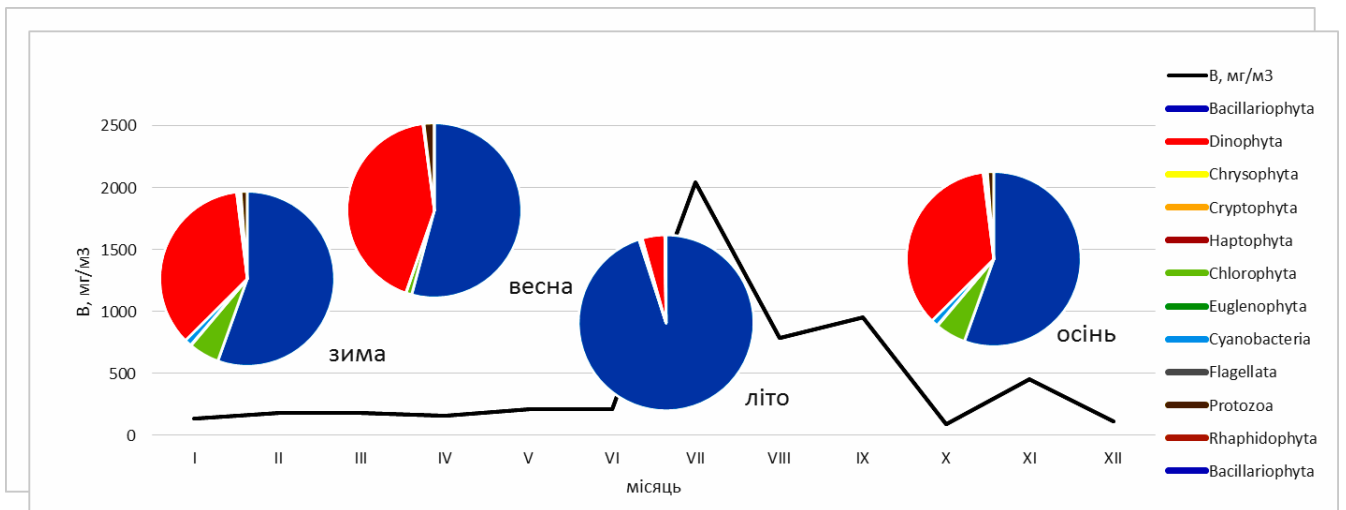
Рисунок 2.1 – Видове різноманіття фітопланктону у водах ПЗЧМ у травні 2016 р.

Найзначніший вклад у видове різноманіття вносили представники діатомових (93 види) та динофітових (68 видів) мікрводоростей, дещо меншою була частка зелених водоростей (22 види), ціанобактерій (19 видів) та гаптофітових (11 видів). Незначним вкладом характеризувались евгленові (4 види), золотисті (3 види) та криптофітові водорості (4 види).

В акваторії Одеського регіону склався полідомінантний комплекс видів фітопланктону (212 видів та різновидів мікроводоростей) з переважанням діатомових як за чисельністю, так за біомасою (рис. 2.2).



а) чисельність, тис. екз. · л⁻¹;



б) біомаса, мг · м⁻³.

Рисунок 2.2 – Кількісні зміни фітопланктону в Одеському регіоні у 2016 році

У прибережних районах кількісні показники фітопланктону вище, ніж у відкритих шельфових водах. Високі значення кількісних показників фітопланктону в прибережних водах були зумовлені стоком кількох великих річок, особливо р. Дунай.

У Дністровському районі середня чисельність фітопланктону складала 1 003 тис. кл. · л⁻¹, середня біомаса дорівнювала 580 мг м⁻³. Високі значення кількісних показників в цьому районі були зумовлені «цвітінням» діатомової водорості *P. delicatissima*. Максимум «цвітіння» спостерігався у верхньому шарі води, яка знаходилася на траверзі Дністровського лиману, що ймовірно було викликано притокою БР з річковим стоком. По мірі зміщення річкових вод вздовж прибережжя та змішування з морськими водами «цвітіння» переміщувалось у більш глибокі горизонти в напрямку віддалення від берегової смуги, і спостерігалось тільки на нижній границі термоклину, де чисельність діатомової *P. delicatissima* досягала 1,98 млн. кл. · л⁻¹ при біомасі 0,78 г м⁻³.

P. delicatissima відноситься до потенційно токсичних видів але, незважаючи на періодичні випадки «цвітіння» цього виду, у регіоні дослідження не спостерігалися захворювання людей або тварин, що були з ним пов'язані.

У зоні змішаних вод середні показники чисельності фітопланктону становили 525 тис. кл. л⁻¹, середня біомаса 397 мг м⁻³. У відкритих водах шельфу, найбільш віддалених від берегу, чисельність фітопланктону не перевищувала 150 тис. кл. · л⁻¹, а біомаса 180 мг · м⁻³.

Кількісні показники фітопланктону зменшуються зі збільшенням відстані від берега і збільшуються в зонах впливу річкового стоку. Цей ефект був найбільш виражений у верхніх перемішаних горизонтах та на верхній границі термоклину та згладжувався із зростанням глибини. У Дунайському районі спостерігалась різниця у кількісних показниках фітопланктону більш ніж у 100 разів у порівнянні з іншими районами ПЗЧМ.

Зоопланктон. У складі зоопланктону Одеського регіону зареєстровано 28 таксонів, які є представниками прісноводного, солонуватоводного та морського комплексів. Середня біомаса становила 39,56 мг · м⁻³ ± 21,02 мг · м⁻³. Зміни біомаси зоопланктону протягом року відображено на рисунку 2.3.

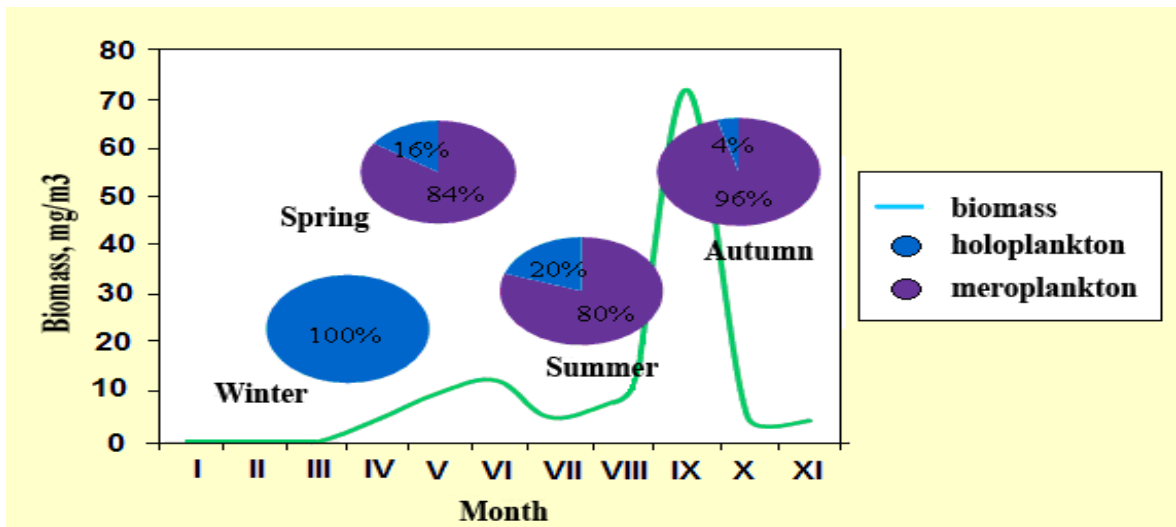


Рисунок 2.3 – Середня біомаса ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) зоопланктону в Одеському регіоні у 2016 році

В середньому в Одеському регіоні в сезонному ході біомаси зоопланктону відмічалися два максимуми – влітку та восени: перший максимум біомаси припав на кінець червня, другий - вересень і були обумовлені розвитком наупліальних стадій ракоподібних *Balanus* (Cirripedia).

Спостерігається постійна тенденція до покращення стану зоопланктонного угруповання, що підтверджується змінами у структурі зоопланктону: зменшення внеску нетрофічного зоопланктону (*N. scintillans*), та одночасне збільшення чисельності та біомаси трофічного компоненту.

В Дунайському районі восени зареєстровано 21 таксон зоопланктону, серед яких 12 таксонів налічували ракоподібні, спостерігався гарний стан кормової бази риб-планктофагів. Середня чисельність та біомаса зоопланктону становила, відповідно $6\,827,96 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3} \pm 6\,645,15 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$ та $57,09 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3} \pm 34,07 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$. Значну роль у формуванні кількісних показників розвитку зоопланктону відіграла копепода - вселенець *Oithonabrevicornis*. Стан зоопланктонного угруповання Дунайського району має тенденції до покращення стану, що виражається у збільшенні різноманіття, особливо

ракоподібних, ускладненні структури та збільшенні кормової та зменшенні не кормової частки для риб.

Зообентос. Біомаса бентосу в Чорному морі достатньо висока. В прибережних районах Західного Криму вона складає приблизно $100 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, в південних берегах Криму від $100 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ до $500 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Найбільш продуктивним районом є ПЗЧМ. В Одесько-Дунайській частині ПЗЧМ на глибинах від 10 м до 30 м та від 60 м до 80 м бентос розвивається слабо, що пов'язано з траловими виловами шпроту та заморними явищами. В шельфовій частині ПЗЧМ на глибинах від 30 м до 50 м спостерігається максимум біомаси бентосу в місцях утворення ценозів молюсків від $200 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ до декількох кілограмів на 1 м^2 (саме тут відмічено найбільший розвиток мідій). Починаючи з глибини від 50 м до 80 м, біомаса бентосу зменшується від $20 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ до $50 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, а з глибини 80 м становить декілька грам на 1 м^2 .

105 таксонів макрозообентосу були виявлені у 2016 році в досліджуваних зонах українського шельфу Чорного моря. Найбільше різноманіття показали такі групи - Annelida, Crustacea і Mollusca. Кількість видів за вибіркою варіювало в діапазоні 9 – 44. Індекс різноманітності бета-розповсюдження Уіттекер складав 3,28.

Біоценоз *Chameleagallina* на піщаному ґрунті, глибини від 16 м до 24 м (Дністровський район). Загальна кількість видів тварин у спільноті складала 35, серед них: Polychaeta - 14, Phoronida - 1, Gastropoda - 1, Bivalvia - 6, Cirripedia - 1, Amphipoda - 3, Cumacea - 2, Mysida - 2, Tanaidacea - 1 and Decapoda - 1. Середня чисельність і біомаса досягли $2,522 \text{ екз.} \cdot \text{м}^{-2}$ та $353 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, відповідно. Близько 80 % біомаси давали двостулкові - *Chameleagallina*, *Spisulasubtruncata* and *Anadarakagoshimensis*. Polychaetes складала близько 74 % чисельності.

Інфаліторальний брудний пісок з заростанням таласинозид, глибини до 20 м (Дунайський район). В цьому біоценозі виявлено 31 таксон, що належать до

10 систематичних груп (Anthozoa - 1, Polychaeta - 16, Gastropoda - 1, Bivalvia - 2, Cirripedia - 1, Amphipoda - 2, Cumacea - 1, Decapoda - 5). Середня чисельність та біомаса становила $2\,946 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-2}$ і $45 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ відповідно.

Біоценоз *Mytilusgallo provincialis*, біогенні рифи, глибини від 13 м до 19 м. В макрзообентосі зареєстровано 60 таксонів, більшість (40 %) належать до Поліхет (Anthozoa - 1, Polychaeta - 24, Gastropoda - 4, Bivalvia - 11, Cirripedia - 1, Amphipoda - 7, Cumacea - 2, Isopoda - 1 і Decapoda - 6). Поліхети та двостулкові молюски досягли найбільшого обсягу у зразках. Середній вміст макрзообентосних популяцій складав $11\,364 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-2}$ та $271 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ чисельності та біомаси, відповідно.

Тертігенний мул, біоценоз *Melinnapalmata*, глибини від 19 м до 29 м. Знайдено 26 видів: Cnidaria - 3, Phoronida - 1, Polychaeta - 4, Gastropoda - 3, Bivalvia - 9, Amphipoda - 1, Decapoda - 3. Місцями біомаса *Mya arenaria* становила до $300 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$.

Органогенний пісок з біогенними рифами *Mytilus* та нитковими / листяними водоростями, глибини від 31 м до 52 м (район ФПЗ). Виявлено 34 таксони, які належать до 11 систематичних груп: Polychaeta - 13, Bivalvia - 2, Amphipoda - 9, Isopoda - 1, Cumacea - 1, Mysida - 1, Tanaidacea - 1, Echinodermata - 1, Tunicata - 2. Середня чисельність та біомаса становили $911 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-2}$ та $231,6 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Поліхети склали 59 % від загальної чисельності, з яких *Prionospio multibranchiata* становив 30 %. *Mytilusgalloprovincialis* була субдомінантом за чисельністю та домінантом за біомасою, будучи характерним видом середовища існування. У складі макрзообентосу Одеського регіону (глибини до 3 м) зареєстровано 30 таксонів : Vermes - 9, Mollusca - 7, Crustacea - 11, Varia - 3. Середня чисельність становила $6\,244 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-2}$, а біомаса $145,12 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Поява деяких видів ракоподібних в складі макрзообентосу вказує на збільшення кормової бази риб.

Згідно одержаних результатів можна зазначити що, в цілому стан макрозообентосу знаходиться у задовільному стані та має тенденцію до покращення стану як за різноманіттям так і за кількісними показниками.

У складі мейобентосу ПЗЧМ виявлено 13 таксономічних груп (глибини від 19 м до 50 м). За чисельністю домінували фораменіфери (Foraminifera) та нематоди (Nematoda) на частку яких сумарно доводилося 69 % багатоклітинного мейобентосу. Субдомінантою за чисельністю групою були ракоподібні (Haracticoida та Ostracoda), представлені максимумом на глибинах від 19 м до 28 м, що склало 28 %. Максимуми біомаси відмічені до глибини 20 м та сформовані в переважній більшості масою псевдомейобентосу, складаючи від 79 % до 99 %. 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. Більша частина донних акваторій ПЗЧМ характеризується добрим екологічним станом бенталі за оцінкою відповідно до структури мейобентосних організмів 57 % станцій характеризуються добрим екологічним станом, а 43 % станцій за проведеною оцінкою характеризуються як такі, що не відповідають доброму екологічному стану за критеріями WFD.

Фітобентос. У прибережних районах моря після періодичних змін макрофітобентосу, переважають мезосапробні види водоростей та спостерігається деяка стабілізація донних фітоценозів. В районах порту Південний – Григоріївський лиман, поблизу скиду стічних вод прибережжя Одеської затоки видове різноманіття макрофітів в 2 – 2,5 разів менше, ніж в цілому в Одеському регіоні..

В прибережних районах переважають мезосапробні види водоростей. Якість вод мілководдя ПЗЧМ на сучасному етапі належить до помірно-забруднених. Що стосується відкритої зони шельфу, тут частка олігосапробних видів становить близько 70 %, що не зважаючи на підвищений рівень евтрофування, характеризує цей район як відносно чистий.

В районі ФПЗ у порівнянні з попередніми роками видовий склад макрофітобентосу зазнав значних змін. Зникли деякі бурі водорості, як найбільш чутливі до антропогенного тиску. Але спостерігається масовий розвиток нитчастих зелених і червоних водоростей, цьому, очевидно, сприяє надлишок БР.

Отже, відбувається пристосування макрофітів до мінливих умов зовнішнього середовища, що виражається у зміні структурної організації та незначною тенденцією до їх відновлення на ПЗЧМ.

Фотоідентифікація дельфінів. У 2016 році за виконаними спостереженнями за китоподібними як у відкритих ділянках моря, так і біля Одеського узбережжя, спостерігали представників всіх трьох чорноморських видів китоподібних: афаліну (*Tursiopruncatus* Montagu, 1821), білобокого дельфіна (*D. delphis*) та морську свиню (*Phocoenaphocoena* Linnaeus, 1758). Було встановлено, що за чисельністю і за розповсюдженням домінуючим видом в усіх досліджених районах був білобокий дельфін, проте концентрація цих дельфінів була значно більшою у відкритих водах, порівняно з прибережними ділянками. Відмічені досить великі скупчення афалін та білобоких дельфінів (групи білобоких дельфінів досягали 20 і більше особин) та невеликі групи морських свиней, що зазвичай не перевищували кілька особин. Фотографічним спостереженням виявлені риби – об'єкти живлення китоподібних, зокрема, атерина *Atherina* sp. для білобоких дельфінів, та кефаль *Mugil* sp. для афалін. В ПЗЧМ місцями значних концентрацій прибережних груп китоподібних в теплий період року виявилися акваторія навколо о. Джарилгач, Одеська затока, Григоріївський лиман та прилегла до нього частина моря, проте китоподібні регулярно зустрічались і в усіх інших ділянках дослідженого прибережжя.

Азовське море. За даними багаторічних спостережень минулих років взимку у видовому складі фітопланктону переважають діатомові й зелені водорості (59 % і 16 %, відповідно), значний внесок у видову різноманітність

вносять також динофітові (11 %), 7 % належить представникам гаптофітових і ціанобактерій. Внаслідок сильного опріснення, масово розвиваються такі прісноводні синьозелені водорості як: афанізоменон і анабена, морські динофітові (екзувіелла, пророцентрум, гленодініум) і діатомові (скелетонема, косцінодіскус, різосоленія і хетоцерас). Під час весняного цвітіння середня біомаса діатомових становила 7 г/м^3 , в окремих ділянках показники біомаси становили 100 г/м^3 і навіть 200 г/м^3 , причому майже цілком за рахунок синьозелених мікрowodоростей; під час осіннього максимуму біомаса динофітових сягає до 2 г/м^3 .

Біомаса зоопланктону за багаторічними спостереженнями минулих років в зимовий період становила до $150 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, відмічене велика кількість медуз.

Азовське море з повним правом може бути названо молюсковим морем і, точніше, кардієвосіндесмієвим, так як ці дві форми (*Cardium edule* і *Syndesmya oiata*) значно переважають над іншими. Донні біоценози Азовського моря характеризуються потужною біомасою та високими показниками продуктивності і дуже малим числом видів, що входять до складу біоценозу. Нерідко вони утворені 5 – 15 формами, а іноді всього двома - трьома і майже завжди з дуже різким переважанням однієї - двох форм.

В Азовському морі в зимовий період в минули роки зареєстровано 17 видів зообентосу. Домінантами за видовим багатством є двостулкові молюски (46 %), на другому місці ракоподібні (24 %) та багатощетинкові черв'яки (18 %). Частка 6 % належить червоногим молюскам та немертинам. Реєструвалось 1 – 11 видів тварин на площі 1 м^2 . Висока щільність видів спостерігалась в центральній та північно–західній частинах, також на ділянці, яка примикає до Керченського півострова, а низька – на ділянці північніше Керченського півострова. Чисельність зообентосу в Азовському морі знаходилась в межах від 20 екз/м^2 до $6\,460 \text{ екз/м}^2$, в середньому складала

1 280 екз/м² ± 410 екз/м². Біомаса змінювалась від 1 г/м² до 794,55 г/м² і в середньому дорівнювала 179 г/м² ± 53 г/м².

3 ЗАХОДИ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

У 2016 році 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, НДУ Український науковий центр екології моря Мінприроди України (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 оцінку 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 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;

Результати досліджень складуть основу для розробки природоохоронних заходів в басейні Чорного моря на національному і міжнародному рівнях.

ВИСНОВКИ

У 2016 р. значення характеристик температурного режиму прибережних вод північно-західної частини Чорного моря були підвищеними відносно середніх багаторічних значень

В багаторічному ході температури води відмічено наявний тренд підвищення температури води на $1,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище відносно кліматичної $11,27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Солоність поверхневих вод в Одеській затоці була меншою на $1,12\text{ }‰$ відносно середнього багаторічного показника $14,46\text{ }‰$. Постійно високі концентрації БР спостерігались в прибережних водах ПЗЧМ та узмор'я р. Дунай, тобто визначено достатньо високий рівень евтрофікації вод. Відношення вмісту загального азоту до загального фосфору в прибережних водах Одеського регіону склало у 2016 р. в середньому $12,0$, що відповідає мезотрофному стану вод.

Мінімальні значення вмісту кисню в придонному шарі приурочені до району Дунайського узмор'я. В серпні на узмор'ї Дунаю в придонних водах спостерігалась гіпоксія з вмістом кисню від $1,3\text{ мг/дм}^3$ до $3,0\text{ мг/дм}^3$ відповідно від $14,4\text{ }‰$ до $40,0\text{ }‰$ насичення, при цьому насичення вод киснем в поверхневому шарі досягало $191\text{ }‰$ при концентрації $10,8\text{ мг/дм}^3$, що характеризує високий ступень евтрофованості вод.

В цілому в Одеському регіоні за даними періоду 2000 - 2016 рр. за даними регулярних спостережень в прибережних водах визначені тенденції зменшення вмісту фосфатного, загального фосфору, мінеральних форм азоту і водночас - підвищення загального азоту за рахунок його органічної складної.

В поверхневих водах АЧБ максимальний вміст хлорофілу-а відмічався на акваторії Азовського моря. Середні концентрації хлорофілу-а на переважній

площі моря становили величини приблизно 5 мг/м^3 ; в районі Таганрозької затоки – від 10 мг/м^3 до 20 мг/м^3 , а у весняно – літний період – до 40 мг/м^3

В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а більш ніж 5 мг/м^3 спостерігались на шельфі в Дніпро-Бузькому, Дністровському і в Дунайському районах.

За багаторічними даними (2003 - 2016 рр.) у водах АЧБ відмічено тенденція до зниження хлорофілу-а на рівні статистичної значимості 95 %. Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції в усіх районах ПЗЧМ та в Азовському морі (див. рис. 1.8), можливо констатувати зниження рівня трофності морських вод України.

В цілому слід відзначити, що на акваторії ПЗЧМ найбільш евтрофовані води районів узмор'я р. Дунай, де у 2016 р. в придонному шарі в серпні спостерігались умови гіпоксії. Підвищеним рівнем трофності характеризуються також і прибережні води районів річкового стоку та з наявністю потужних джерел побутових і промислових стоків, до яких належить віднести порти і станції біологічного очищення. У 2016 р. води акваторії порту «Южний» і в зоні впливу стоку СБО «Південна» характеризувались «дуже високим» рівнем трофності.

Трофність поверхневих вод ПЗЧМ, залежно від ступеню впливу стоку річок, змінювалась від «дуже високого» рівня в пригирлових районах до «низького» у відкритій частині моря

У морському середовищі АЧБ у 2016 р., як і у попередній період, виявлені токсичні ЗР: НВ, ПАВ, хлоровані вуглеводні, ТМ, контроль за вмістом яких передбачено Бухарестською Конвенцією. Досить висока частота виявлення ЗР у морському середовищі характерна для НВ, ПХБ, ХОП - ДДТ і його метаболітів ДДД і ДДЕ, ізомерів ГХЦГ і деяких ТМ.

Високий рівень забруднення донних відкладів, особливо високотоксичними речовинами свідчить про значний рівень забруднення

морського середовища прибережних районів ПЗЧМ, у першу чергу Дунайського району. Так, поліциклічні ароматичні вуглеводні. ПАВ у пробах донних відкладів варіювала від 28,2 мкг/кг до 467 мкг/кг. Домінантними у пробах були: індено(1,2,3-сd)пірен, флуорантен та бензо(б)флуорантен. Перевищення ГДК було зафіксовано на узмор'ї р. Дунай по нафталіну у 4,5 разів, бензо(а)антрацену та хризену, а також в зоні дампінгу ґрунтів п. «Чорноморський» по флуорантену – у 5 разів.

Методами біотестування якості морського довкілля прибережних районів ПЗЧМ з використанням фізіолого-морфологічних показників стану дорослих чорноморських мідій та їхніх личинок виявлено, що якість водного середовища для життєдіяльності цих гідробіонтів покращилася (порівняно з попереднім роком) на більшості досліджених акваторій).

У весняно-літній період на акваторії ПЗЧМ 2016 р. спостерігався розвиток 224 видів фітопланктону, які відносилися до 8 відділів. Найзначніший вклад у видове різноманіття вносили представники діатомових та динофітових мікроводоростей. В водах Одеського регіону складався полідомінантний комплекс видів фітопланктону з 212 видів та різновидів мікроводоростей з переважанням діатомових як за чисельністю, так і за біомасою. У прибережних районах кількісні показники фітопланктону вище, ніж у відкритих шельфових водах. Високі значення кількісних показників фітопланктону в прибережних водах були зумовлені стоком кількох великих річок, особливо р. Дунай.

У 2016 році в досліджуваних зонах українського шельфу Чорного моря виявлені 105 таксонів макрзообентосу були. Найбільше різноманіття показали такі групи - Annelida, Crustacea і Mollusca. Кількість видів за вибіркою варіювало в діапазоні 9 – 44. Індекс різноманітності бета-розповсюдження Уіттекер складав 3,28. У складі макрзообентосу Одеського регіону (глибини до 3 м) зареєстровано 30 таксонів. Середня чисельність становила $6\,244 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-2}$, а біомаса $145,12 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Поява деяких видів ракоподібних в складі

макрозообентосу вказує на збільшення кормової бази риб. Згідно одержаних результатів можна зазначити що, в цілому стан макрозообентосу знаходиться у задовільному стані та має тенденцію до покращення стану як за різноманіттям так і за кількісними показниками.

У прибережних районах моря після періодичних змін макрофітобентосу, переважають мезосапробні види водоростей та спостерігається деяка стабілізація донних фітоценозів. В районах порту Південний – Григоріївський лиман, поблизу скиду стічних вод прибережжя Одеської затоки видове різноманіття макрофітів в 2 – 2,5 разів менше, ніж в цілому в Одеському регіоні. В районі ФПЗ у порівнянні з попередніми роками видовий склад макрофітобентосу зазнав значних змін. Зникли деякі бурі водорості, як найбільш чутливі до антропогенного тиску. Але спостерігається масовий розвиток нитчастих зелених і червоних водоростей, цьому, очевидно, сприяє надлишок БР. Отже, відбувається пристосування макрофітів до мінливих умов зовнішнього середовища, що виражається у зміні структурної організації та незначною тенденцією до їх відновлення на ПЗЧМ.

У 2016 році за виконаними спостереженнями за китоподібними як у відкритих ділянках моря, так і біля Одеського узбережжя, спостерігали представників всіх трьох чорноморських видів китоподібних: афаліну, білобокого дельфіна та морську свиню. Встановлено, що за чисельністю і за розповсюдженням домінуючим видом в усіх досліджених районах був білобокий дельфін, проте концентрація цих дельфінів була значно більшою у відкритих водах, порівняно з прибережними ділянками. Відмічені досить великі скупчення афалін та білобоких дельфінів, групи білобоких дельфінів досягали 20 і більше особин, та невеликі групи морських свиней, що зазвичай не перевищували кілька особин.

Дослідження останніх років вказують на наявність слабкої тенденції до поліпшення стану екосистеми ПЗЧМ. Це, очевидно, пов'язано із захисними

заходами, вжитими на державному та міждержавному рівнях. Однак несприятливі умови функціонування екосистеми ПЗЧМ можуть виникати як за рахунок ще високого рівня антропогенного і біогенного навантаження, так і в результаті значних міжрічних і кліматичних коливань природних факторів, які також впливають на процеси евтрофікації і стан екосистем взагалі.