

УДК 504.4.054.001.5; 504.4.06.001.5, 504.4.054.001.5; 504.4.06.001.5,
504.45.058; 504.4.054; 504.064
КП 87.19.03
№ держреєстрації 0122U201787
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
НДУ “УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ” (УКРНЦЕМ)
65009, м. Одеса, Французький бульвар, 89. тел. (094) 9468721
e-mail: acsem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Виконуючий обов’язки директора
УкрНЦЕМ, заступник директора з
науки, канд. геогр. наук, старш. наук.
співроб.

« 20 »  Віктор КОМОРИН
2025 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Оцінка та діагноз стану морського середовища України в межах виключної
морської економічної зони та уточнення критеріїв оцінки доброго екологічного
стану морських регіонів у 2024 р.

ОЦІНКА СТАНУ МОРСЬКИХ ВОД ЗА ПОКАЗНИКАМИ
ЕВТРОФОВАНOSTІ ВІДПОВІДНО ДО ДЕС ЗА ДЕСКРИПТОРОМ 5 РДМС

Том 1

Науковий керівник НДР:
Виконуючий обов’язки директора УкрНЦЕМ,
заступник директора з науки,
канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.



В.М. Коморін

2024

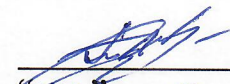
Рукопис закінчено 27 грудня 2024 р.

Результати роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ,
протокол № 9 від 27 грудня 2024 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний
виконавець:

В.о. начальника відділу
АМЕАН – начальника
МІАЦ


“27” 12 2024

А. С. Тітяпкин
(вступ, висновки,
розділи 1, 2, 3)

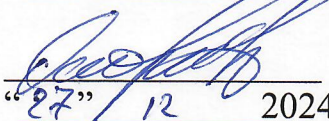
Виконавці:

Наук. співроб. сектору
ГБД відділу НД та ОМБ


“27” 12 2024

О. В. Зотова
(розділ 3)

завідувач лабораторії
хіміко-аналітичних
досліджень ВАДтаОМ


“27” 12 2024

Ю. В. Олейнік
(розділ 1)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 95 с., 32 табл., 49 рис., 27 джерел, 1 Додаток.

ЧОРНЕ МОРЕ В МЕЖАХ ВИКЛЮЧНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ, ЕВТРОФІКАЦІЯ, ПОКАЗНИКИ ДОБРОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ, БАЗОВА ОЦІНКА, ПОКАЗНИКИ ІНДЕКСУ ТРОФНОСТІ І ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД.

Об'єкт дослідження – морські води і екосистема Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України.

Мета НДР – оцінка та діагноз евтрофікації морських вод України, що знаходяться під впливом антропогенного навантаження та природних чинників, оцінка масштабів евтрофікації та її негативних наслідків.

Методи дослідження – в НДР використовувалися традиційні методи аналітичного узагальнення даних та статистичного аналізу, виконаного на підставі екологічних спостережень виконаних УкрНЦЕМ в 2022-2024 рр., з залученням супутникової інформації, даних служби моніторингу морського середовища Copernicus – The Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS), Державної гідрометеорологічної служби України та літературних джерел. Інтегральна оцінка рівня трофності і якості вод виконувалась за комплексними показниками TRIx та BEAST (HELCOM).

Результати дослідження – визначені тенденції мінливості вмісту біогенних речовин в водах північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ). За показником мінливості середньої річної концентрації загального азоту відмічається тенденція до її стрімкого підвищення за рахунок збільшення вмісту його органічної форми. Визначені умови цвітіння в межах Одеського регіону (в водному масиві CW5) діатомових *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey 1937 з біомасою 4,0 г/м³ у червні 2022 р. при температурі 20,5 °C та солоності 17,6 о.п.с. та *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve 1873 з біомасою 3,1 г/м³ у серпні 2022 р. при температурі 20,6 °C та солоності 16,6 о.п.с., у 2023 р. – синьо-зелених водоростей: *Aphanizomenon flos-aquae*,

Dolichospermum flos-aquae та *Microcystis aeruginosa* влітку та було наслідком катастрофи, яка сталась після підриву греблі Каховської ГЕС з загальною біомасою близько 7 г/м³ при середніх в червні температурі 20 °С та солоності 10,2 о.п.с., у 2024 р. – потенційно токсичної дінофітової водорості *Lingulodinium polyedra*, концентрація якої зросла з 71 мг/м³ на початку серпня до 653 мг/м³ у першій декаді вересня 2024 року. Це значне зростання свідчить про серйозність екологічної ситуації, адже ця водорість раніше вже викликала червоні припливи у регіоні.

ЗМІСТ

	С.
Перелік умовних позначень і скорочень	5
Вступ.....	7
1 Характеристика режиму абіотичних показників евтрофікації вод північно-західної частини Чорного моря у 2022-2024 роках.....	10
1.1 Мінливість гідрохімічного стану морських вод Одеського регіону	10
1.2 Внутрішньорічна мінливість абіотичних показників стану евтрофікації прибережних вод в рекреаційній зоні м. Одеса	18
1.3 Мінливість гідрохімічного стану вод Дунайського узмор'я	34
2 Оцінка екологічного стану шельфових вод України за індивідуальними показниками	45
2.1 Оцінка екологічного стану морського середовища північно-західного шельфу Чорного моря за даними середніх річних показників біогенних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації морських вод.....	45
2.2 Оцінка екологічного стану морського середовища північно-західного шельфу Чорного моря за даними середніх сезонних показників біогенних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації морських вод.....	53
3 Оцінка стану і тенденцій евтрофікації шельфових вод України за комплексними показниками	71
3.1 Показник трофності і якості вод TRIХ.....	71
3.2 Оцінка евтрофікації шельфових вод України за показником TRIХ	73
3.3 Методика оцінки ступеню евтрофікації морських вод BEAST.....	80
3.4 Оцінка евтрофікації шельфових вод України за показником BEAST.....	82
Висновки.....	85
Перелік джерел посилання.....	88
Додаток А.....	92

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

БР	- біогенні речовини
ГДК	- гранично допустима концентрація
ДЕС	- Добрий екологічний стан
КЕС	- клас екологічного статусу
НДР	- науково-дослідна робота
ПЗЧМ	- північно-західна частина Чорного моря
ПЗШ ЧМ	- північно-західний шельф Чорного моря
СКВ	- середнє квадратичне відхилення
УкрНЦЕМ	- Український науковий центр екології моря
ЧМ	- Чорне море
БСК ₅	- біологічне споживання кисню
BEAST	- методика оцінки рівня евтрофікації
EQR	- показник якості і трофності вод
MSFD	- Рамкова Директива про морську стратегію
N(NH ₄)	- азот амонійний
N(NO ₃)	- азот нітратний
N(NO ₂)	- азот нітритний
DIN	- сума розчинених мінеральних форм азоту
DIP	- фосфор фосфатний; мінеральні форми фосфору
Ref. Con.	- (Reference Conditions) нормальні умови
TN	- азот загальний
TP	- фосфор загальний
P(PO ₄)	- фосфор фосфатний
pH	- водневий показник
Si(SiO ₄)	- кремній
TRIX	- (trophic index) індекс трофності і якості вод
WFD	- Водна Рамкова Директива

ВСТУП

Несприятливі і згубні процеси, які пов'язані з евтрофікацією морських вод, виникають в результаті збільшення кількості біогенних речовин і надмірного розвитку фітопланктону. У зв'язку з цим зменшується прозорість морської води, виникають процеси «цвітіння», під пікноклином і в придонних шарах шельфової зони в теплий період року розвиваються зони гіпоксії і аноксії, що відповідно призводить до замору і гибелі придонних і донних організмів. Наряду з забрудненням токсичними речовинами та біологічним забрудненням чужорідними вселенцями і нераціональним використанням біоресурсів моря, евтрофікація морських вод є одним із головніших чинників антропогенних порушень [1], що спостерігаються в екосистемі Чорного моря (ЧМ). Результатами наслідків евтрофікації, як відомо [1]-[2], є деградація флори і фауни бенталі, що особливо помітно на північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ) в зменшенні площі полів та біомаси філофори, мідій та їх біоценозу. Вважається, що основними джерелами біогенного забруднення морських вод є річковий стік та берегові точкові джерела, до яких у першу чергу відносяться випуски стічних вод різних суб'єктів господарювання, які розташовані у береговій зоні. На долю річок ПЗЧМ припадає біля 79 % загального стоку річок Чорного моря [3]. Річковий стік на ПЗЧМ надходить з території 18 країн, розташованих, цілком чи частково, у басейнах Дунаю, Дніпра, Південного Бугу та Дністра.

Одним з важливих і актуальних екологічних завдань є виконання Загальнодержавної програми охорони і відродження природного середовища Чорного і Азовського морів [4], Програми державного моніторингу вод (в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів) [5] і забезпечення Морської природоохоронної стратегії України [6], що розроблена згідно Угоди про Асоціацію між Україною та Європейським Союзом, зокрема в частині імплементації

Директиви Європейського Парламенту та Ради 2008/56/ЄС від 17 червня 2008 р. [7] про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища (Рамкова директива про морську стратегію), та з урахуванням Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 р. [8] "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" (Водна рамкова директива).

Відповідно до рамкової Директиви морської стратегії 2008/56/ЄС [7] та рішення Європейської комісії 2017/848/ЄС [9] про встановлення критеріїв і методологічних стандартів належної екологічної якості морських водних масивів оцінка їх здійснюється відповідно дескриптору D5 (евтрофікація), за наступними первинними і вторинними критеріями:

- D5C1 – первинний критерій. Поживні речовини у товщі води: розчинений неорганічний азот (DIN), загальний азот (TN), розчинений неорганічний фосфор (DIP), загальний фосфор (TP);
- D5C2 – первинний критерій. Хлорофіл-а у товщі води;
- D5C3 – вторинний критерій. Шкідливе цвітіння водоростей (наприклад, ціанобактерій) у товщі води;
- D5C4 – вторинний критерій. Фотична межа (прозорість) товщі води;
- D5C5 – первинний критерій (може бути замінений на D5C8). Розчинений кисень в нижній частині водяного стовпа;
- D5C6 – вторинний критерій. Опортуністичні макроводорості донних середовищ існування;
- D5C7 – вторинний критерій. Спільноти макрофітів (багаторічні морські водорості та морські трави, такі як фукоїди, вугор і трава Нептуна) донних середовищ існування;
- D5C8 – вторинний критерій (за винятком випадків, коли використовується як заміник D5C5). Спільноти макрофауни донних середовищ існування.

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

НДР «Оцінка та діагноз стану морського середовища України в межах виключної морської економічної зони та уточнення критеріїв оцінки доброго екологічного стану морських регіонів у 2024 р.» виконувалась в рамках напрямку наукових досліджень УкрНЦЕМ «Оцінка стану морських вод за показниками евтрофованості відповідно до дес за дескриптором 5 РДМС» згідно завдань «Програми державного моніторингу вод (в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів)» та міжнародних зобов'язань України щодо захисту Чорного моря від забруднення та Угоди про Асоціацію між Україною та Європейським Союзом в частині імплементації Директив Європейського Парламенту про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища Чорного моря.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМУ АБІОТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОД ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ У 2022-2024 РОКАХ

1.1 Мінливість гідрохімічного стану морських вод Одеського регіону

На екологічний стан Одеського регіону значно впливають прибережні антропогенні джерела, що пов'язані з діяльністю портів, промислових підприємств, комунально-побутових та сільських господарств. Крім цього, на якість морських вод суттєво впливає стік трансформованих річних вод Дніпра і Південного Бугу. В результаті цих факторів в морське середовище цього регіону надходить значна кількість біогенних речовин (БР), що сприяє розвитку процесу евтрофікації і, як наслідок, призведе до змін гідрохімічного режиму вод акваторії, зниження їх якості і погіршення екологічного стану. Стік в морське середовище за сумою розчинених мінеральних сполук азоту і фосфору від антропогенних джерел Одеського регіону в 1,5 рази перевищує їх стік р. Південного Бугу [10], [11]. 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.

Екологічний моніторинг стану прибережних вод Одеського регіону в 2022-2024 рр. через військові дії виконувався УкрНЦЕМ на підставі даних європейської служби моніторингу морського середовища The Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) програми Європейського Союзу зі спостереження за Землею Copernicus, створеної в 2014 р. відповідно до регламенту ЄС № 377/2014 Європейського парламенту та Ради [12] і спрямованої на вивчення нашої планети та її навколишнього середовища на благо всіх європейських громадян. Copernicus – це флагманська програма Європейського Союзу зі спостереження за Землею, яка вивчає нашу планету

та її довкілля для максимальної вигоди всіх громадян Європи. Вона пропонує інформаційні послуги на основі супутникового спостереження за Землею, даних *in situ* (не космічних) та числових моделей. Програма координується та керується Європейською комісією. Вона реалізується у партнерстві з державами-членами, Європейським космічним агентством (ESA), Європейською організацією з експлуатації метеорологічних супутників (EUMETSAT), Європейським центром середньострокових прогнозів погоди (ECMWF), агентствами ЄС та Mercator Ocean International.

Величезні обсяги глобальних даних із супутників (включаючи супутники Copernicus Sentinel), з наземних, повітряних та морських вимірювальних систем та з числових моделей використовуються для надання інформації, яка допомагає постачальникам послуг, державним органам та іншим міжнародним організаціям покращити якість життя громадян світу. Інформаційні послуги, що надаються, є вільно і відкрито доступними для користувачів [13].

Сучасний рівень біогенного навантаження і просторову мінливість вмісту БР в морських водах вздовж узбережжя Одеського регіону в 2022-2024 рр. характеризують дані аналізу і прогнозу з фізичного та біогеохімічного стану екосистем морської служби Copernicus.

При оцінці стану евтрофікації, за визначенням Європейської комісії [9], показник вмісту розчиненого у воді кисню в нижній частині водного стовпа є первинним критерієм евтрофікації. Вміст кисню і його зміни є індикатором відношення інтенсивності первинної продукції органічної речовини і інтенсивності її біохімічного окислення.

Вміст кисню (O_2) в прибережних водах Одського регіону (водні масиви CW4-CW7) в 2022-2024 рр. змінювався в широкому діапазоні від 0,3 мг/дм³ до 16,0 мг/дм³, а відносне насичення кисню знаходилося в межах від 3,1 % до 192,9 %, наведено в таблицях 1.1-1.4. Середнє за три роки значення вмісту кисню в прибережних водних масивах CW4-CW7 склало 9,1 мг/дм³ (98,1 % насичення) та відповідало ДЕС, як, власне, і середньорічні значення.

Таблиця 1.1 – Показники мінливості гідрохімічного стану поверхневих
прибережних вод масиву CW4 в 2022-2024 рр.

Показник	O ₂	O ₂	pH **	Прозорість
	мг/дм ³	% насичення	од. pH	м
2022 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	10,0	105,0	8,08	4,0
Максимум	15,8	188,9	8,37	12,0
Мінімум	7,2	74,2	7,97	1,4
СКВ ***	1,7	15,9	0,11	1,7
2023 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,8	105,3	7,23	3,1
Максимум	14,9	145,5	7,46	11,8
Мінімум	6,8	59,0	6,97	1,3
СКВ	1,6	12,8	0,18	1,6
2024 р.				
Кількість визначень	366	366	366	366
Середнє	9,5	103,5	7,45	3,1
Максимум	14,0	153,2	8,16	13,2
Мінімум	4,7	42,8	6,77	1,4
СКВ	1,5	13,9	0,47	1,5
* – Водневий показник				
** – Середнє квадратичне відхилення				

Таблиця 1.2 – Показники мінливості гідрохімічного стану поверхневих
прибережних вод масиву CW5 в 2022-2024 рр.

Показник	O ₂	O ₂	pH **	Прозорість
	мг/дм ³	% насичення	од. pH	м
2022 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,7	102,3	8,17	4,6
Максимум	16,0	187,9	8,52	16,1
Мінімум	3,9	36,9	8,02	1,5
СКВ ***	1,8	19,9	0,14	2,1
2023 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,5	101,8	8,12	3,2
Максимум	13,8	145,8	8,20	9,8
Мінімум	5,2	44,5	7,98	1,3
СКВ	1,6	15,5	0,06	1,5
2024 р.				
Кількість визначень	366	366	366	366
Середнє	9,0	98,3	8,13	3,2
Максимум	16,0	172,3	8,31	13,4
Мінімум	0,4	3,8	7,93	1,3
СКВ	1,9	19,9	0,12	1,6

Таблиця 1.3 – Показники мінливості гідрохімічного стану поверхневих
прибережних вод масиву CW6 в 2022-2024 рр.

Показник	O ₂	O ₂	pH **	Прозорість
	мг/дм ³	% насичення	од. pH	м
2022 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,2	97,2	8,04	4,1
Максимум	16,0	192,9	8,54	18,6
Мінімум	0,3	3,1	7,72	1,4
СКВ ***	2,6	30,1	0,23	2,3
2023 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	8,8	95,4	7,98	2,9
Максимум	14,3	159,9	8,19	11,0
Мінімум	1,2	10,6	7,65	1,3
СКВ	2,4	25,4	0,16	1,5
2024 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	8,7	95,7	8,00	2,8
Максимум	16,0	177,2	8,26	9,9
Мінімум	0,6	4,9	7,59	1,4
СКВ	2,4	25,9	0,22	1,3

Таблиця 1.4 – Показники мінливості гідрохімічного стану поверхневих
прибережних вод масиву CW7 в 2022-2024 рр.

Показник	O ₂	O ₂	pH **	Прозорість
	мг/дм ³	% насичення	од. pH	м
2022 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	8,7	89,0	7,76	3,1
Максимум	12,6	132,0	7,96	9,1
Мінімум	3,7	47,9	7,66	1,5
СКВ ***	1,9	14,1	0,07	1,2
2023 р.				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	8,8	91,1	7,38	2,4
Максимум	13,2	119,9	7,54	6,7
Мінімум	3,5	46,1	7,10	1,5
СКВ	2,6	18,0	0,14	0,8
2024 р.				
Кількість визначень	366	366	366	366
Середнє	9,0	96,0	7,47	2,3
Максимум	12,9	132,2	8,02	7,0
Мінімум	5,3	53,7	6,85	1,4
СКВ	1,8	15,8	0,37	0,8

В просторовому розподілі максимальні та підвищені значення вмісту кисню і його насичення в 2022-2024 рр. відмічались в весняні періоди та обумовлювалось інтенсивними процесами фотосинтезу фітопланктону, а мінімальні та понижені – в зимові місяці, а також в літні місяці 2023 р. як один з наслідків катастрофи, що сталась після підриву греблі Каховської ГЕС (рис. 1.1 та 1.2).

Значення вмісту кисню, які були меншими за значення гранично допустимої концентрації (ГДК) $4,0 \text{ мг/дм}^3$ у внутрішніх морських водах та територіальному морі України [14]-[15] спостерігались в прибережних водних масивах Одеського регіону CW5-CW7 переважно у весняні місяці. У водному масиві CW5 такі значення спостерігались у березні 2024 р., в водному масиві CW6 – у лютому, квітні, грудні 2022 р., січні, березні, квітні 2023 р. та лютому, березні 2024 р., водному масиві CW7 – з червня по вересень 2023 р. За кількістю таких випадків, очевидним є екологічна вразливість Одеської затоки (водний масив CW6), що максимально піддається впливу стоку з Дніпробузького лиману.

В цілому, середньорічні значення вмісту кисню водних масивів CW4-CW7 за класами екологічного статусу (КЕС) відповідали ДЕС, проте в річному ході екстремальні значення відповідали «задовільному», «посередньому» та «поганому» екологічним статусам, не відповідали ДЕС.

Значення водневого показника в 2022-2024 рр. в прибережних водах Одеського регіону змінювались в діапазоні від 6,77 од. рН до 8,54 од. рН. Середнє значення за період спостережень склало 7,82 од. рН. Середньорічні значення рН не перевищували ГДК (8,50 од. рН) визначеного у внутрішніх морських водах та територіальному морі України і за КЕС по показнику рН водні масиви CW4-CW7 Одеського регіону відповідали ДЕС. Проте, значення рН водних масивів CW5 і CW6 трохи перевищували ГДК в травні 2022 р. та не відповідали ДЕС (8,52 од. рН та 8,54 од. рН, відповідно).

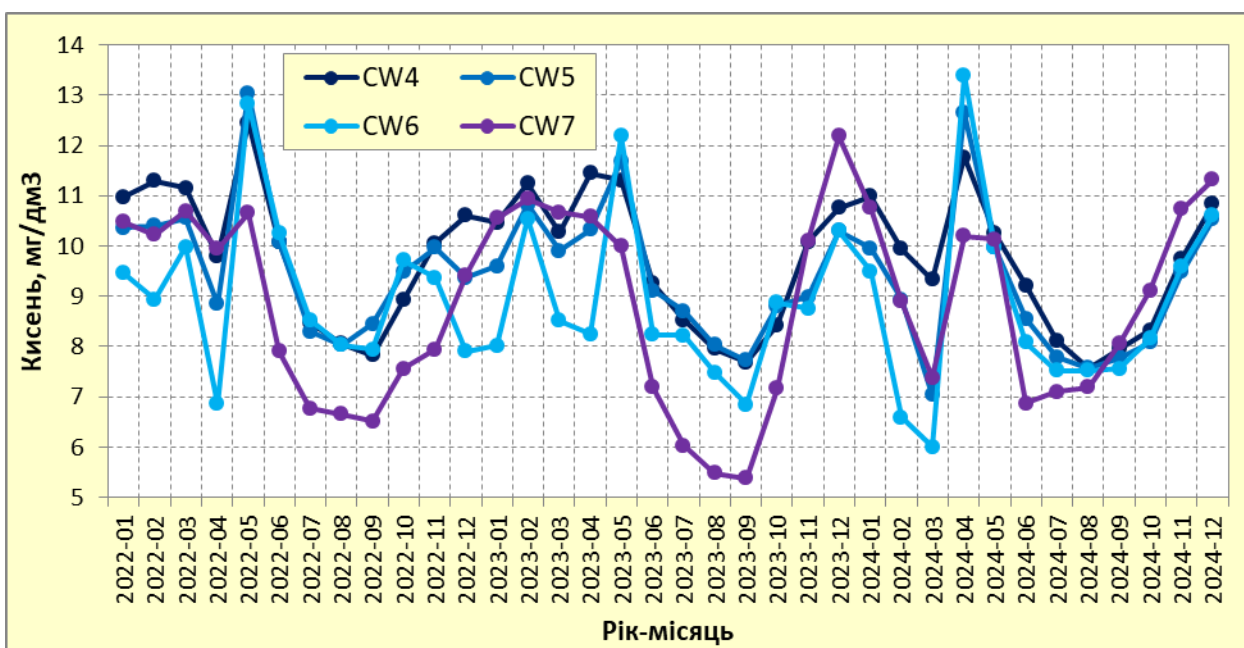


Рисунок 1.1 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень абсолютного вмісту кисню в прибережних водах Одеського регіону

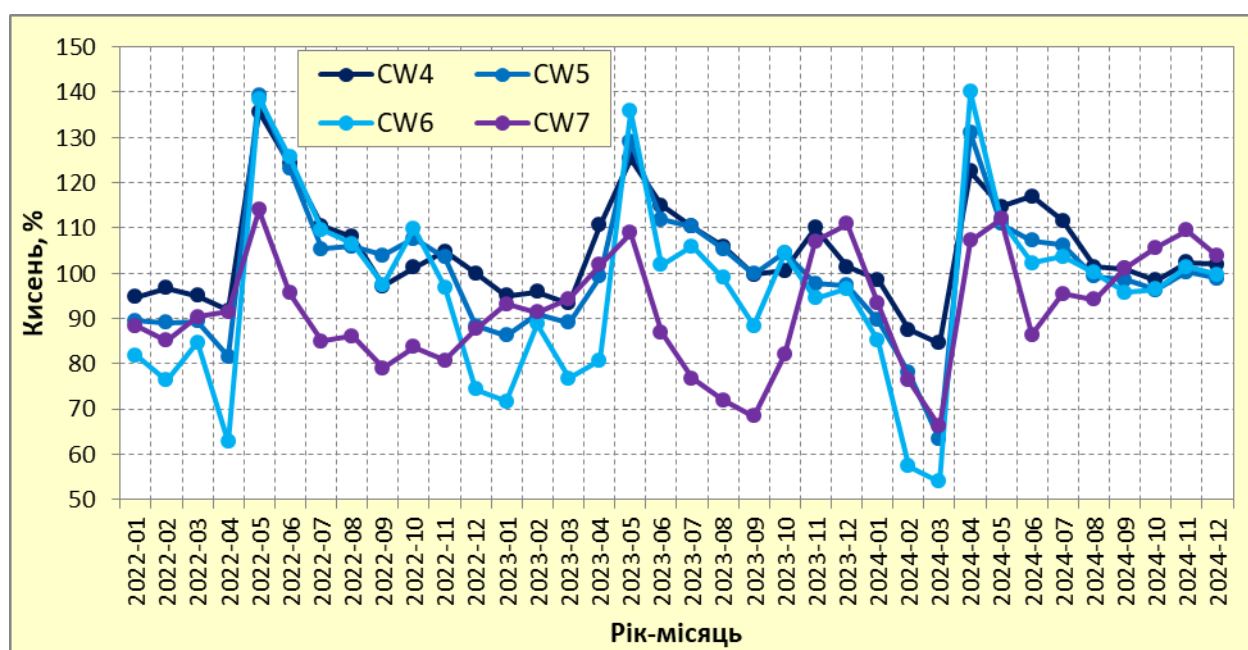


Рисунок 1.2 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень відносного вмісту кисню в прибережних водах Одеського регіону

Значення прозорості в водних масивах CW4-CW7 Одеського регіону за період спостережень у 2022-2024 рр. змінювались в широкому діапазоні від 1,3 м до 18,6 м при середньому – 3,2 м. Висока прозорість вод спостерігалась в січні. В цілому, середні місячні значення прозорості в водних масивах

Одеського регіону змінювались в діапазоні від 1,8 м до 7,2 м і відповідали переважно «задовільному», «посередньому» та «поганому» статусам та не відповідали ДЕС.

Рівні суми поживних речовин, що визначенні Європейською комісією, є головними показниками стану евтрофікації. Узагальненні дані моніторингу евтрофікації водойм світу переконливо підтверджують провідну роль у цьому процесі фосфору й азоту. Надмірна кількість розчинених мінеральних поживних речовин, фосфору, азоту та їх органічних сполук призводять до небажаних наслідків евтрофікації включаючи зміни в структурі та функціонуванні всієї морської екосистеми і зниження її стабільності.

Вміст фосфору фосфатного в прибережних водних масивах CW4-CW7 Одеського регіону в 2022-2024 рр. змінювався в широкому діапазоні від аналітичного нуля (< 5 мкг/дм³) до 151 мкг/дм³ (рис. 1.3), при середньому значенні 25,2 мкг/дм³, яке відповідає «посередньому» екологічному статусу, не відповідає ДЕС.

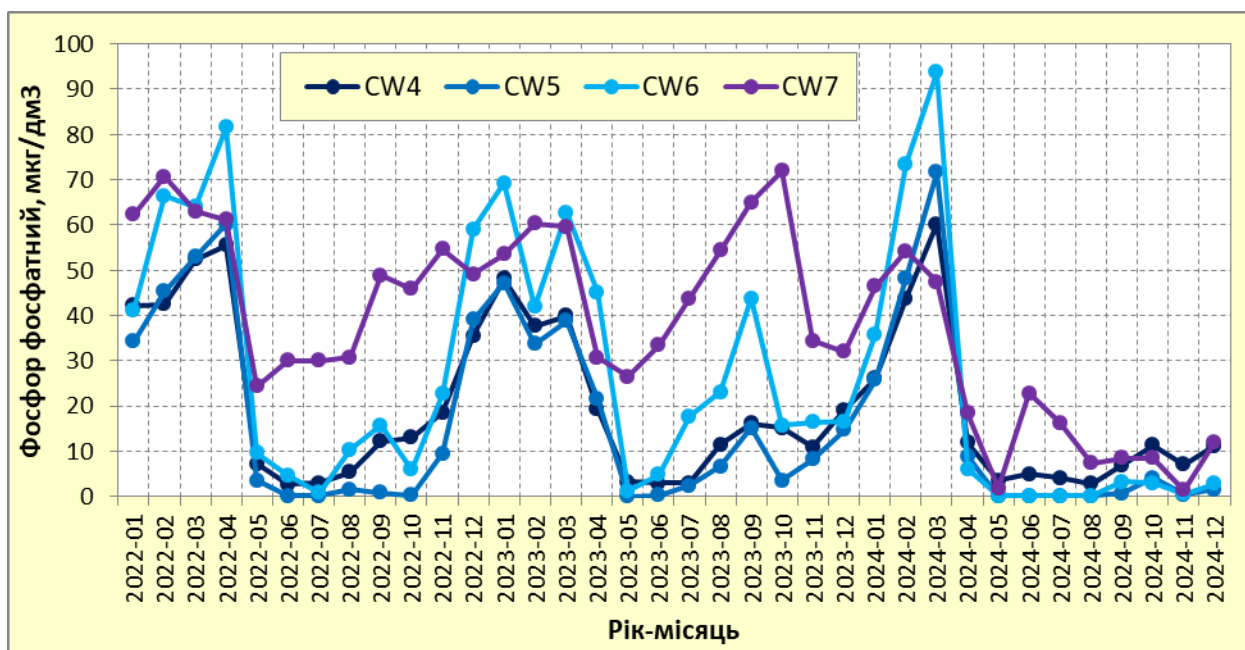


Рисунок 1.3 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень фосфору фосфатного в прибережних водах Одеського регіону

Максимальні значення фосфору фосфатного (62-151 мкг/дм³) в водних

масивах CW4-CW7 (табл. 1.5), які спостерігались переважно в весняні місяці, а також влітку 2023 р. після катастрофи на Каховській ГЕС, відповідали «поганому» статусу та не відповідали «доброму» екологічному стану.

В цілому, середні річні значення фосфору фосфатного відповідали ДЕС лише у водних масивах CW4 у 2024 р. та CW5 у 2023 р. та 2024 р.

Таблиця 1.5 – Показники мінливості вмісту біогенних речовин в
прибережних поверхневих водах Одеського регіону

Показник	P(PO ₄)	N(NO ₃)	P(PO ₄)	N(NO ₃)	P(PO ₄)	N(NO ₃)	P(PO ₄)	N(NO ₃)
	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³
Водний масив	CW4		CW5		CW6		CW7	
2022 р.								
Середнє	24,0	591,5	20,4	437,7	31,5	637,1	47,3	969,8
Максимум	83,0	1388,7	105,8	1241,2	150,8	2142,4	81,3	1741,0
Мінімум	< 5,0	239,8	< 5,0	85,0	< 5,0	40,8	14,9	323,8
СКВ	20,6	243,7	24,9	290,9	33,2	422,2	17,7	334,4
Кількість визначень	365	365	365	365	365	365	365	365
2023 р.								
Середнє	18,8	529,5	15,9	393,8	29,8	586,0	47,1	840,6
Максимум	77,0	1259,8	77,7	1302,0	125,0	1704,6	91,8	1816,8
Мінімум	< 5,0	160,7	< 5,0	27,6	< 5,0	44,0	12,2	216,6
СКВ	17,8	277,7	19,4	301,3	28,2	428,3	18,3	372,0
Кількість визначень	365	365	365	365	365	365	365	365
2024 р.								
Середнє	16,1	380,3	13,4	271,4	18,1	347,9	20,3	472,4
Максимум	97,8	1275,8	100,4	1558,4	130,8	1765,2	61,9	1609,1
Мінімум	< 5,0	105,5	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	29,7
СКВ	19,8	256,2	24,9	334,5	33,6	443,6	19,0	424,6
Кількість визначень	366	366	366	366	366	366	366	366

Вміст азоту нітратного в поверхневих прибережних водах Одеського регіону в 2022-2024 рр. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля (< 5,0 мкг/дм³) до 2142 мкг/дм³ (рис. 1.4), при середньому значенні 943 мкг/дм³, яке не відповідає ДЕС, відповідає «поганому» екологічному статусу. Середньорічні значення азоту нітратного в водних масивах CW4-CW7 (271-970 мкг/дм³) не відповідали ДЕС, відповідали «поганому» статусу.

Високі концентрації фосфору фосфатного та азоту нітратного спостерігалась в зимовий та весняний періоди в усіх спостережуваних водних масивах.

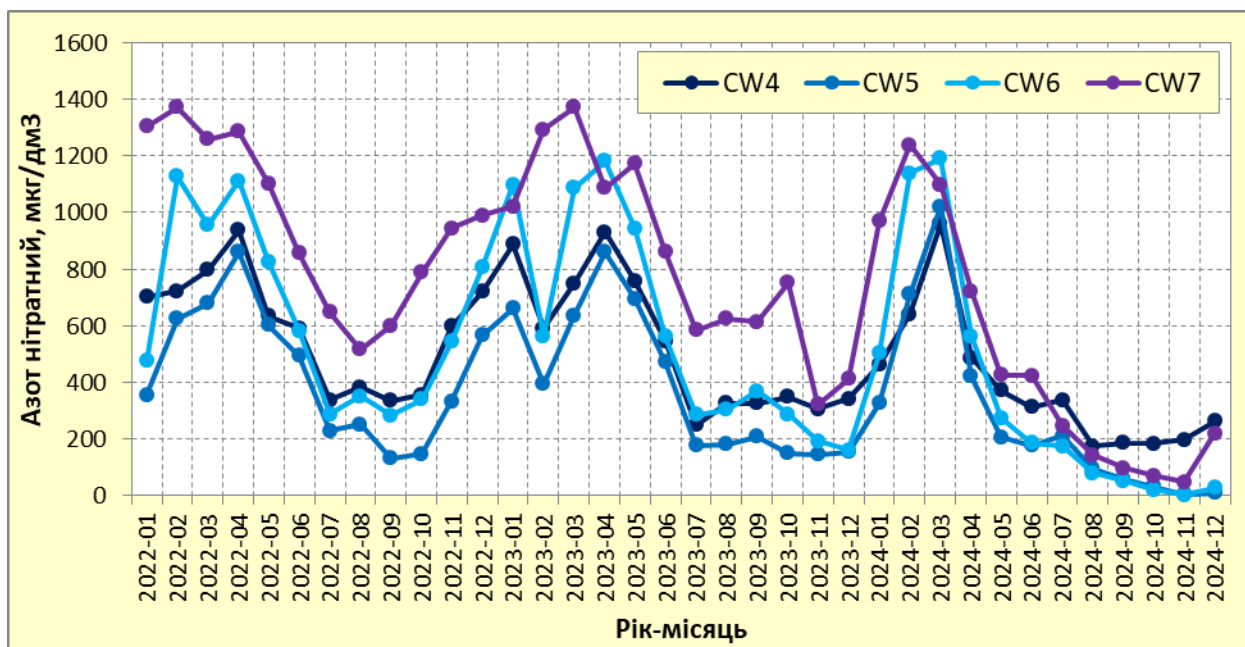


Рисунок 1.4 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень азоту нітратного в прибережних водах Одеського регіону в 2023 р.

1.2 Внутрішньорічна мінливість абіотичних показників стану евтрофікації прибережних вод в рекреаційній зоні м. Одеса

У 2022-2024 рр. екологічні спостереження охоплювали результати регулярного комплексного моніторингу (один раз у тиждень) на двох станціях водного масиву CW5 в районах мису Малий Фонтан та Чорноморського яхт-клубу. Також, після підриву греблі Каховської ГЕС у червні 2023 р. за підтримки волонтерів, з допомогою місцевих органів влади, рятувально-водолазної служби було здійснено відбір проб води та донних відкладів з р. Дніпро поблизу м. Херсон, затоплених територій, Дніпровсько-Бузького лиману, в Чорному морі поблизу м. Очаків, в Одеській затоці та

с. Приморське. Карту-схему просторового розподілу станцій відбору проб води та донних відкладів представлено на рисунку 1.5.

Регулярні екологічні спостереження, які виконуються УкрНЦЕМ в рекреаційній зоні м. Одеси водного масиву CW5 з початку XXI сторіччя з періодичністю раз у тиждень, дозволяють виконати оцінку як внутрішньорічної мінливості, так і оцінити довгострокові тенденції в змінах ступеню евтрофікації прибережних вод, віддалених від промислових районів.

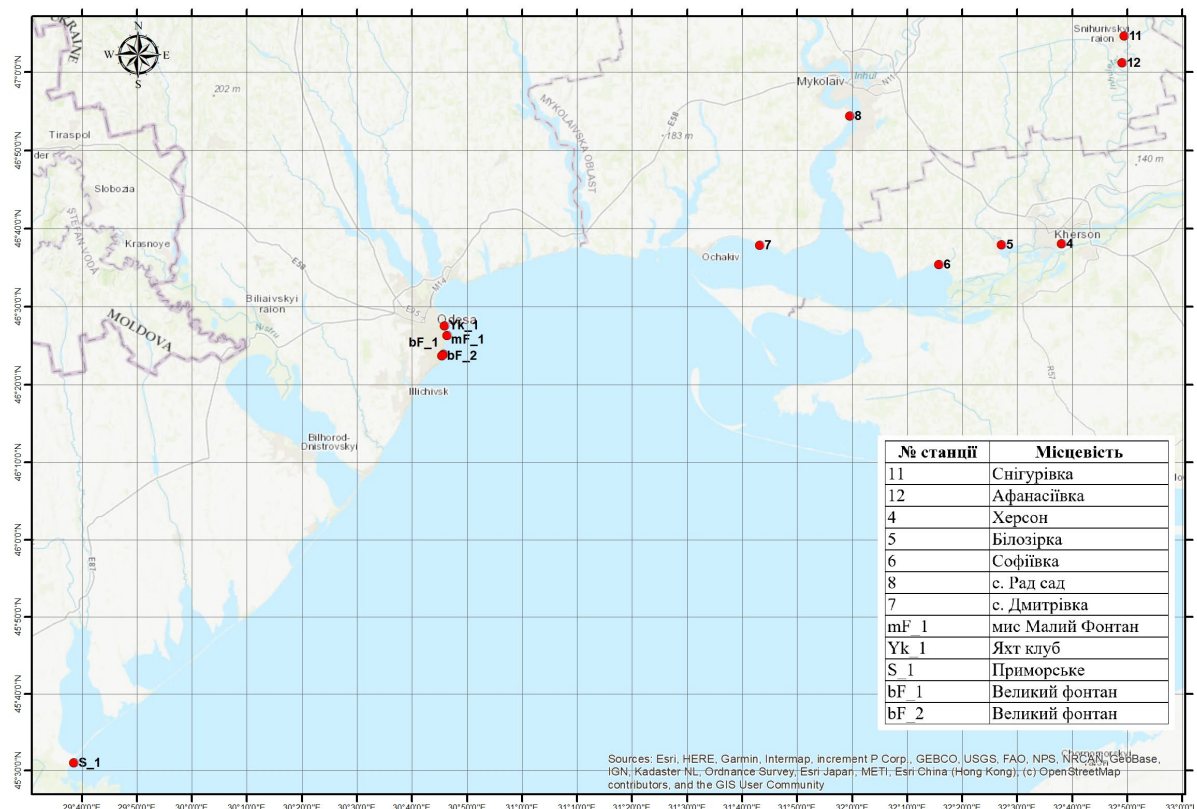


Рисунок 1.5 – Станції моніторингу у 2023 р.

Вміст кисню в поверхневих і придонних водах є гарним показником стану їх якості і ступеню евтрофікації. У 2022-2024 рр. в прибережних водах м. Одеса за даними вимірювань вміст кисню змінювався в діапазоні від 4,0 мг/дм³ до 13,4 мг/дм³ (від 15,2 % до 125,0 % насичення). Середній вміст кисню був на рівні 9,1 мг/дм³ (98,5 % насичення). Максимальне значення вмісту кисню 13,4 мг/дм³ спостерігалось на початку лютого 2024 р. в районі Чорноморського яхт-клубу, а максимальне насичення 125,0 % – в середині

червня 2023 р. в районі мисів Малий Фонтан, Великий Фонтан та Чорноморського яхт-клубу після катастрофи на Каховській ГЕС. Мінімальне за три роки значення вмісту кисню $4,0 \text{ мг/дм}^3$ спостерігались на початку грудня 2024 р. в районі мису Малий Фонтан, так само, як і мінімальне насичення 35,5 % в районі Чорноморського яхт-клубу (табл. 1.6).

В цілому, за даними вимірювань значення вмісту кисню не були нижчими за рівень ГДК $6,0 \text{ мг/дм}^3$, визначеної для вод рибогосподарських водойм [16] та за рівень ГДК $4,0 \text{ мг/дм}^3$, визначеної для внутрішніх морських вод та територіальних морів України (за виключенням одного значення в грудні 2024 р. та двох значень у жовтні 2023 р.). Середні річні значення вмісту кисню водного масиву CW5 відповідали ДЕС.

Таблиця 1.6 – Показники мінливості гідрохімічного стану поверхневих вод водного масиву CW5 у 2022-2024 рр.

Показник	O ₂	O ₂	БСК ₅	pH
	мг/дм ³	% насичення	мг/дм ³	од. pH
2022 р.				
Кількість визначень	31	31	31	31
Середнє	8,7	92,1	1,10	8,33
Максимум	11,1	106,5	2,33	9,10
Мінімум	6,5	80,7	0,39	8,07
СКВ	1,4	7,2	0,37	0,21
2023 р.				
Кількість визначень	63	61	63	63
Середнє	9,0	100,6	1,47	8,66
Максимум	12,3	125,7	3,06	9,04
Мінімум	5,7	68,8	0,39	8,25
СКВ	1,5	12,7	0,66	0,18
2024 р.				
Кількість визначень	65	65	65	65
Середнє	9,4	97,8	1,58	9,03
Максимум	13,4	118,8	5,99	9,52
Мінімум	4,0	35,5	0,05	6,28
СКВ	2,3	13,6	0,97	0,50

В річному ході максимальний вміст кисню відмічався в зимові періоди і зменшувався з підвищенням температури води, що обумовлюється зменшенням ступеню його розчинності, що зображено на рисунку 1.6.

Підвищене насичення вод киснем спостерігалось в літні періоди 2023 р., що обумовлювалось інтенсифікацією процесів фотосинтезу фітопланктону, що наведено на рисунку 1.7.

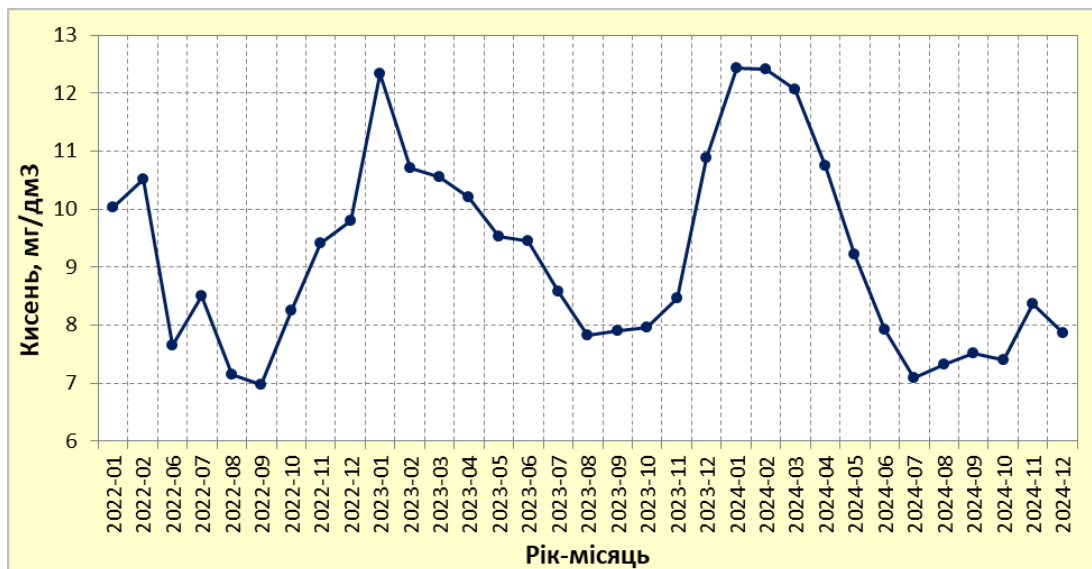


Рисунок 1.6 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень абсолютного вмісту кисню в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

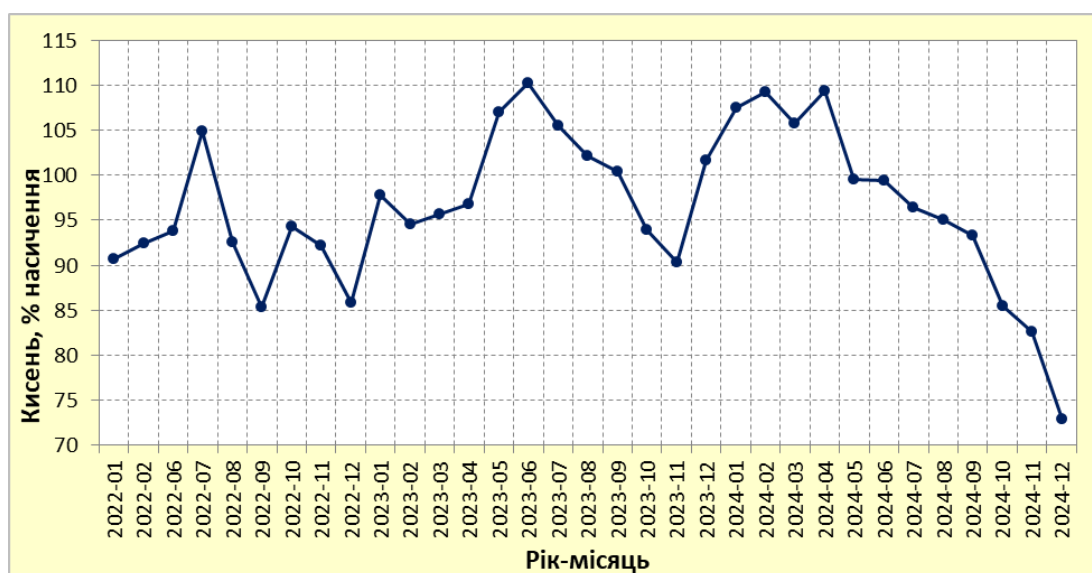


Рисунок 1.7 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень відносного вмісту кисню в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

Біологічне споживання кисню (БСК₅) в 2022-2024 рр. змінювалось в діапазоні від 0,05 мг/дм³ до 5,99 мг/дм³ при середньому значенні – 1,4 мг/дм³. Перевищення значення ГДК (3,0 мг/дм³), визначеного для вод

рибогосподарських водойм, спостерігалось в середині червня та очевидно було викликане значним надходженням органічних речовин з Дніпровсько-Бузького лиману, як наслідок після підриву дамби Каховської ГЕС, а також спостерігались одиничні значення в серпні та грудні 2024 р. На рисунку 1.8 наведена внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень БСК₅.

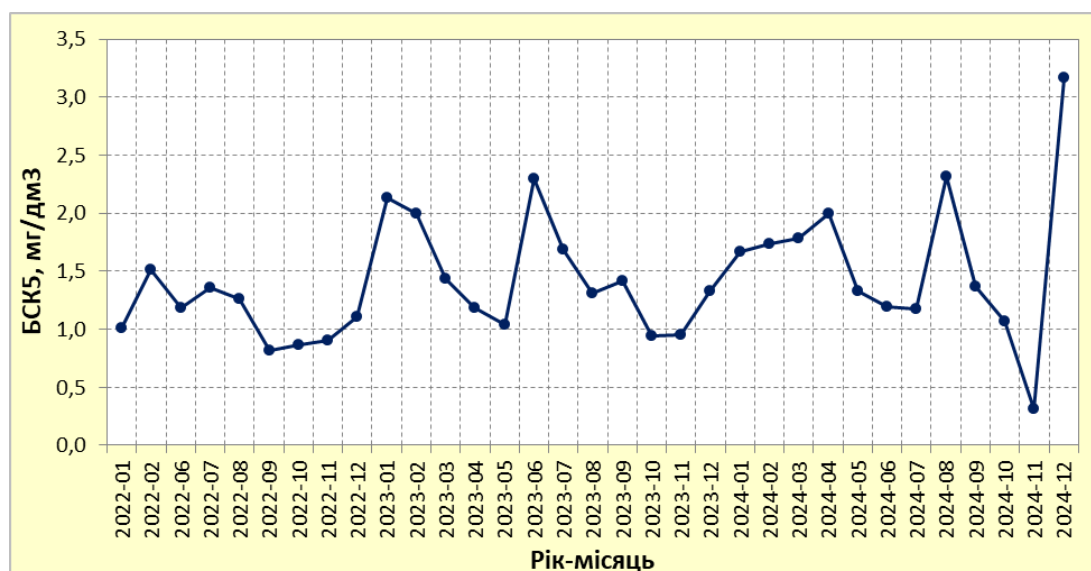


Рисунок 1.8 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень БСК₅ в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

Значення водневого показника в 2022-2024 рр. в прибережних водах м. Одеси за даними вимірювань коливались в діапазоні від 6,28 од. рН до 9,52 од. рН і в середньому склало 8,75 од. рН., що трохи перевищувало значення ГДК (8,50 од. рН), визначеного для внутрішніх морських вод України. Перевищення ГДК відмічались з квітня 2023 р. по грудень 2024 р. На рисунку 1.9 наведена внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень водневого показника.

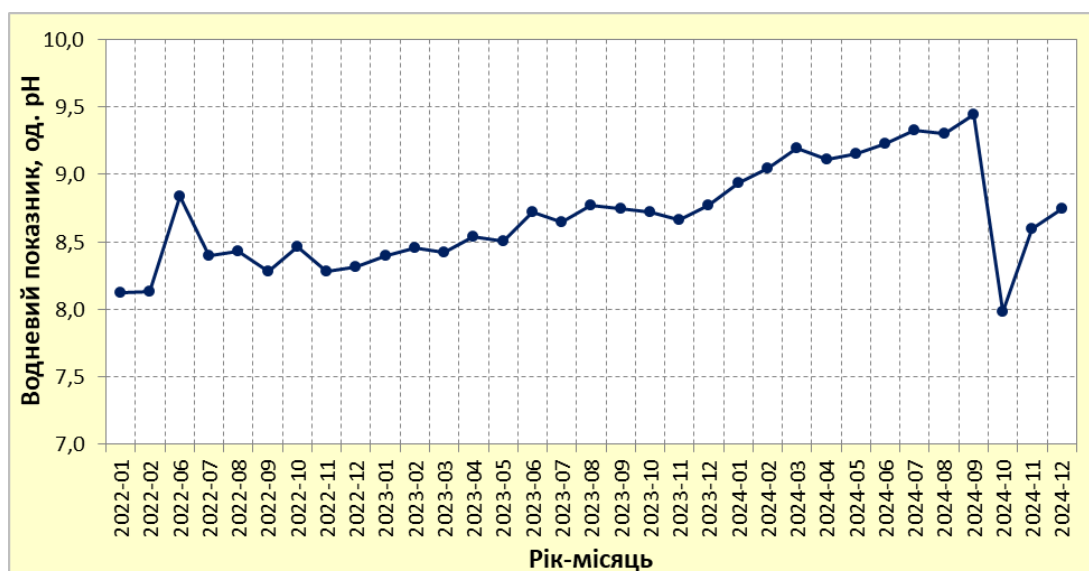


Рисунок 1.9 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень водневого показника в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

Вміст розчиненого фосфору фосфатного в прибережних водах рекреаційної зони м. Одеси у 2022-2024 рр. змінювався від аналітичного нуля $< 5,0 \text{ мкг/дм}^3$ до $55,0 \text{ мкг/дм}^3$ (таблиця 1.7) і в середньому складав $16,1 \text{ мкг/дм}^3$, що за екологічною класифікацією відповідало «доброму» статусу та ДЕС. Проте, максимальні концентрації фосфору фосфатного, які спостерігались в осінній та зимовий періоди відповідали «задовільному», «посередньому» та «поганому» статусам і не відповідали ДЕС.

В річній мінливості середнього місячного вмісту фосфору фосфатного (рис. 1.10) підвищені концентрації спостерігаються в осінньо-зимовий період за рахунок зимових процесів вертикального обміну і надходження фосфору фосфатного до поверхні з придонного шару. В весняний і літній періоди вміст фосфатів зменшується за рахунок біохімічного споживання їх фітопланктоном.

Таблиця 1.7 – Показники мінливості вмісту біогенних речовин в
поверхневому шарі водного масиву CW5 у 2022-2024 рр.

Показник	P(PO ₄)	TP	N(NO ₂)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	TN	Si(SiO ₄)
	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³
2022 р.							
Кількість визначень	31	31	31	31	31	31	31
Середнє	10,7	38,2	3,5	116,9	10,7	673,7	232,1
Максимум	26,6	105,0	9,4	329,0	28,8	2677,0	795,0
Мінімум	< 5,0	9,3	0,5	5,2	0,6	361,0	7,2
СКВ	6,2	19,7	2,2	92,8	7,6	441,4	188,7
2023 р.							
Кількість визначень	58	61	58	61	63	63	63
Середнє	15,5	35,5	5,4	226,5	54,4	3083,1	269,2
Максимум	42,6	92,3	22,2	681,0	245,0	14853,0	701,0
Мінімум	< 5,0	7,2	0,8	0,6	0,3	352,0	4,4
СКВ	13,2	17,9	5,0	177,7	52,7	2713,9	164,8
2024 р.							
Кількість визначень	64	57	64	62	65	58	64
Середнє	19,2	87,2	3,9	289,5	19,3	5985,0	271,0
Максимум	55,0	716,0	24,2	1995,0	66,4	25669,0	1350,0
Мінімум	< 5,0	11,6	0,7	2,9	0,6	735,0	9,5
СКВ	12,0	102,0	3,3	361,8	14,0	6552,7	236,7

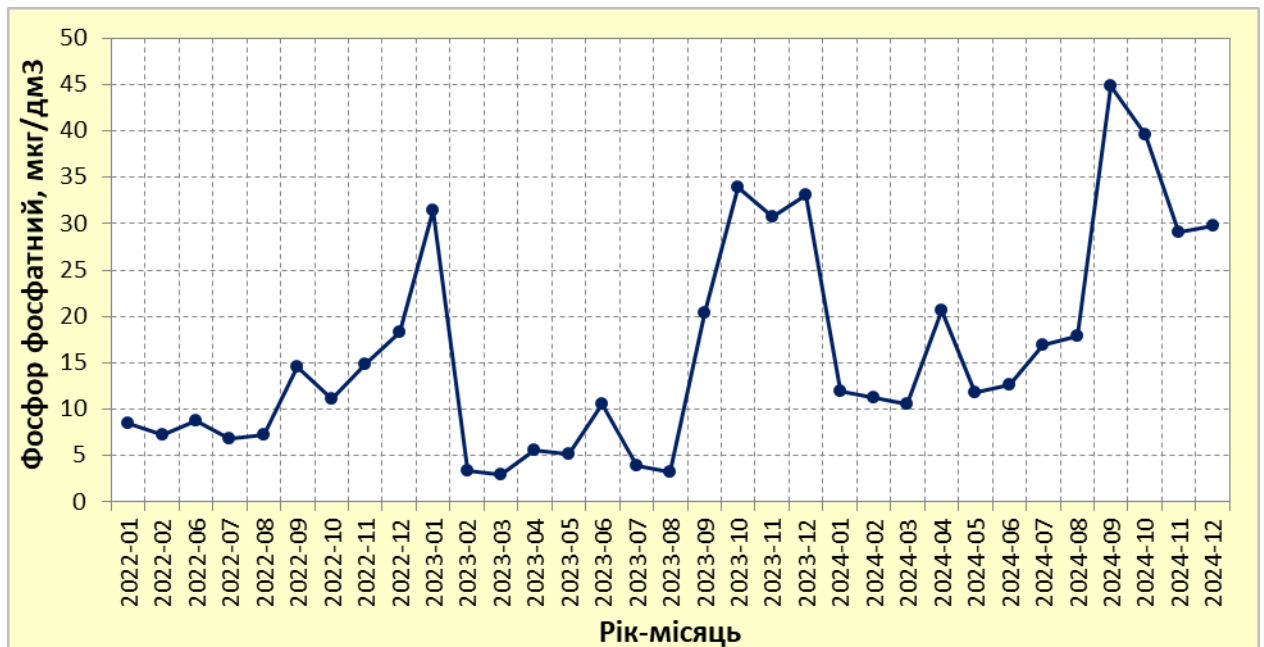


Рисунок 1.10 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень
вмісту фосфору фосфатного в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

Вміст фосфору загального (суми мінеральних і органічних сполук) в 2022-2024 рр. в рекреаційній зоні м. Одеса змінювався в діапазоні від 7,2 мкг/дм³ до 716,0 мкг/дм³, а середнє за три роки значення склало 55,8 мкг/дм³, що за екологічною класифікацією якості відповідало «посередньому» статусу, не відповідало ДЕС. Найвищі середні місячні значення, які спостерігались з травня по жовтень 2024 р., відповідали «поганому» статусу, не відповідали ДЕС. В річній мінливості концентрації фосфору загального (рис. 1.11) переважав вміст його органічної форми.

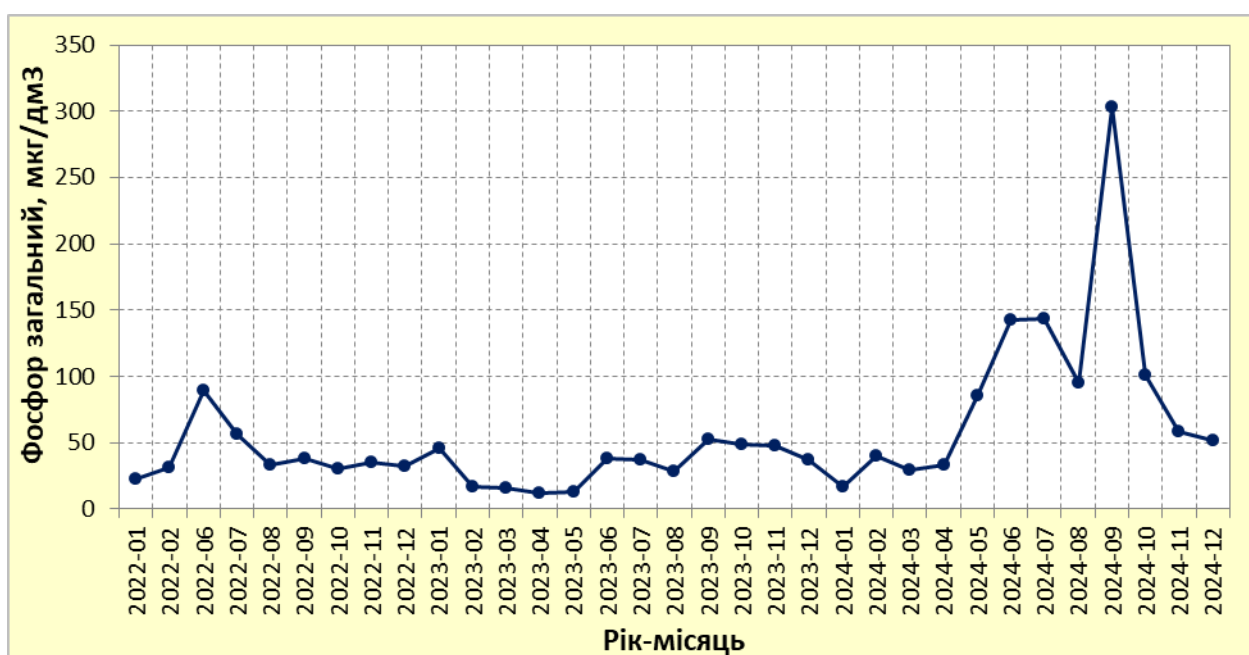


Рисунок 1.11 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень вмісту фосфору загального в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

За даними багаторічних спостережень 2000-2024 рр. в прибережних водах масиву CW5 Одеського регіону ЧМ спостерігається тенденція зменшення мінерального DIP і загального фосфору TP. Середній річний вміст фосфору фосфатного в цей період змінювався в діапазоні від 23,9 мкг/дм³, на початку XXI сторіччя, до 9,3 мкг/дм³ в 2015 р. (рис. 1.12). В останні п'ять років середній річний вміст фосфору фосфатного в прибережних водах в цьому районі знаходився в діапазоні від 10,6 мкг/дм³ до 19,5 мкг/дм³, при середньому 13,8 мкг/дм³. Рівень вмісту середніх річних

значень концентрації фосфору фосфатного в рекреаційній зоні водного масиву CW5 відповідає ДЕС при цільовому значенні $16,4 \text{ мкг/дм}^3$, крім 2024 р., середнє значення якого $19,9 \text{ мкг/дм}^3$ відповідає «задовільному» статусу, не відповідає ДЕС.

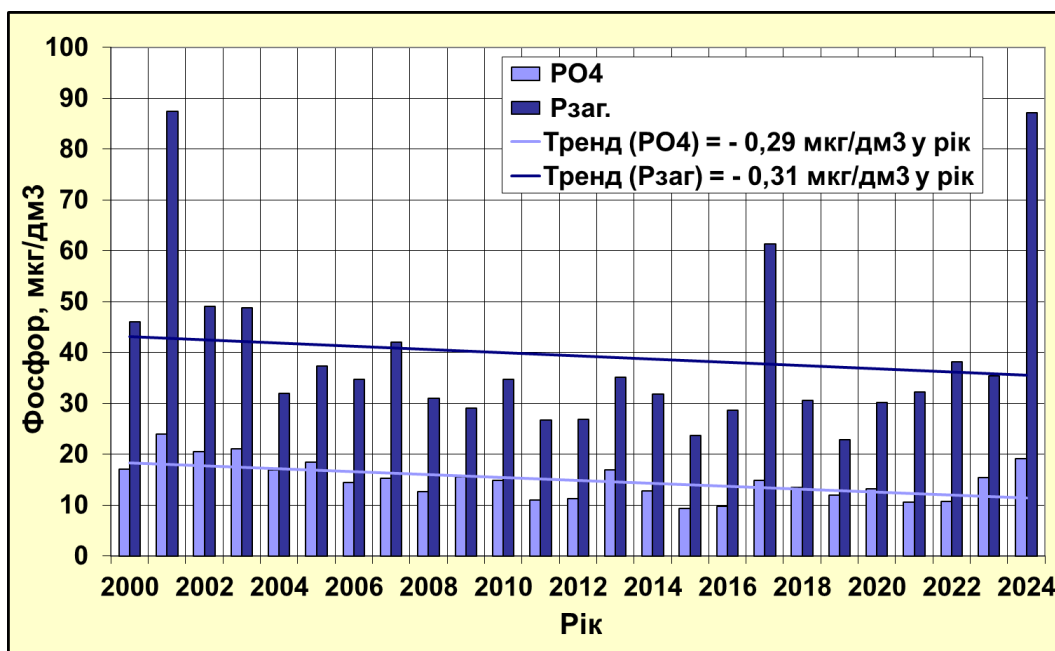


Рисунок 1.12 – Багаторічні зміни вмісту фосфору фосфатного і загального в прибережних водах масиву CW5 в рекреаційній зоні району м. Одеса

Вміст азоту нітритного в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр. змінювався в діапазоні від $0,5 \text{ мкг/дм}^3$ до $24,2 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому склав $4,4 \text{ мкг/дм}^3$, що відповідало «задовільному» екологічному статусу. В річному ході вмісту середнього місячного азоту нітритного підвищені значення, які відповідали «поганому» статусу вод, спостерігались в осінній та зимовий періоди, а також в червні 2023 р. як наслідок забруднення морських вод, що стався в результаті підриву греблі Каховської ГЕС (рис. 1.13).

Вміст азоту нітратного в 2022-2024 рр. в прибережних водах м. Одеса коливався в межах від $0,6 \text{ мкг/дм}^3$ до $1995,0 \text{ мкг/дм}^3$ при середньому за три роки значенні $229,8 \text{ мкг/дм}^3$ і фактично весь період відповідав «поганому» екологічному статусу, не відповідав ДЕС. В річному ході середні місячні

значення азоту нітратного досягали дуже високих значень в зимовий, літній та осінній періоди, особливо у 2024 р., наведено на рисунку 1.14.

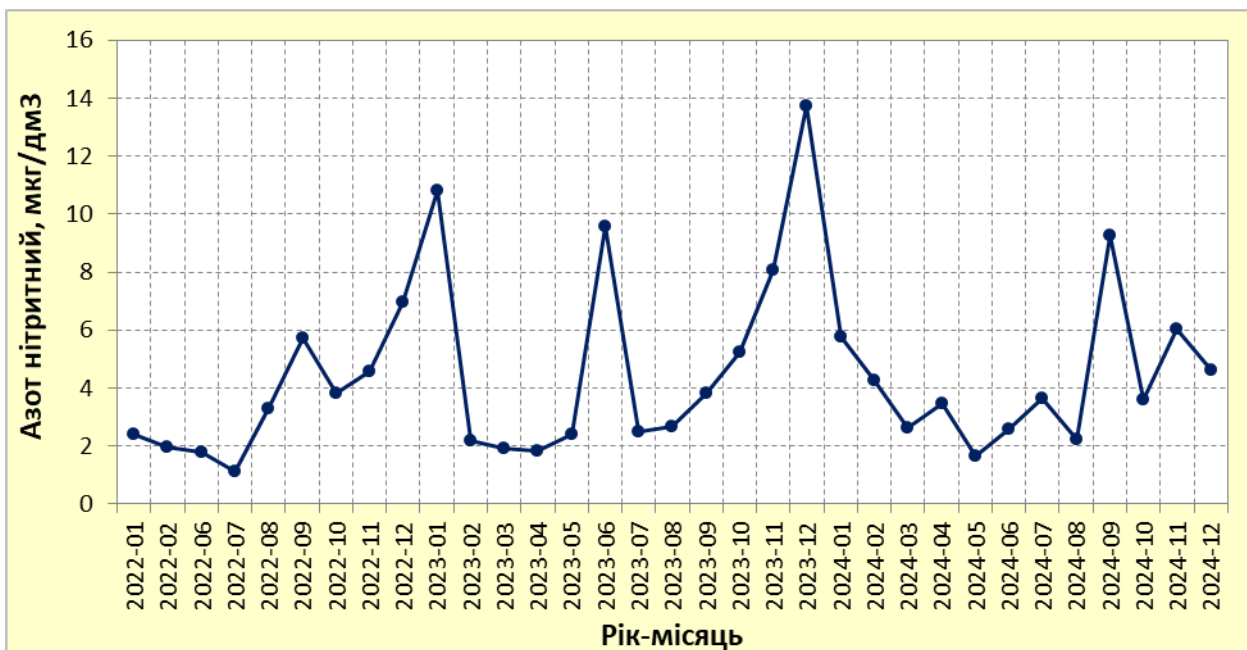


Рисунок 1.13 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень вмісту азоту нітритного в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

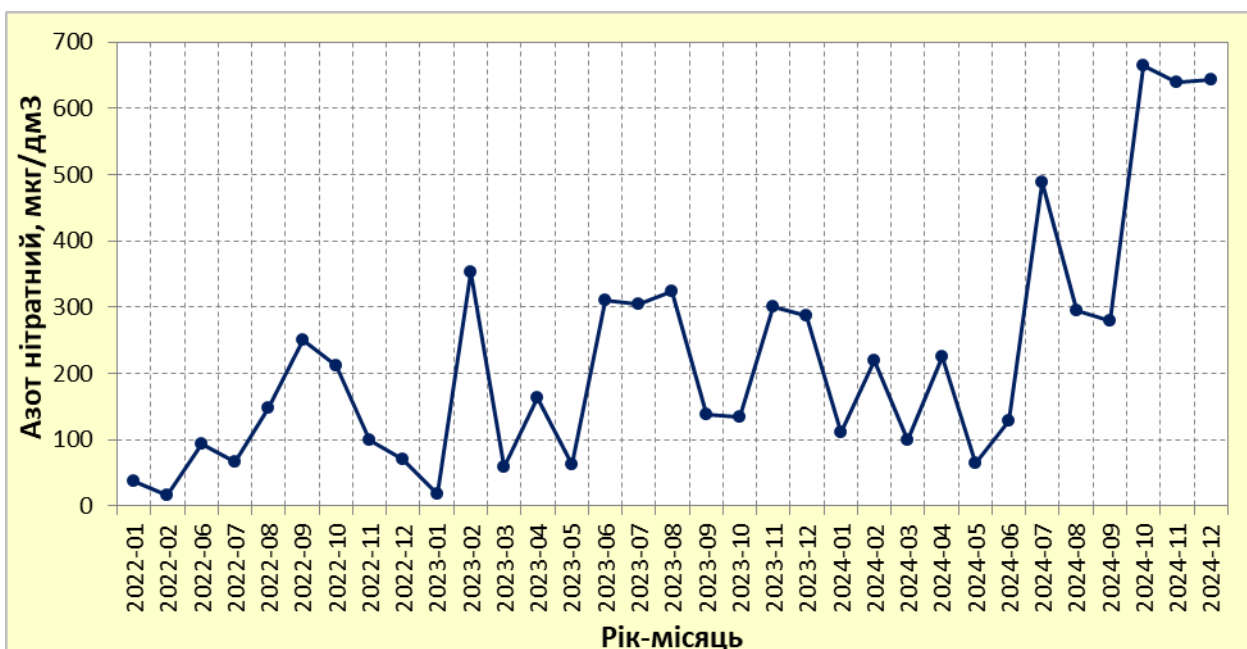


Рисунок 1.14 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень вмісту азоту нітратного в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

Вміст азоту амонійного в прибережних водах зони рекреації м. Одеси у 2022-2024 рр. коливався в межах від аналітичного нуля < 15 мкг/дм³ до 245 мкг/дм³ при середньому за три роки значенні 31,5 мкг/дм³, що відповідало «поганому» екологічному статусу. Високі значення концентрації азоту амонійного реєструвались в районах мису Малий Фонтан та Чорноморського яхт-клубу переважно після катастрофи, що сталась в результаті підриву греблі Каховської ГЕС (рис. 1.15).

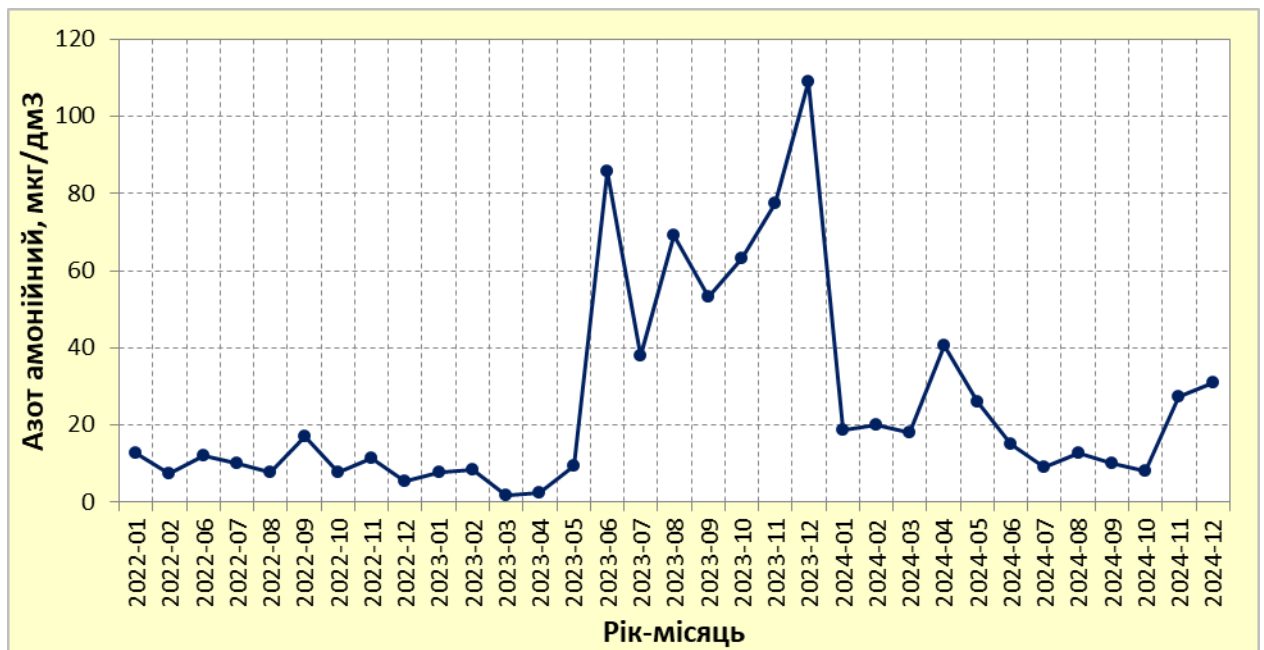


Рисунок 1.15 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень вмісту азоту амонійного в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

Сума вмісту мінеральних форм азоту в прибережних водах м. Одеси в зоні рекреації в 2022-2024 рр. змінювалась в межах від 2,9 мкг/дм³ до 1999,7 мкг/дм³ і в середньому за три роки становила 258,4 мкг/дм³, що відповідало «поганому» статусу якості вод. В сумі мінеральних форм азоту в цей трирічний період максимальний внесок 75 % припадає на азот нітратний, 4 % – на азот нітритний і 21 % – на азот амонійний, тому річний хід середньої місячної суми мінеральних форм азоту в цілому співпадає з ходом нітратного азоту.

Концентрації азоту загального в прибережних водах м. Одеси в зоні рекреації в 2022-2024 рр. змінювались в діапазоні від 107 мкг/дм³ до 24881 мкг/дм³, при середньому значенні за три роки 3381 мкг/дм³, що за екологічною класифікацією якості вод відповідало «поганому» статусу. За даними спостережень співвідношення Норг. / Нмін. в середньому склало 45,2 од., тому річний хід органічної складової азоту практично співпадає з ходом азоту загального. В річному ході середнього місячного вмісту загального азоту максимуми відмічаються в зимові місяці, що наведено на рисунку 1.16.

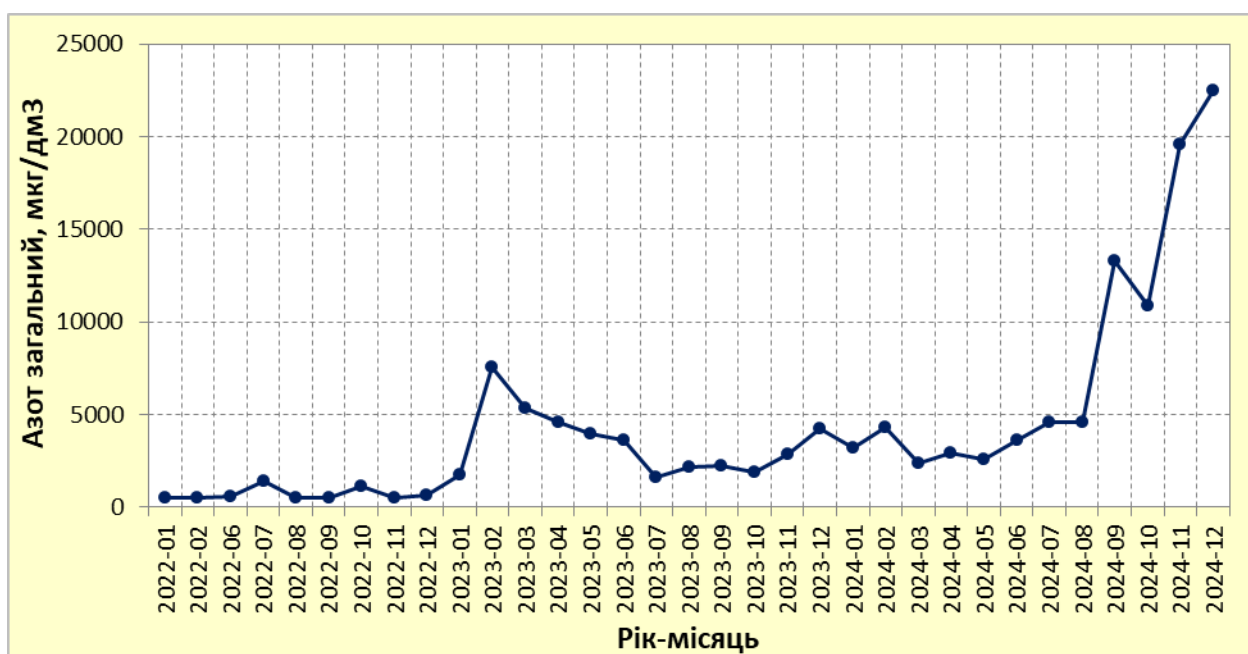


Рисунок 1.16 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень вмісту азоту загального в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр.

В багаторічному плані 2000-2024 рр. вміст середньої річної суми мінеральних форм азоту DIN в прибережному масиві вод CW5 ЧМ виявляв тенденцію до зменшення її концентрації з 182,9 мкг/дм³ в 2001 р. до 47,7 мкг/дм³ в 2020 р. (рис. 1.17), проте за останні три роки концентрації значно зросли: 131,1 мкг/дм³ в 2022 р., 278,7 мкг/дм³ в 2023 р. та 299,3 мкг/дм³ в 2024 р. В 2022-2024 рр. за показником середньої річної концентрації DIN прибережні води в даному районі не відповідали ДЕС

(52,7 мкг/дм³). Загальна тенденція до зниження вмісту DIN в період 2000-2022 рр. складала 2,54 мкг/дм³ у рік, а з врахуванням 2023 та 2024 років маємо тенденцію до зростання, що становить 1,52 мкг/дм³ у рік.

На відміну від суми мінеральних форм азоту, середній річний вміст загального азоту в період 2000-2024 рр. виявляє тенденцію підвищення його вмісту за рахунок органічної складової. Середня річна концентрація TN в цей період в прибережному масиві вод CW5 ЧМ коливалась в діапазоні від 335 мкг/дм³ в 2002 р. до 5985 мкг/дм³ в 2024 р. Відношення Nорг./ Nмін. поступово зростало від 1,7 в 2001 р. до 10,6 в 2019 р., в 2024 р. це відношення становило 18,8 од. В останні п'ять років середній річний вміст TN знаходився в діапазоні від 522 мкг/дм³ до 5985 мкг/дм³, при середньому значенні 2194 мкг/дм³ та не відповідав рівню ДЕС (314 мкг/дм³) і був аномально високим в останні роки за рахунок його органічної складової, що очевидно пов'язано з впливом воєнних дій на стан поверхневих водотоків, що впадають у Чорне море.

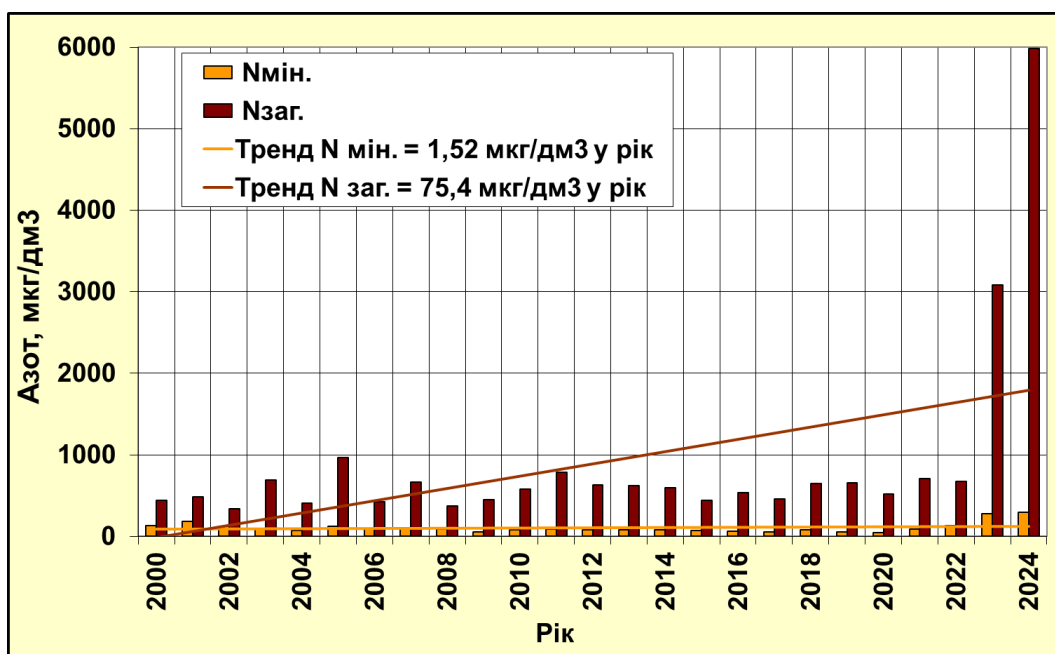


Рисунок 1.17 – Багаторічні зміни вмісту азоту мінерального і загального в прибережних морських водах масиву CW5 в рекреаційній зоні м. Одеса

Тенденція до зниження вмісту мінеральних сполук азоту визначається за його індивідуальними показниками нітритного і амонійного азоту, що відображено на рисунку 1.18.

Вміст нітритного азоту у період 2000-2024 рр. в прибережних водах масиву CW5 ЧМ за даними середніх річних значень змінювався в діапазоні від 2,0 мкг/дм³ до 8,2 мкг/дм³ і в середньому за цей період складав 3,3 мкг/дм³. В останні п'ять років середній вміст азоту нітритного знаходився в діапазоні від 2,5 мкг/дм³ до 5,4 мкг/дм³. В 2024 р. його середній вміст був на рівні 3,9 мкг/дм³, що відповідало «задовільному» екологічному статусу та не відповідало рівню ДЕС (3,0 мкг/дм³).

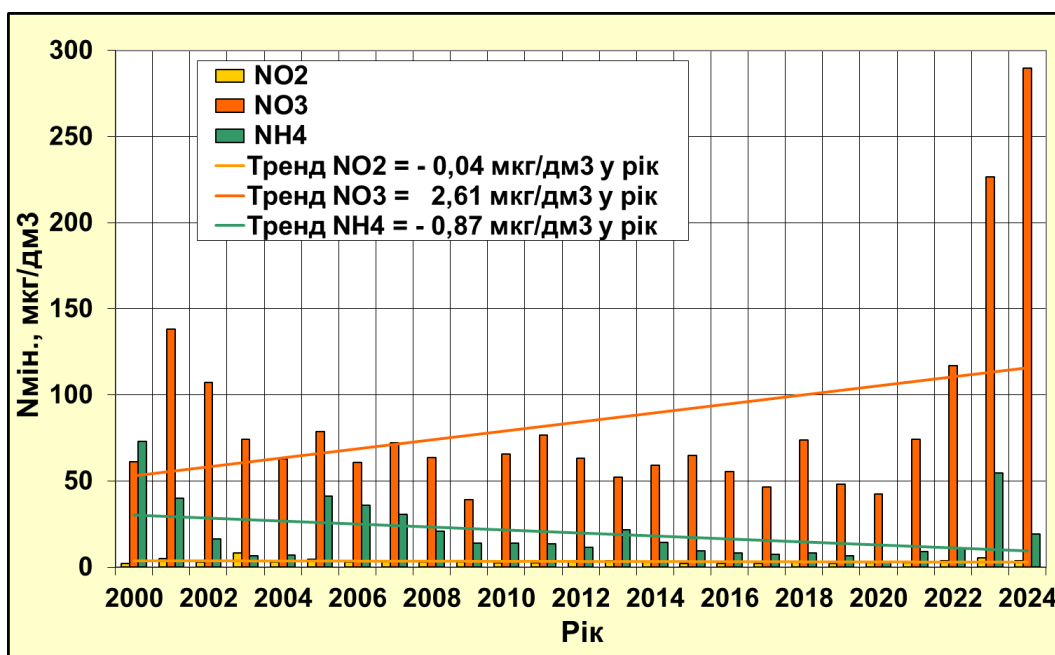


Рисунок 1.18 – Багаторічні зміни вмісту мінеральних форм азоту в прибережних морських водах м. Одеса масиву CW5

Середній річний вміст азоту нітратного в 2000-2024 рр. змінювався в межах від 39,2 мкг/дм³ до 289,5 мкг/дм³ і був на рівні 87,0 мкг/дм³. Максимум азоту нітратного відмічався у 2024 р., а до цього у 2023 р. (226,5 мкг/дм³), що не відповідало рівню ДЕС (45,2 мкг/дм³). Тенденція лінійного тренду до збільшення вмісту азоту нітратного склала 2,6 мкг/дм³ у рік.

Вміст амонійного азоту в період 2000-2024 рр. за даними середніх річних значень коливався в діапазоні від 3,0 мкг/дм³ до 73,1 мкг/дм³, з максимумом у 2000 р. В середньому за цей період його вміст був на рівні 19,8 мкг/дм³. Загальна тенденція до зниження його вмісту склала 0,87 мкг/дм³ у рік. За останні п'ять років азот амонійний знаходився в діапазоні від 3,0 мкг/дм³ до 54,4 мкг/дм³ і складав в середньому за цей період 19,3 мкг/дм³. У 2024 р. середній вміст амонійного азоту 19,3 мкг/дм³ для прибережного водного масиву CW5 не відповідав рівню ДЕС (4,5 мкг/дм³).

Концентрації кремнію в прибережних водах м. Одеси в 2022-2024 рр. змінювались в широкому діапазоні від аналітичного нуля (< 10,0 мкг/дм³) до 1352 мкг/дм³. Середнє значення за цей період в зоні досліджень склало 263 мкг/дм³ та за екологічною класифікацією якості вод відповідало «посередньому» статусу. В річному ході середнього місячного вмісту кремнію максимальні його значення спостерігались в зимовий та осінній періоди (рис. 1.19).

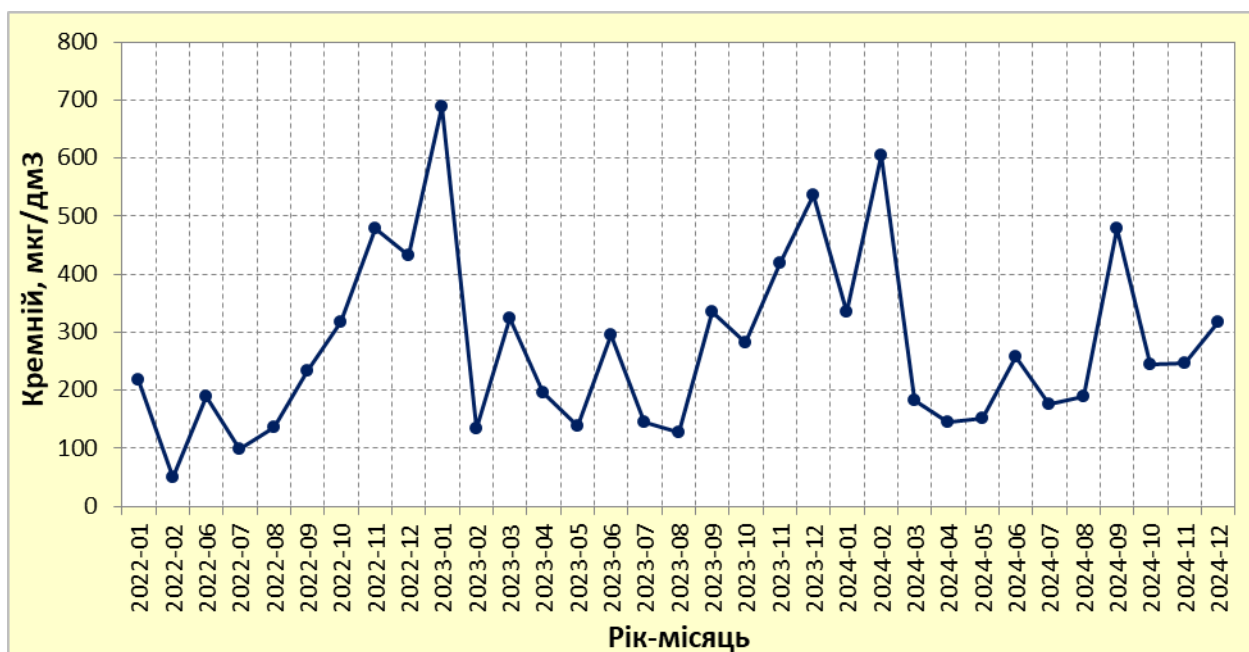


Рисунок 1.19 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень вмісту кремнію в прибережних водах Одеси в 2022-2024 рр.

За багаторічними даними спостережень 2003-2023 рр. в прибережних водах масиву CW5 Одеського регіону ЧМ також спостерігається і тенденція зменшення вмісту кремнію, концентрація якого в цей період змінювались в діапазоні від 208 мкг/дм³ до 782 мкг/дм³ і в середньому за цей період складала 461 мкг/дм³. Загальна тенденція лінійного тренду в цей період до зниження його вмісту складала 18,33 мкг/дм³ у рік (рис. 1.20).

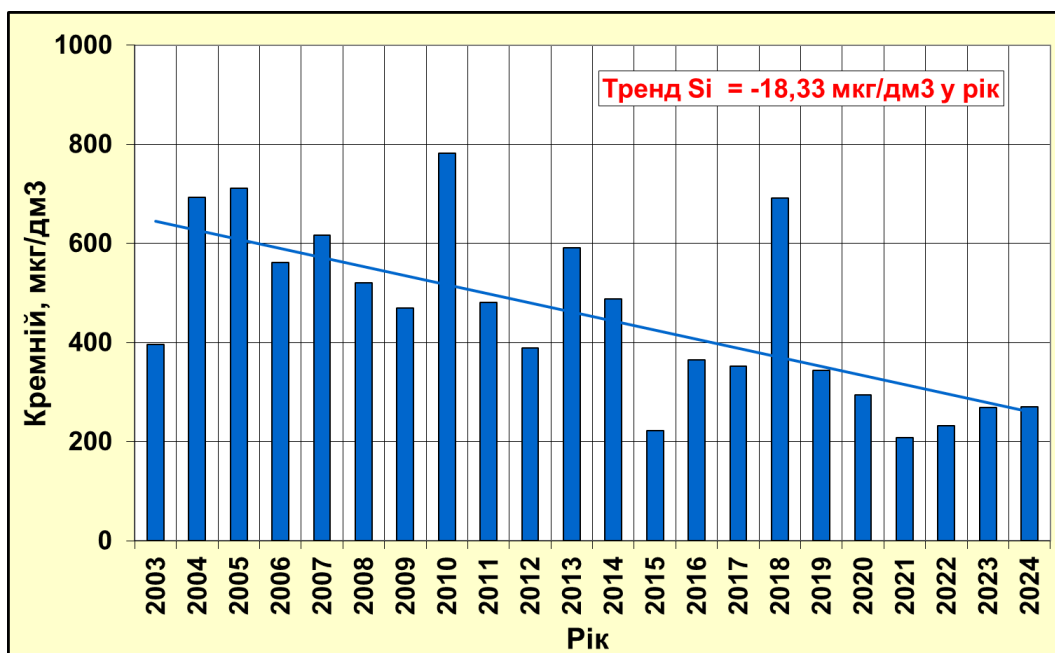


Рисунок 1.20 – Багаторічні зміни вмісту кремнію в прибережних морських водах масиву CW5 ЧМ в рекреаційній зоні району м. Одеса

За останні п'ять років середній річний вміст кремнію знаходився в діапазоні від 208 мкг/дм³ до 294 мкг/дм³, при середньому значенні 266 мкг/дм³. В 2023 р. середня річна концентрація кремнію складала 255 мкг/дм³ і відповідала «посередньому» статусу, не відповідала ДЕС (400 мкг/дм³). Такі низькі значення кремнію в деякій мірі лімітують розвиток діатомових водоростей.

1.3 Мінливість гідрохімічного стану вод Дунайського узмор'я

Дунайське узмор'я знаходиться під постійним пресом найбільшого на ПЗЧМ джерела біогенного навантаження, стоку р. Дунай, що обумовлює формування високих концентрацій БР і високого рівня трофності вод прилеглих акваторій до гирла Дунаю і в цілому західної частини ПЗЧМ. Тиск біогенного навантаження стоку Дунаю значно впливає на формування гідрохімічного режиму вод Дунайського узмор'я ПЗЧМ.

Екологічний моніторинг узмор'я Дунаю в 2022-2024 роках не проводився через воєнні дії, проте виконана спроба оцінити екологічний стан даного району, а саме стан водних масивів CW1, TW5 та району ShW1, за даними морської служби CMEMS.

Протягом вказаного періоду за даними CMEMS вміст кисню не був нижчим за рівень ГДК ($6,0 \text{ мг/дм}^3$). Концентрації кисню в поверхневих водах Дунайського узмор'я змінювались в діапазоні від $6,9 \text{ мг/дм}^3$ до $14,7 \text{ мг/дм}^3$ (від 81,6 % до 142,6 % насичення), що наведено в таблицях 1.8-1.10.

Середні річні значення як абсолютного, так і відносного вмісту кисню в водних масивах CW1, TW5 та ShW1 протягом 2022-2024 рр. відповідали «доброму» екологічному стану. Підвищені значення абсолютного вмісту кисню переважно спостерігались у зимовий та весняний періоди, а відносного вмісту кисню – у весняний та літній періоди. Екстремальні значення як абсолютного, так в і відносного вмісту кисню відповідали «задовільному» статусу якості вод, не відповідали ДЕС. Внутрішньорічну мінливість середніх місячних значень вмісту кисню наведено на рисунках 1.21 і 1.22. Середньорічні просторові розподіли вмісту абсолютного та відносного вмісту кисню в межах виключної морської економічної зони України наведено на рисунках 1.23 і 1.24.

Таблиця 1.8 – Показники мінливості гідрохімічного стану поверхневих вод масиву CW1 (о. Зміїний)

Показник	O ₂	O ₂	pH	Прозорість
	мг/дм ³	% насичення	од. pH	м
2022				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,5	102,5	8,27	6,6
Максимум	11,5	118,6	8,36	16,7
Мінімум	7,5	93,2	8,19	1,5
СКВ	1,3	5,1	0,05	2,8
2023				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,4	103,5	8,09	4,8
Максимум	11,7	124,4	8,23	14,1
Мінімум	7,5	91,1	7,83	1,6
СКВ	1,2	6,4	0,11	2,4
2024				
Кількість визначень	366	366	366	366
Середнє	9,4	103,1	8,17	6,1
Максимум	12,5	132,1	8,33	18,3
Мінімум	7,3	92,3	7,95	1,6
СКВ	1,4	6,9	0,13	3,1

Таблиця 1.9 – Показники мінливості гідрохімічного стану поверхневих вод масиву TW5 (транзитних вод)

Показник	O ₂	O ₂	pH	Прозорість
	мг/дм ³	% насичення	од. pH	м
2022				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,9	103,6	7,86	3,4
Максимум	12,9	134,4	8,39	7,3
Мінімум	7,1	90,2	7,28	1,6
СКВ	1,6	7,0	0,41	1,1
2023				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,7	102,5	7,05	3,0
Максимум	12,9	126,0	7,29	5,7
Мінімум	7,2	82,1	6,72	1,4
СКВ	1,5	6,9	0,18	1,0
2024				
Кількість визначень	366	366	366	366
Середнє	9,9	106,3	7,16	3,1
Максимум	14,7	142,6	7,73	9,4
Мінімум	6,9	81,6	6,59	1,4
СКВ	1,8	13,0	0,41	1,4

Таблиця 1.10 – Показники мінливості гідрохімічного стану
поверхневих вод району ShW1 (шельфової частини)

Показник	O ₂	O ₂	pH	Прозорість
	мг/дм ³	% насичення	од. pH	м
2022				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,6	103,6	8,21	5,7
Максимум	12,3	131,1	8,36	13,3
Мінімум	7,5	95,7	8,08	1,8
СКВ	1,3	6,6	0,10	2,0
2023				
Кількість визначень	365	365	365	365
Середнє	9,5	103,7	7,96	4,2
Максимум	12,2	120,3	8,09	8,5
Мінімум	7,5	91,9	7,67	1,9
СКВ	1,3	6,6	0,11	1,4
2024				
Кількість визначень	366	366	366	366
Середнє	9,4	103,3	8,04	5,0
Максимум	12,2	126,5	8,29	15,0
Мінімум	7,4	90,5	7,76	2,1
СКВ	1,3	7,6	0,15	2,2

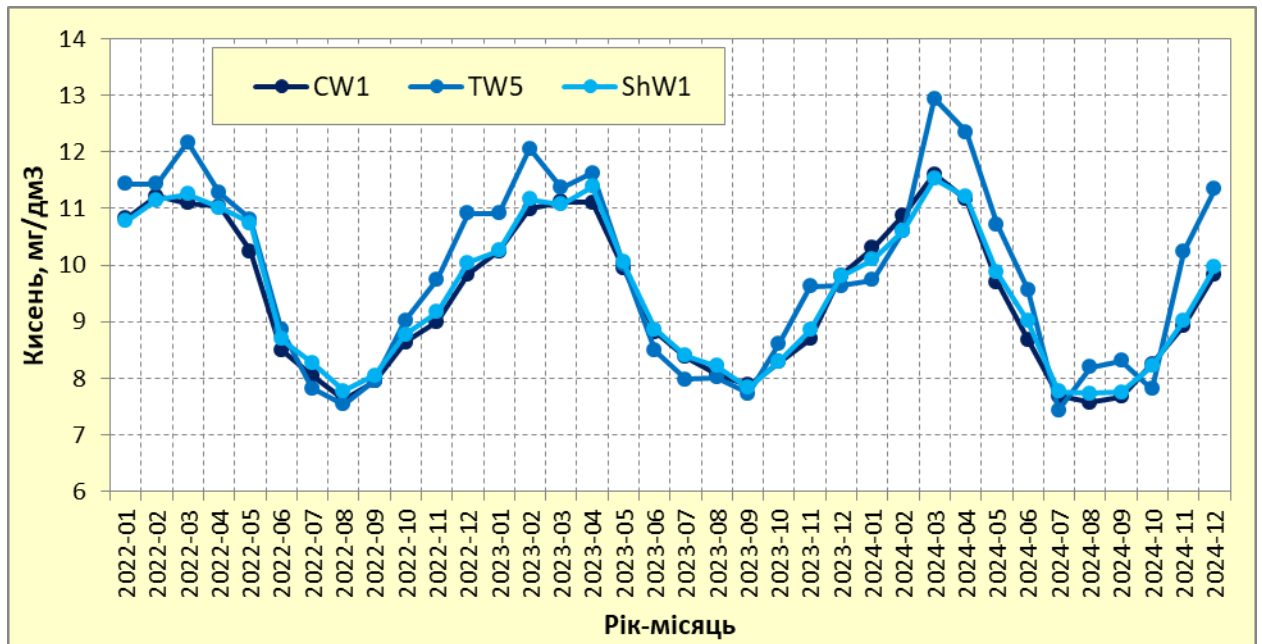


Рисунок 1.21 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень абсолютного вмісту кисню в поверхневих водах Дунайського узмор'я

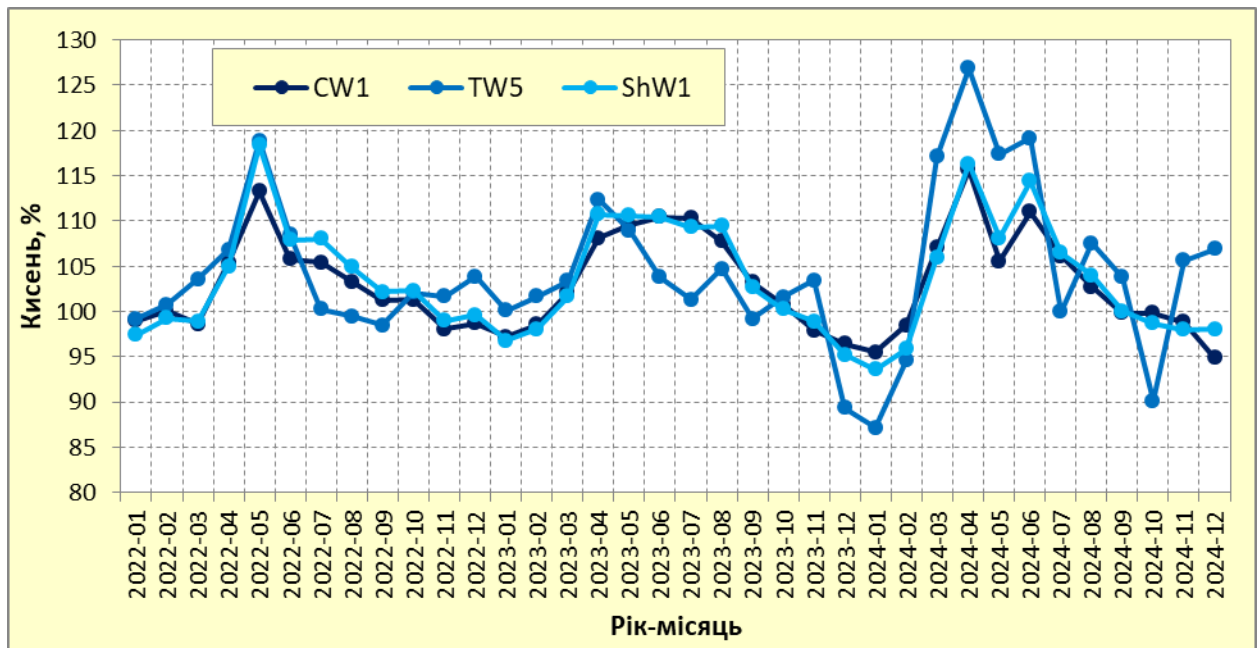


Рисунок 1.22 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень відносного вмісту кисню в поверхневих водах Дунайського узмор'я

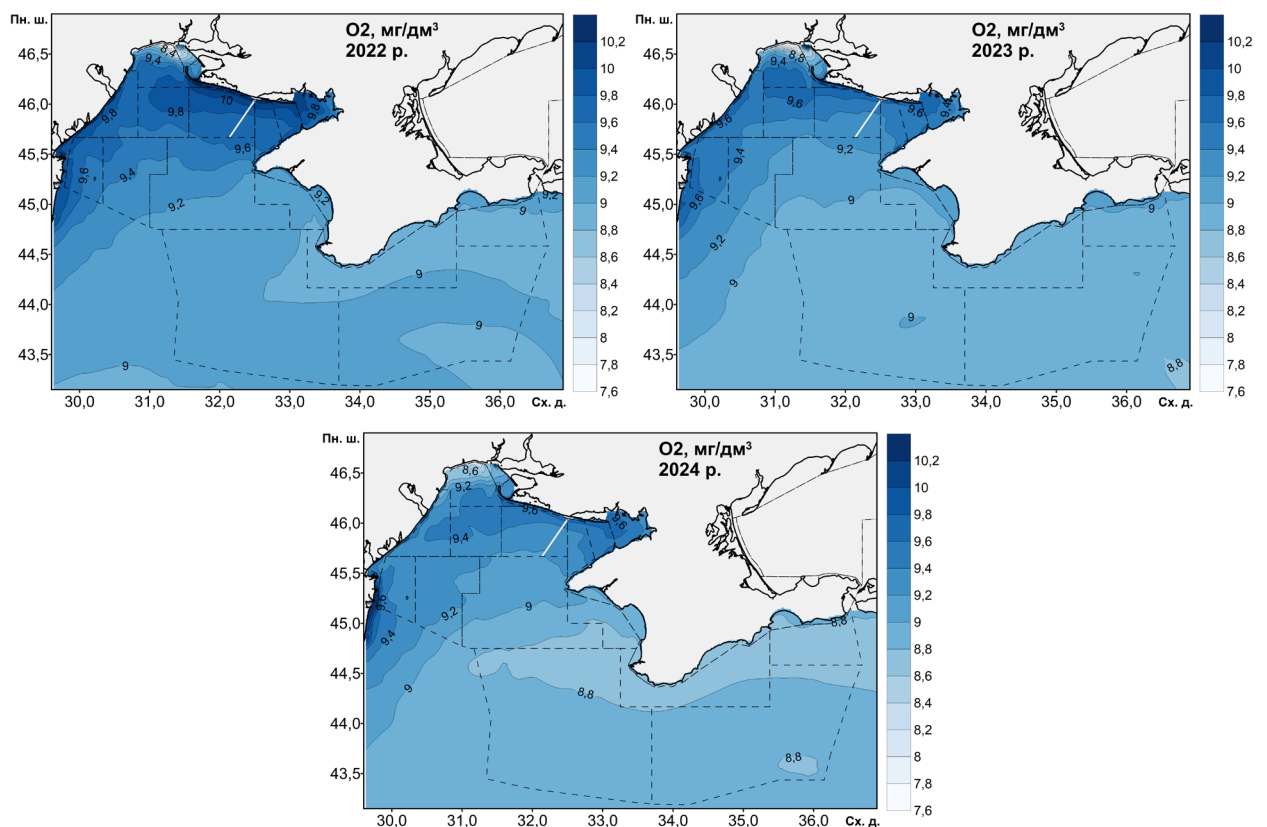


Рисунок 1.23 – Середньорічні поверхневі просторові розподіли вмісту абсолютного кисню в межах виключної морської економічної зони України

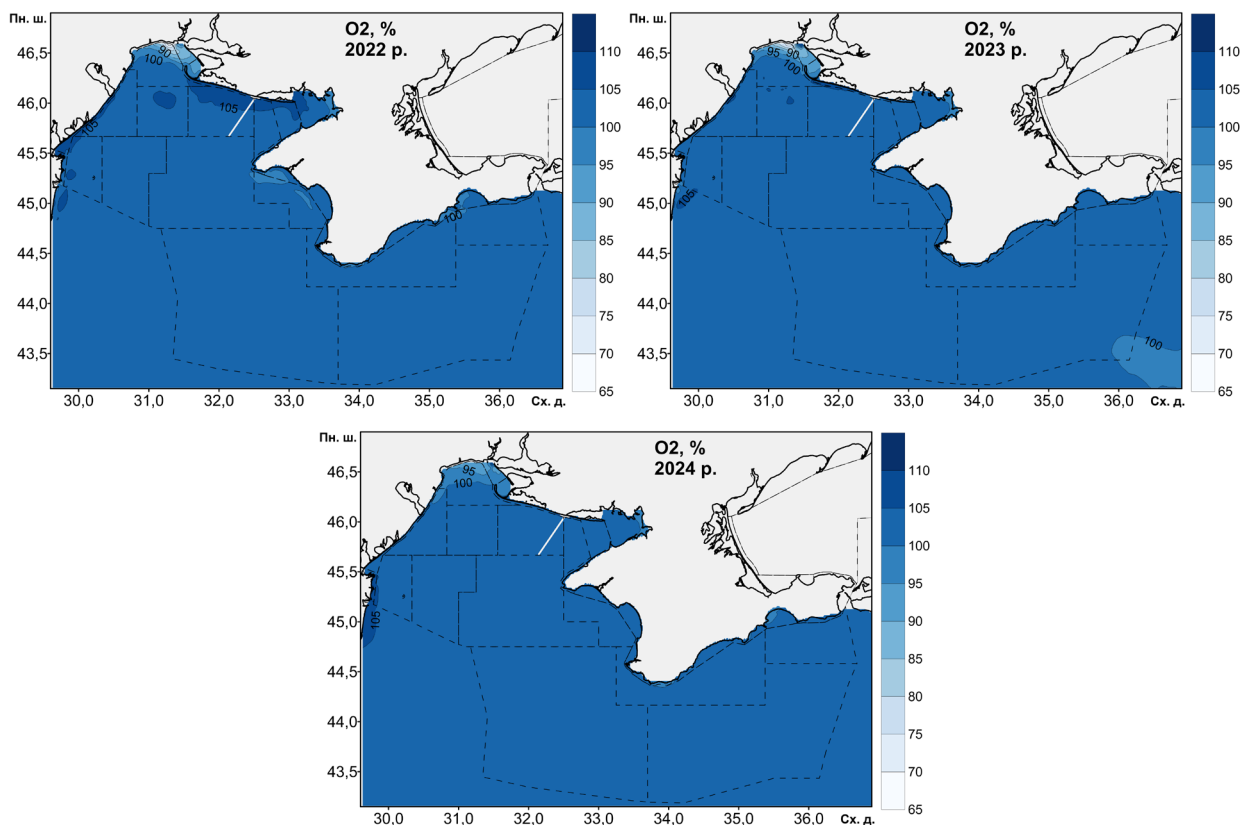


Рисунок 1.24 – Середньорічні поверхневі просторові розподіли вмісту відносного кисню в межах виключної морської економічної зони України

Водневий показник рН на Дунайському узмор'ї в 2022-2024 рр. змінювався в поверхневих водах в діапазоні від 6,59 од. рН до 8,39 од. рН (табл. 1.8-1.10, рис. 1.25). Перевищень рівня ГДК 8,50 од. рН, визначеного для внутрішніх морських вод та в територіальному морі України, не спостерігалось.

Прозорість вод Дунайського узмор'я в 2022-2024 роках змінювалась в діапазоні від 1,4 м до 16,7 м і в середньому складала 4,0 м (рис. 1.26). Середні річні значення прозорості в водних масивах CW1 та TW5 протягом 2022-2024 рр. відповідали «доброму» екологічному стану, на відміну від району ShW1, де середні річні значення у 2023 р. та 2024 р. відповідали «задовільному» статусу, не відповідали ДЕС. Слід також відзначити, що деякі середньомісячні значення прозорості водних масивів CW1 та TW5 відповідали «посередньому» і «поганому» статусам якості та не відповідали

ДЕС. Середньорічні за 2022-2024 рр. просторові розподіли прозорості в українській частині Чорного моря наведено на рисунку 1.27.

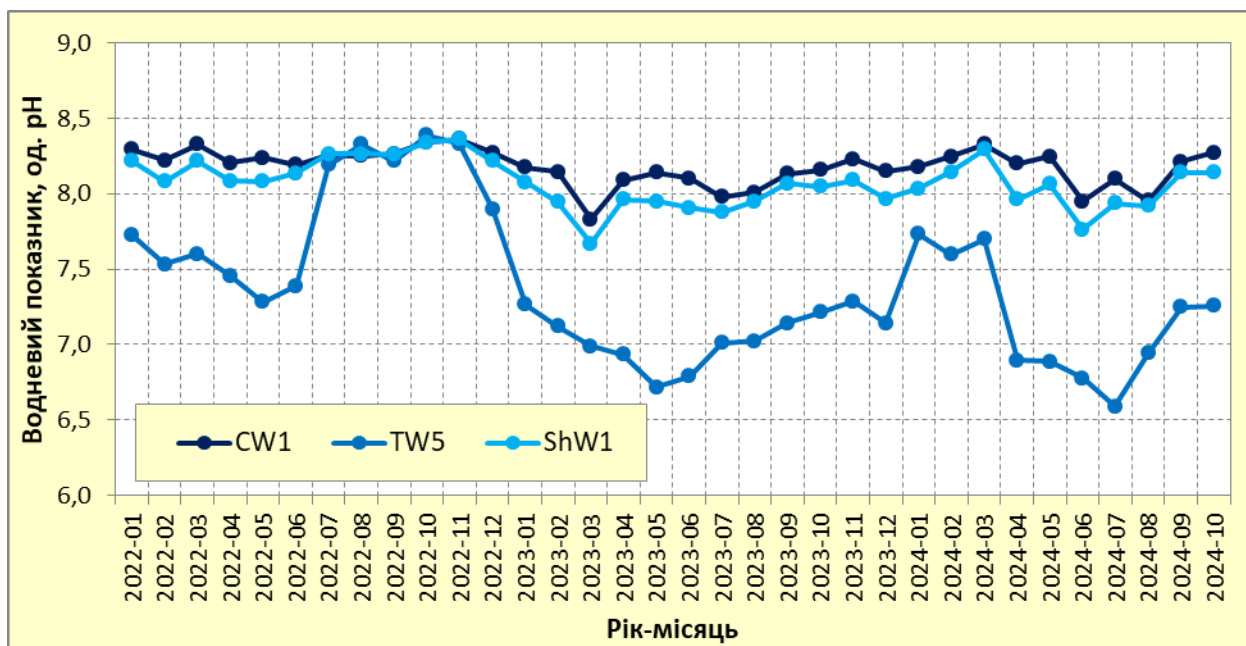


Рисунок 1.25 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень водневого показника в поверхневих водах Дунайського узмор'я

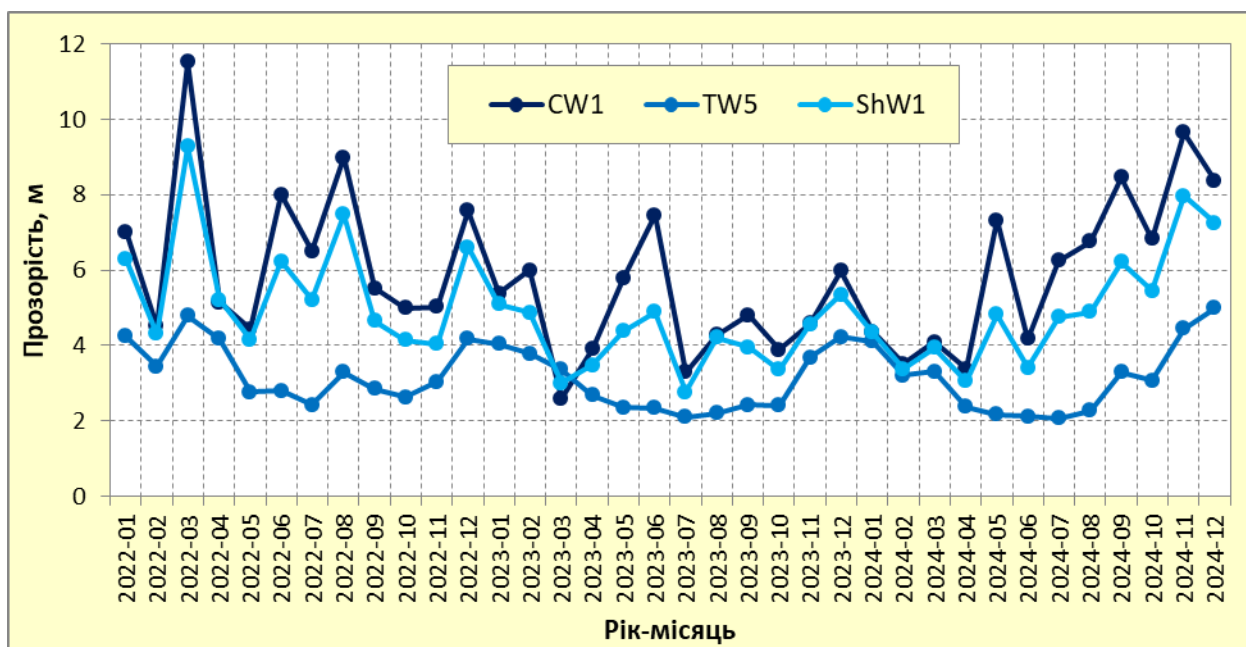


Рисунок 1.26 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень прозорості вод Дунайського узмор'я

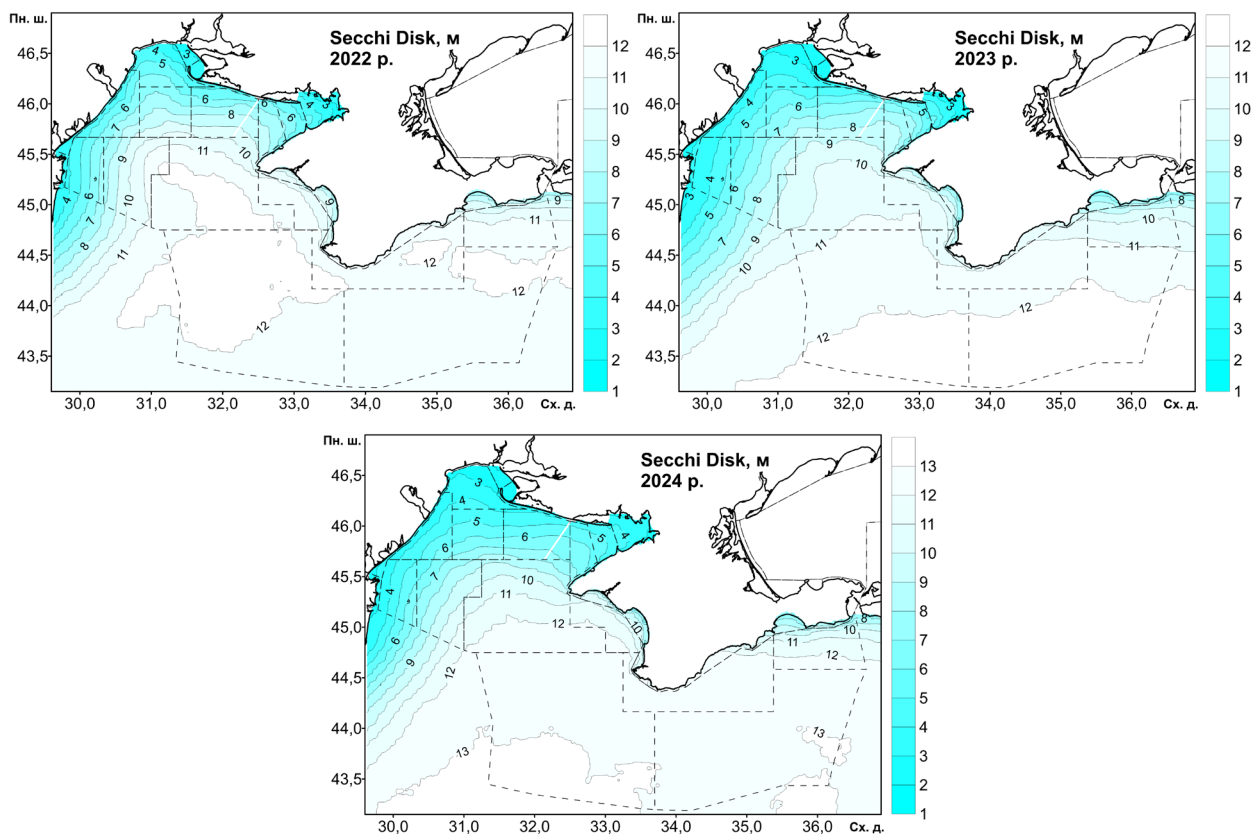


Рисунок 1.27 – Середньорічні просторові розподіли прозорості в межах виключної морської економічної зони України

Вміст фосфору фосфатного в поверхневому шарі на узмор'ї Дунаю в 2022-2024 рр. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($< 5,0 \text{ мкг/дм}^3$) до $56,7 \text{ мкг/дм}^3$, а вміст азоту нітратного – від аналітичного нуля ($< 5,0 \text{ мкг/дм}^3$) до $1364,6 \text{ мкг/дм}^3$ (табл. 1.11, рис. 1.28, 1.29).

За класами екологічного статусу середні річні значення фосфору фосфатного водних масивів CW1, TW5 та ShW1 відповідали «відмінному» статусу та ДЕС, проте його максимальні значення не відповідали ДЕС, статус водних масивів Дунайського узмор'я характеризувався аж до «поганого».

Середні річні значення азоту нітратного водних масивів CW1, TW5 та ShW1 не відповідали ДЕС, статус водних масивів характеризувався як «поганий».

Таблиця 1.11 – Показники мінливості вмісту біогенних речовин

в поверхневих водах Дунайського узмор'я ПЗШ ЧМ

Показник	P(PO ₄)	N(NO ₃)	P(PO ₄)	N(NO ₃)	P(PO ₄)	N(NO ₃)
	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³	мкг/дм ³
2022 р.						
Водний масив	CW1		TW5		ShW1	
Кількість визначень	365	365	365	365	365	365
Середнє	4,8	226,3	17,9	805,9	6,6	320,6
Максимум	27,4	794,2	44,4	1364,6	26,9	699,1
Мінімум	< 5,0	41,1	< 5,0	349,3	< 5,0	103,4
СКВ	6,7	117,4	8,7	188,4	8,0	117,1
2023 р.						
Водний масив	CW1		TW5		ShW1	
Кількість визначень	365	365	365	365	365	365
Середнє	3,9	222,1	14,7	718,9	5,5	294,8
Максимум	30,3	1103,5	39,5	1209,0	27,1	903,9
Мінімум	< 5,0	< 5,0	< 5,0	204,8	< 5,0	69,8
СКВ	6,1	175,6	7,8	250,8	7,1	156,2
2024 р.						
Водний масив	CW1		TW5		ShW1	
Кількість визначень	366	366	366	366	366	366
Середнє	3,6	194,6	12,9	604,5	5,2	259,8
Максимум	22,8	716,3	56,7	1319,7	26,6	669,4
Мінімум	< 5,0	< 5,0	< 5,0	155,4	0,0	13,5
СКВ	5,7	146,3	9,5	245,0	7,3	166,9

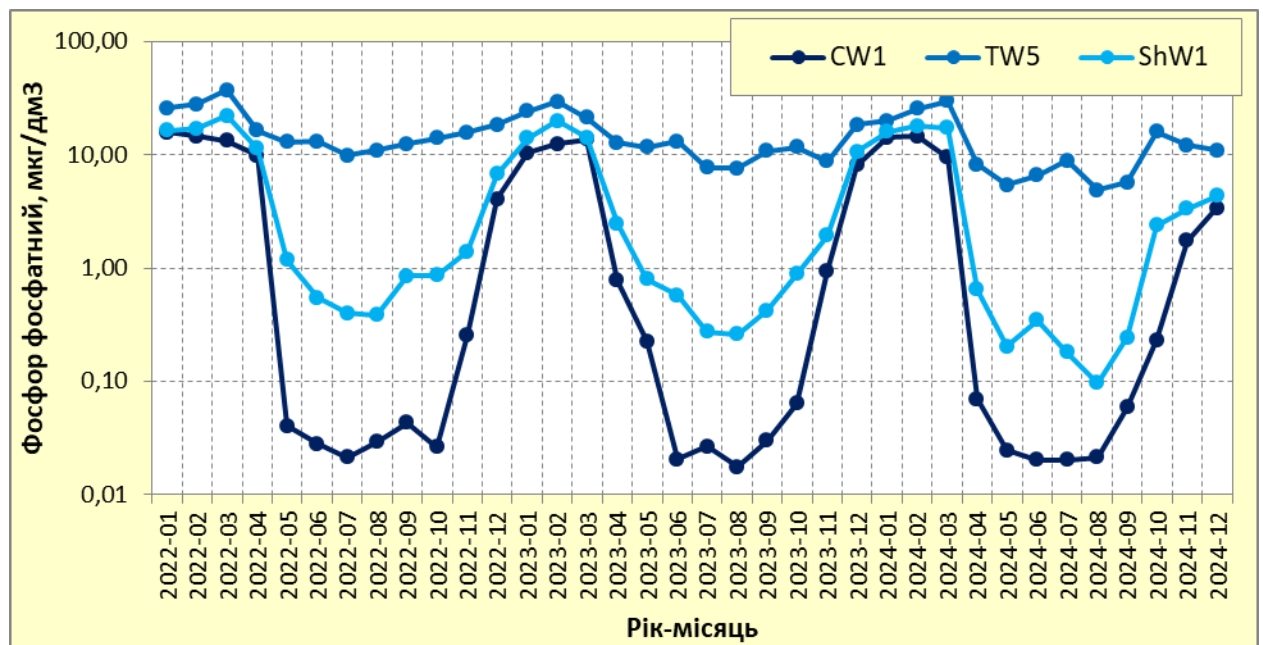


Рисунок 1.28 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень фосфору фосфатного в поверхневих водах Дунайського узмор'я

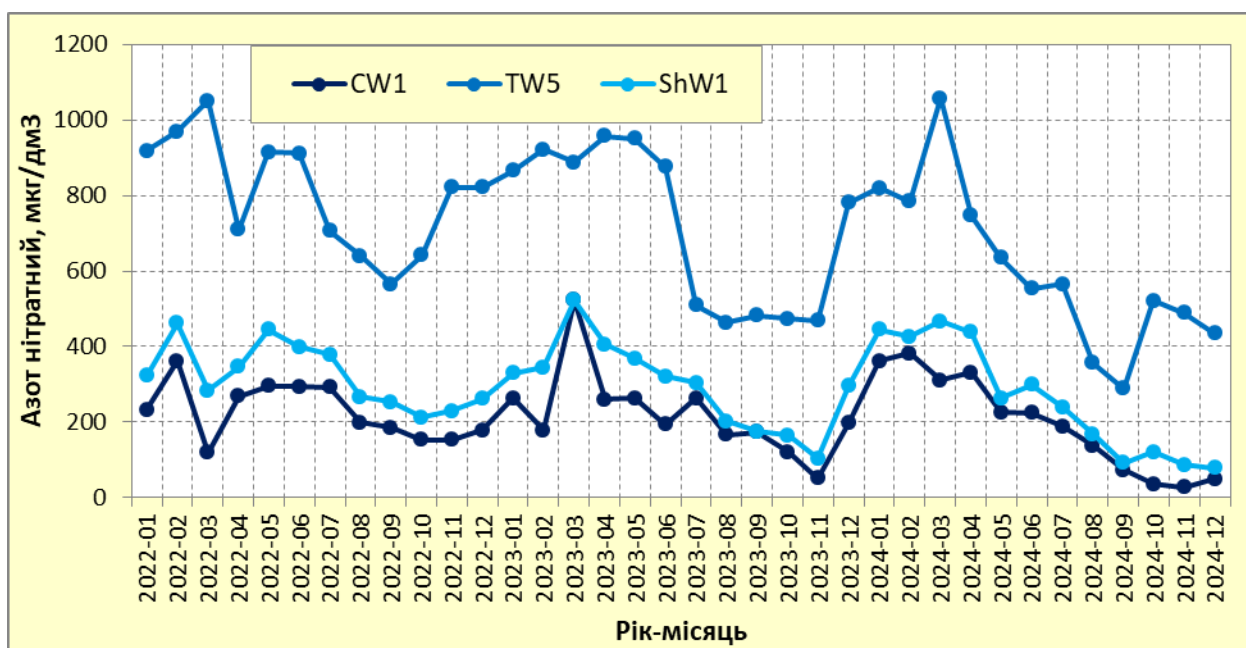
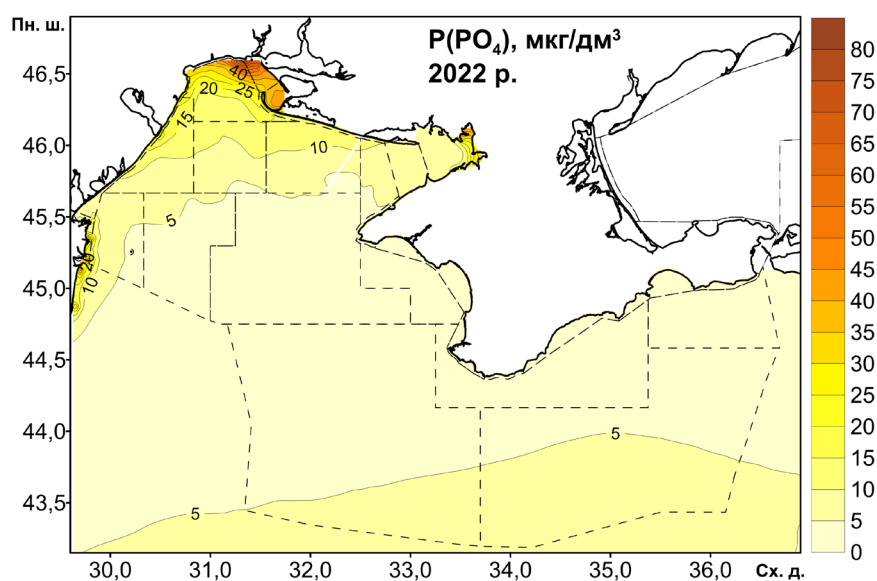


Рисунок 1.29 – Внутрішньорічна мінливість середніх місячних значень азоту нітратного в поверхневих водах Дунайського узмор'я

В просторовому розподілі середніх річних фосфору фосфатного та азоту нітратного в поверхневому шарі вод підвищені концентрації їх вмісту спостерігаються в прибережній зоні, що знаходиться під впливом стоку річок (рис. 1.30-1.31), окрім того, додатковий вплив на погіршення екологічного стану північно-західної частини Чорного моря здійснило руйнування дамби Каховської ГЕС у 2023 р. внаслідок воєнного злочину, здійсненого окупаційними силами російської федерації.



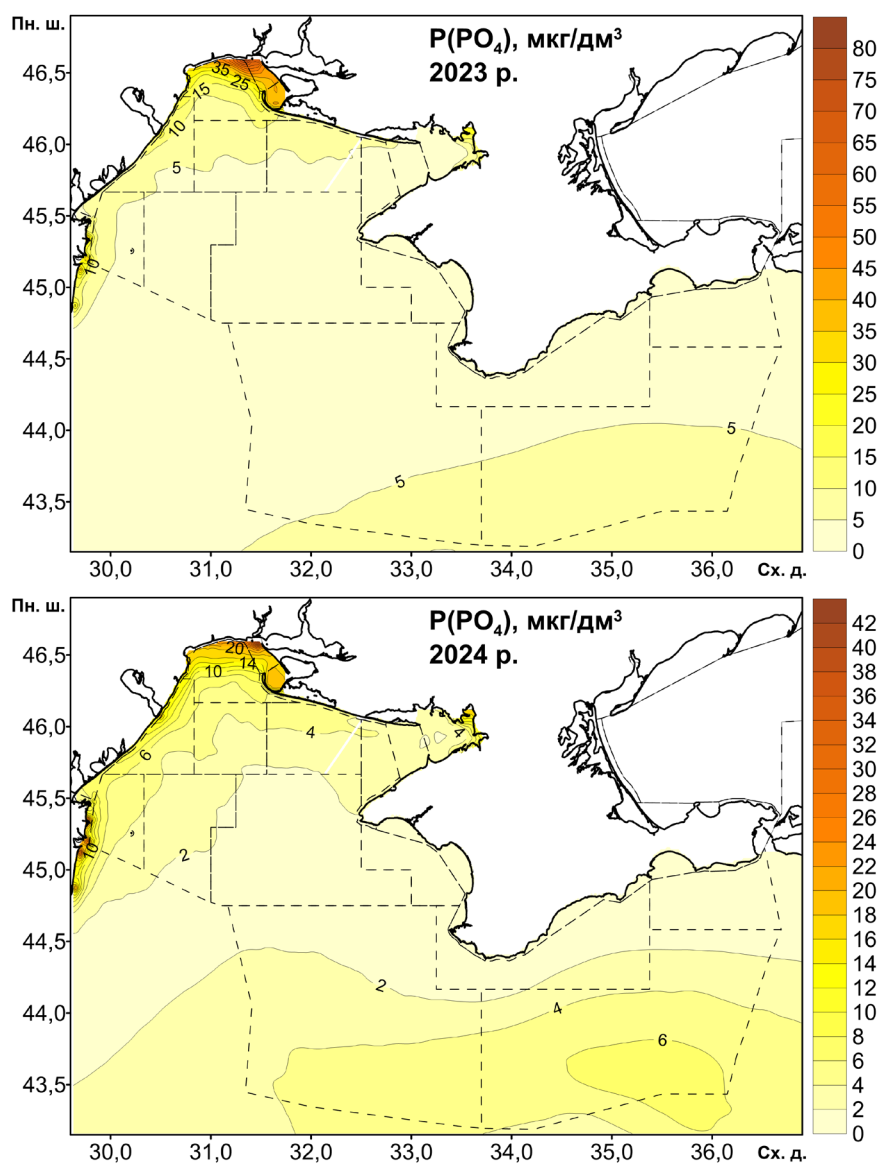
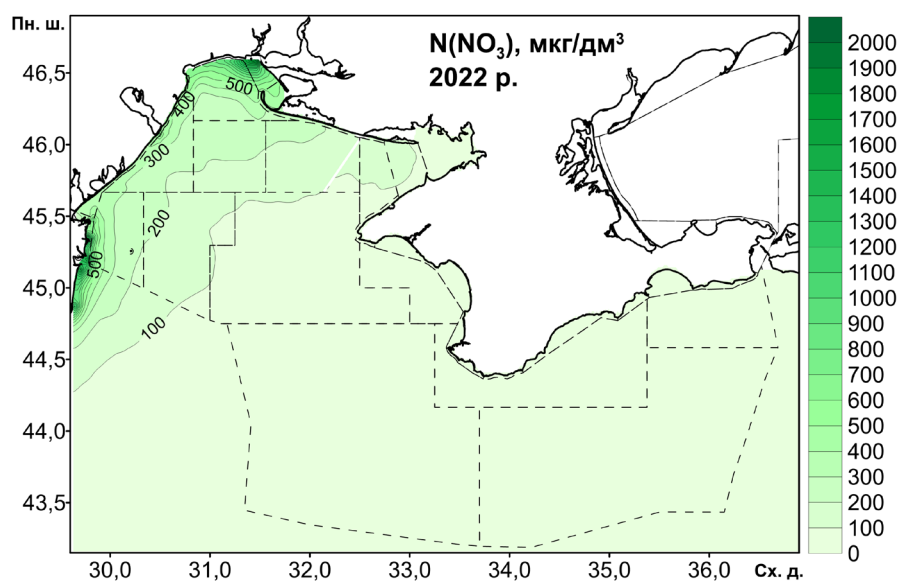


Рисунок 1.30 – Просторові розподіли фосфору фосфатного в поверхневому шарі вод в межах виключної морської економічної зони України



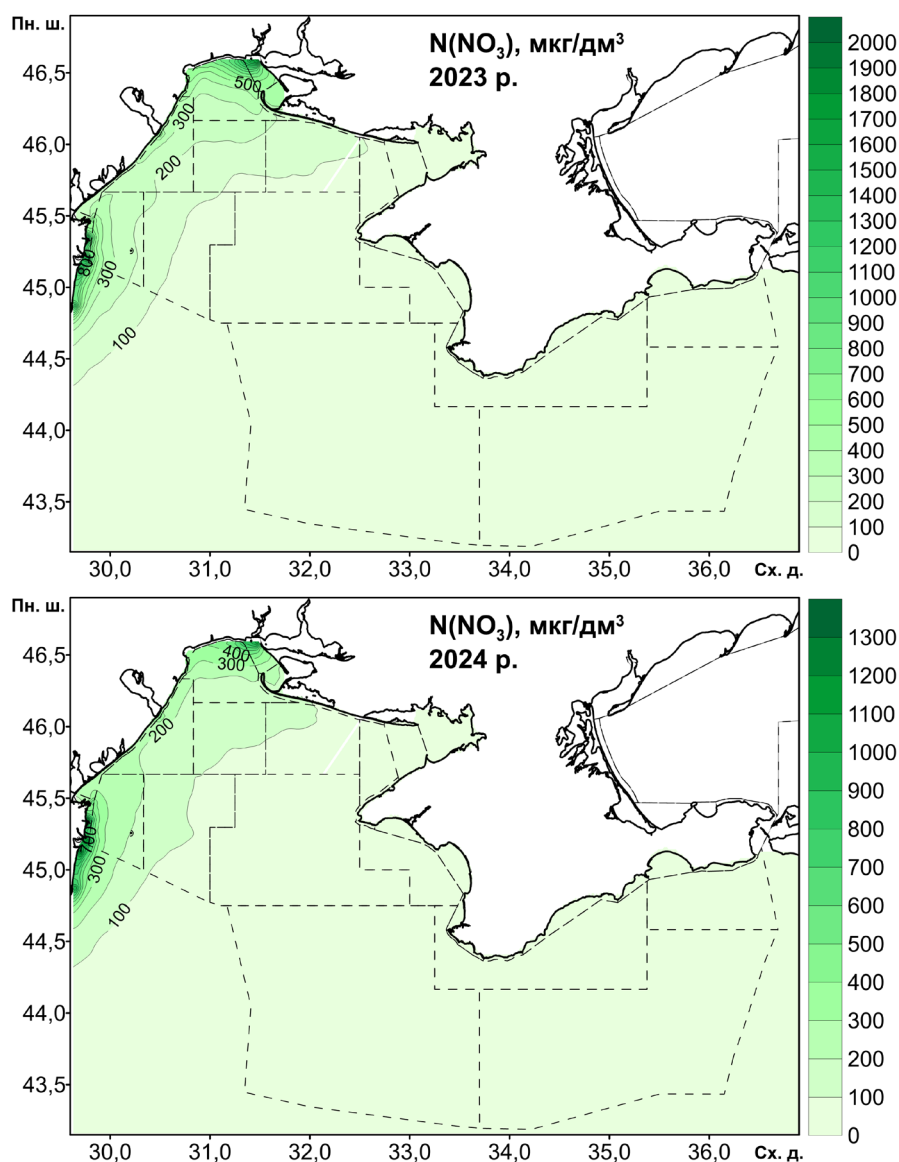


Рисунок 1.31 – Просторові розподіли азоту нітратного в поверхневому шарі вод в межах виключної морської економічної зони України

2 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ШЕЛЬФОВИХ ВОД УКРАЇНИ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

2.1 Оцінка екологічного стану морського середовища північно-західного шельфу Чорного моря за даними середніх річних показників біогенних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації морських вод

Оцінка екологічного стану морського середовища виконувалась УкрНЦЕМ в 2022-2024 рр. за даними морської служби СМЕМС. По виділеним в [17]-[18] районах (рисунок 2.1) визначались середні і екстремальні значення, середнє квадратичне відхилення вмісту поживних речовин, показників первинних і вторинних критеріїв збагачення вод поживними речовинами в порівнянні з цільовими значеннями, що відповідають ДЕС та нормальними умовами (Ref. Con.) для цих районів (табл. 2.1-2.3).

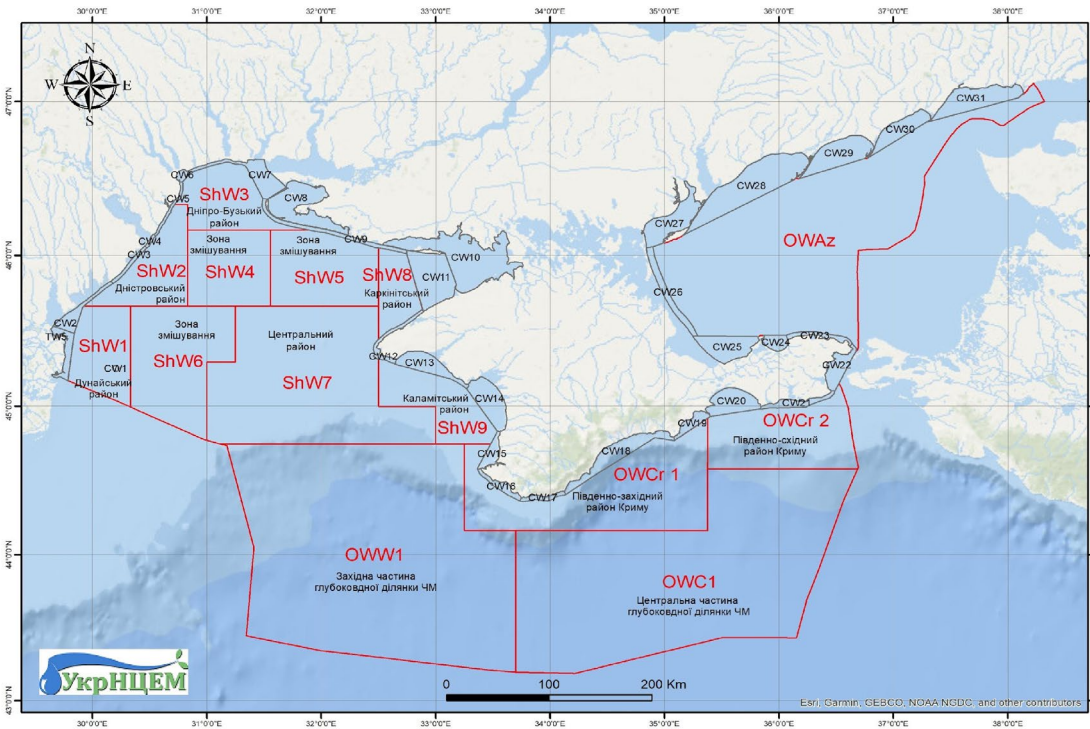


Рисунок 2.1 – Райони водних масивів Чорного та Азовського морів України

Таблиця 2.1 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів ЧМ у 2022 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		6,6	320,6	2,5	5,7	9,6	103,6
	Максимум		26,9	699,1	6,7	13,3	12,3	131,1
	Мінімум		0,0	103,4	0,4	1,8	7,5	95,7
	СКВ		8,0	117,1	1,4	2,0	1,3	6,6
	Кіл-сть даних		365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	21,5	35,4	1,8	4,9	7,8	83,5
		Ref.Con.	14,3	23,6	1,2	6,1	9,8	104,4
CW1	Середнє		4,8	226,3	1,6	6,6	9,5	102,5

	Максимум	27,4	794,2	10,0	16,7	11,5	118,6
	Мінімум	0,0	41,1	0,2	1,5	7,5	93,2
	СКВ	6,7	117,4	1,3	2,8	1,3	5,1
	Кіл-сть даних	365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	9,5	12	1,8	4,9	83
TW5		Ref.Con.	6,3	8	1,2	6,1	104,4
	Середнє	17,9	805,9	6,1	3,4	9,9	103,6
	Максимум	44,4	1364,6	12,0	7,3	12,9	134,4
	Мінімум	4,2	349,3	1,5	1,6	7,1	90,2
	СКВ	8,7	188,4	2,6	1,1	1,6	7,0
	Кіл-сть даних	365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	28,4	255	2,1	2,1	11,2
CW4		Ref.Con.	18,9	170	1,4	2,6	9,3
	Середнє	24,0	591,5	6,9	4,0	10,0	105,0
	Максимум	83,0	1388,7	30,5	12,0	15,8	188,9
	Мінімум	0,1	239,8	0,4	1,4	7,2	74,2
	СКВ	20,6	243,7	5,5	1,7	1,7	15,9
	Кіл-сть даних	365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	16,4	56,4	1,8	5,0	11,0
CW5		Ref.Con.	10,9	37,6	1,2	6,2	9,2
	Середнє	20,4	437,7	6,0	4,6	9,7	102,3
	Максимум	105,8	1241,2	37,5	16,1	16,0	187,9
	Мінімум	0,0	85,0	0,6	1,5	3,9	36,9
	СКВ	24,9	290,9	6,1	2,1	1,8	19,9
	Кіл-сть даних	365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	16,4	28,2	1,7	5,3	10,4
CW6		Ref.Con.	10,9	18,8	1,1	6,6	8,7
	Середнє	31,5	637,1	10,7	4,1	9,2	97,2
	Максимум	150,8	2142,4	73,7	18,6	16,0	192,9
	Мінімум	0,0	40,8	0,6	1,4	0,3	3,1
	СКВ	33,2	422,2	11,5	2,3	2,6	30,1
	Кіл-сть даних	365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	16,4	30,2	1,8	5,0	7,6
CW7		Ref.Con.	10,9	20,1	1,2	6,2	9,5
	Середнє	47,3	969,8	10,6	3,1	8,7	89,0
	Максимум	81,3	1741,0	37,2	9,1	12,6	132,0
	Мінімум	14,9	323,8	0,7	1,5	3,7	47,9
	СКВ	17,7	334,4	8,4	1,2	1,9	14,1
	Кіл-сть даних	365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	15,6	23,4	2,3	4,6	7,4
		Ref.Con.	10,4	15,6	1,5	5,8	9,3
							101,1

Таблиця 2.2 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів ЧМ у 2023 р.

Район	Показник	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє	5,5	294,8	3,3	4,2	9,5	103,7
	Максимум	27,1	903,9	10,6	8,5	12,2	120,3
	Мінімум	0,0	69,8	0,9	1,9	7,5	91,9
	СКВ	7,1	156,2	1,8	1,4	1,3	6,6
	Кіл-сть даних	365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	21,5	35,4	1,8	4,9	7,8
		Ref.Con.	14,3	23,6	1,2	6,1	9,8
							104,4

CW1	Середнє		3,9	222,1	2,4	4,8	9,4	103,5
	Максимум		30,3	1103,5	11,0	14,1	11,7	124,4
	Мінімум		0,0	0,6	0,2	1,6	7,5	91,1
	СКВ		6,1	175,6	1,7	2,4	1,2	6,4
	Кіл-сть даних		365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	9,5	12	1,8	4,9	7,9	83
		Ref.Con.	6,3	8	1,2	6,1	9,8	104,4
TW5	Середнє		14,7	718,9	7,2	3,0	9,7	102,5
	Максимум		39,5	1209,0	15,0	5,7	12,9	126,0
	Мінімум		2,6	204,8	1,9	1,4	7,2	82,1
	СКВ		7,8	250,8	3,0	1,0	1,5	6,9
	Кіл-сть даних		365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	28,4	255	2,1	2,1	11,2	84,3
		Ref.Con.	18,9	170	1,4	2,6	9,3	105,4
CW4	Середнє		18,8	529,5	8,7	3,1	9,8	105,3
	Максимум		77,0	1259,8	41,8	11,8	14,9	145,5
	Мінімум		0,7	160,7	0,6	1,3	6,8	59,0
	СКВ		17,8	277,7	7,0	1,6	1,6	12,8
	Кіл-сть даних		365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	16,4	56,4	1,8	5,0	11,0	84,5
		Ref.Con.	10,9	37,6	1,2	6,2	9,2	105,6
CW5	Середнє		15,9	393,8	7,4	3,2	9,5	101,8
	Максимум		77,7	1302,0	43,5	9,8	13,8	145,8
	Мінімум		0,0	27,6	0,8	1,3	5,2	44,5
	СКВ		19,4	301,3	7,7	1,5	1,6	15,5
	Кіл-сть даних		365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	16,4	28,2	1,7	5,3	10,4	85,3
		Ref.Con.	10,9	18,8	1,1	6,6	8,7	106,6
CW6	Середнє		29,8	586,0	10,9	2,9	8,8	95,4
	Максимум		125,0	1704,6	51,4	11,0	14,3	159,9
	Мінімум		0,0	44,0	1,0	1,3	1,2	10,6
	СКВ		28,2	428,3	10,4	1,5	2,4	25,4
	Кіл-сть даних		365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	16,4	30,2	1,8	5,0	7,6	80,4
		Ref.Con.	10,9	20,1	1,2	6,2	9,5	100,5
CW7	Середнє		47,1	840,6	10,3	2,4	8,8	91,1
	Максимум		91,8	1816,8	28,2	6,7	13,2	119,9
	Мінімум		12,2	216,6	1,1	1,5	3,5	46,1
	СКВ		18,3	372,0	6,2	0,8	2,6	18,0
	Кіл-сть даних		365	365	365	365	365	365
	ДЕС	Цільова	15,6	23,4	2,3	4,6	7,4	80,9
		Ref.Con.	10,4	15,6	1,5	5,8	9,3	101,1

Таблиця 2.3 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів ЧМ у 2024 р.

Район	Показник	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		5,2	259,8	3,1	5,0	103,3
	Максимум		26,6	669,4	13,4	15,0	126,5
	Мінімум		0,0	13,5	0,7	2,1	90,5
	СКВ		7,3	166,9	2,4	2,2	7,6
	Кіл-сть даних		366	366	366	366	366
	ДЕС	Цільова	21,5	35,4	1,8	4,9	83,5
		Ref.Con.					

		Ref.Con.	14,3	23,6	1,2	6,1	9,8	104,4
CW1	Середнє		3,6	194,6	2,4	6,1	9,4	103,1
	Максимум		22,8	716,3	14,1	18,3	12,5	132,1
	Мінімум		0,0	0,1	0,3	1,6	7,3	92,3
	СКВ		5,7	146,3	2,6	3,1	1,4	6,9
	Кіл-сть даних		366	366	366	366	366	366
	ДЕС	Цільова	9,5	12	1,8	4,9	7,9	83
		Ref.Con.	6,3	8	1,2	6,1	9,8	104,4
TW5	Середнє		12,9	604,5	6,8	3,1	9,9	106,3
	Максимум		56,7	1319,7	17,0	9,4	14,7	142,6
	Мінімум		1,7	155,4	2,3	1,4	6,9	81,6
	СКВ		9,5	245,0	3,0	1,4	1,8	13,0
	Кіл-сть даних		366	366	366	366	366	366
	ДЕС	Цільова	28,4	255	2,1	2,1	11,2	126,5
		Ref.Con.	18,9	170	1,4	2,6	9,3	105,4
CW4	Середнє		16,1	380,3	6,7	3,1	9,5	103,5
	Максимум		97,8	1275,8	29,4	13,2	14,0	153,2
	Мінімум		0,9	105,5	1,0	1,4	4,7	42,8
	СКВ		19,8	256,2	4,4	1,5	1,5	13,9
	Кіл-сть даних		366	366	366	366	366	366
	ДЕС	Цільова	16,4	56,4	1,8	5,0	11,0	84,5
		Ref.Con.	10,9	37,6	1,2	6,2	9,2	105,6
CW5	Середнє		13,4	271,4	4,9	3,2	9,0	98,3
	Максимум		100,4	1558,4	32,9	13,4	16,0	172,3
	Мінімум		0,0	0,2	1,0	1,3	0,4	3,8
	СКВ		24,9	334,5	4,1	1,6	1,9	19,9
	Кіл-сть даних		366	366	366	366	366	366
	ДЕС	Цільова	16,4	28,2	1,7	5,3	10,4	85,3
		Ref.Con.	10,9	18,8	1,1	6,6	8,7	106,6
CW6	Середнє		18,1	347,9	6,7	2,8	8,7	95,7
	Максимум		130,8	1765,2	61,3	9,9	16,0	177,2
	Мінімум		0,0	0,2	0,8	1,4	0,6	4,9
	СКВ		33,6	443,6	6,3	1,3	2,4	25,9
	Кіл-сть даних		366	366	366	366	366	366
	ДЕС	Цільова	16,4	30,2	1,8	5,0	7,6	80,4
		Ref.Con.	10,9	20,1	1,2	6,2	9,5	100,5
CW7	Середнє		20,3	472,4	9,1	2,3	9,0	96,0
	Максимум		61,9	1609,1	24,5	7,0	12,9	132,2
	Мінімум		0,8	29,7	1,0	1,4	5,3	53,7
	СКВ		19,0	424,6	4,9	0,8	1,8	15,8
	Кіл-сть даних		366	366	366	366	366	366
	ДЕС	Цільова	15,6	23,4	2,3	4,6	7,4	80,9
		Ref.Con.	10,4	15,6	1,5	5,8	9,3	101,1

Результати виконаної оцінки показали, що середні річні значення фосфору фосфатного в розглянутих районах Дунайського узмор'я ShW1, CW1, TW5 у 2022-2024 рр. відповідали «відмінному» та «доброму» статусам якості вод та ДЕС. Також відповідали «доброму» статусу і ДЕС прибережні водні масиви CW4 у 2024 р. і CW5 у 2023-2024 рр. Не відповідали ДЕС водні масиви CW4-CW7 у 2022 р., CW4, CW6, CW7 – у 2023 р., CW6, CW7 – у 2024 р. Максимальні значення фосфору фосфатного не відповідали ДЕС,

однак в цілому за середніми річними значеннями фосфору фосфатного простежується покращення екологічного стану прибережних водних масивів.

Максимальні та середні річні значення азоту нітратного усіх розглянутих водних масивів значно перевищували цільові і Ref. Con. показники, в деяких масивах на цілий порядок, не відповідали ДЕС, статус якості вод характеризувався як «поганий».

Вміст хлорофілу-а (первинний критерій оцінки евтрофікації) показав, що у всіх районах середні річні значення хлорофілу-а в 2022-2024 рр., за виключенням CW1 у 2022 р., перевищували цільові значення, не відповідали ДЕС. Статус якості розглянутих водних масивів у всі роки відповідав «поганому», крім CW1 у 2023 та 2024 рр. – «задовільний».

Значення прозорості вод (первинний критерій оцінки евтрофікації) Дунайського узмор'я у 2022-2024 рр. переважно відповідали ДЕС при статусі вод «добрий». У 2023 р. не відповідали ДЕС райони CW1 та ShW1 («задовільний» статус), значення трохи були нижче відповідних цільових. Водні масиви CW4-CW7 по прозорості вод не відповідали ДЕС при статусах якості «задовільний» у 2022 р., «посередній» у 2023-2024 рр.

Слід відзначити, що максимальні значення хлорофілу-а та мінімальні значення прозорості вод Дунайського узмор'я не відповідали ДЕС.

Результати статистичного аналізу показників вмісту розчиненого кисню (вторинний критерій оцінки евтрофікації) показали, що середні річні значення (абсолютного і відносного) відповідають ДЕС в усіх розглянутих водних масивах, проте максимуми та мінімуми показників вмісту кисню не досягали цільових значень, не відповідали ДЕС. Мінімальні значення вмісту розчиненого кисню, менші за рівень ГДК ($4,0 \text{ мг/дм}^3$), визначеної у внутрішніх морських водах та територіальному морі України та менші ГДК ($6,0 \text{ мг/дм}^3$), визначеної для водойм рибогосподарського призначення, за даними CMEMS спостерігались у водних масивах CW4 в березні 2024 р., CW5 – в квітні 2022 р. та березні 2024 р., CW6 – у квітні, серпні та грудні 2022 р., у березні, квітні, червні та вересні 2023 р., у лютому та березні

2024 р., CW7 – у липні, серпні, вересні 2022 р., у червні, липні, серпні, вересні, жовтні 2023 р., в червні 2024 р.

Оцінка якості вод щодо їх трофності для прибережних водних масивів підрозділяється на п'ять класів залежно від класу екологічного статусу (КЕС), а для шельфових водних масивів і відкритого моря – на два класи, що наведено в таблицях 2.4 та 2.5:

Таблиця 2.4 – Статус прибережних водних масивів

Клас екологічного статусу	Стан морського середовища				
	Відмінний	Добрий	Задовільний	Посередній	Поганий
	$\leq 0,5$	$0,5 < \text{КЕС} \leq 1,0$	$1,0 < \text{КЕС} \leq 1,5$	$1,5 < \text{КЕС} \leq 2,0$	$> 2,0$

Таблиця 2.5 – Статус шельфових водних масивів і відкритого моря

Клас екологічного статусу	Стан морського середовища	
	Відповідає ДЕС	Не відповідає ДЕС
	$\leq 1,0$	$> 1,0$

Просторові розподіли відношень середніх річних значень основних біогенних речовин до відповідних їм цільових значень (таблиця А.1 Додатку А) відображено на рисунках 2.2-2.4.

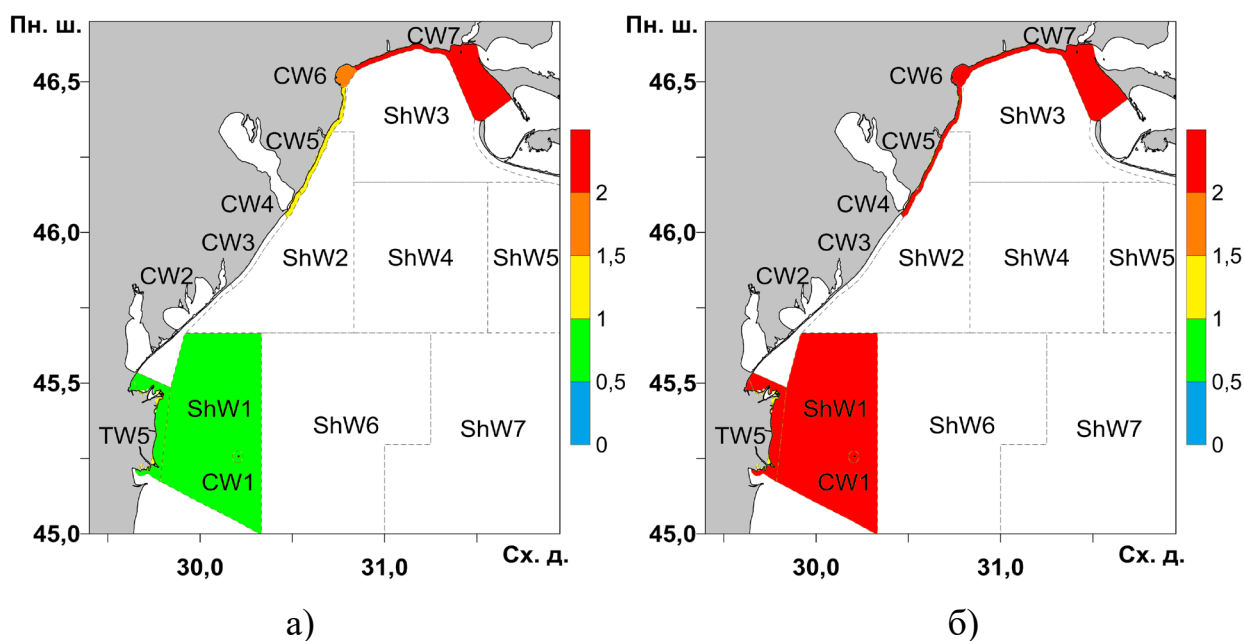


Рисунок 2.2 – Статус водних масивів північно-західної частини ЧМ за показниками середнього річного вмісту фосфору фосфатного (а) і азоту нітратного (б) по відношенню до їх цільових значень у 2022 році

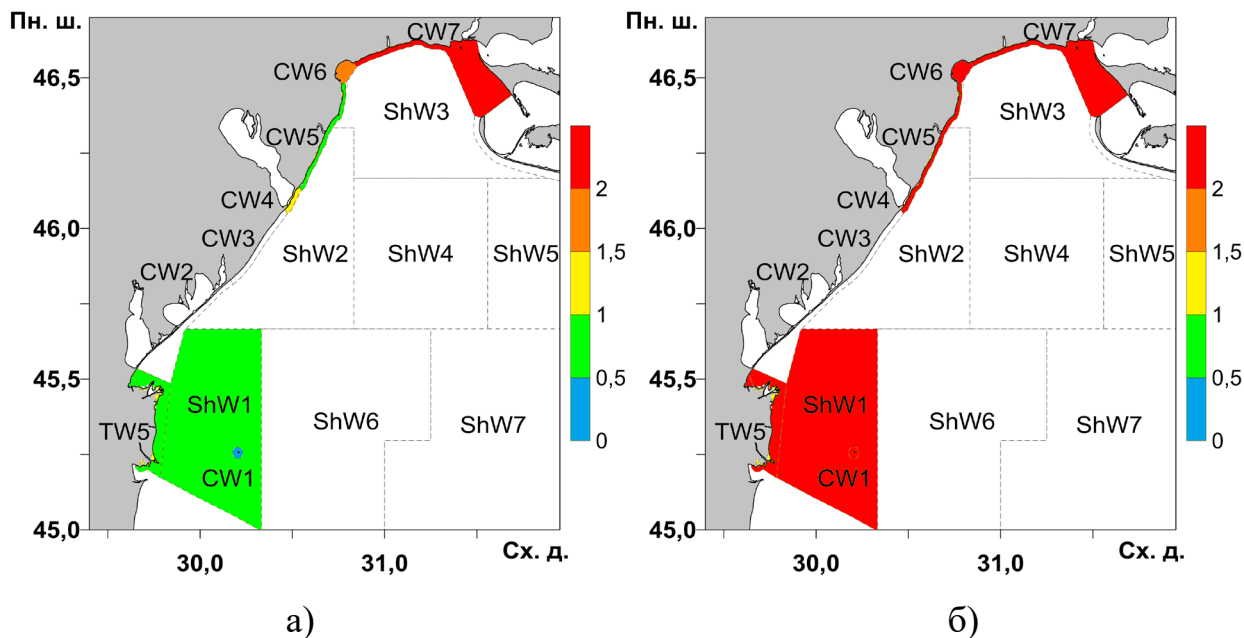


Рисунок 2.3 – Статус водних масивів північно-західної частини ЧМ за показниками середнього річного вмісту фосфору фосфатного (а) і азоту нітратного (б) по відношенню до їх цільових значень у 2023 році

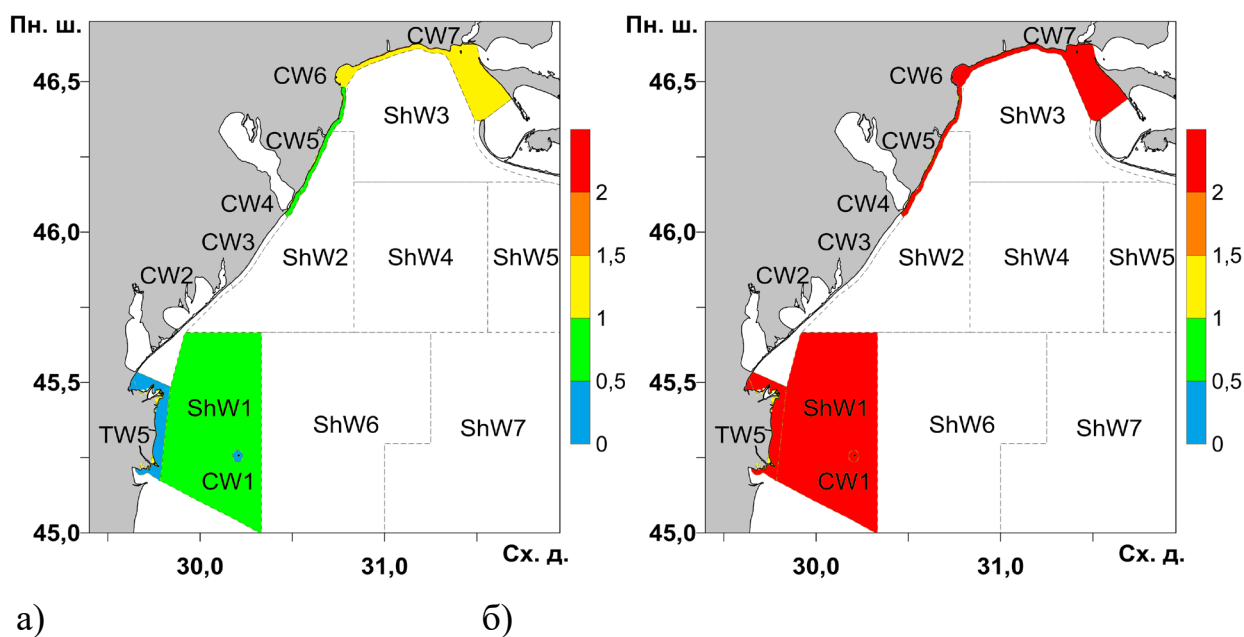


Рисунок 2.4 – Статус водних масивів північно-західної частини ЧМ за показниками середнього річного вмісту фосфору фосфатного (а) і азоту нітратного (б) по відношенню до їх цільових значень у 2024 році

2.2 Оцінка екологічного стану морського середовища північно-західного шельфу Чорного моря за даними середніх сезонних показників біогенних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації морських вод

Оцінка екологічного стану морського середовища за сезонами у 2022-2024 рр. виконувалась за даними морської служби CMEMS по водним масивам ЧМ. Визначені сезонні статистичні показники вмісту поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації в порівнянні з цільовими значеннями, що відповідають ДЕС та нормальними умовами (Ref. Con.) для досліджуваних районів, що наведено в таблицях 2.6-2.17.

Визначені в зимові періоди 2022-2024 рр. середні значення вмісту фосфору фосфатного в усіх розглянутих районах (Дунайського узмор'я ShW1, CW1, TW5, прибережних водних масивах CW4, CW5, CW6, CW7) відповідали «відмінному» та «доброму» статусу якості вод та ДЕС в водних масивах ShW1 та TW5. Максимальні значення фосфору фосфатного в цих районах не відповідали ДЕС. «Задовільному» статусу відповідали водні масиви CW1 в усі роки, CW4-CW5 в 2023 р., «посередньому» – CW4-CW5 в 2022 та 2024 рр., «поганому» – CW6-CW7 у всі роки, не відповідали ДЕС.

У весняні періоди 2022-2024 рр. за вмістом фосфору фосфатного відповідали ДЕС водні масиви ShW1, CW1, TW5 у всі роки, CW4-CW5 у 2023 р., CW4-CW6 у 2024 р. «Задовільному» статусу відповідали водні масиви CW4-CW5 у 2022 р, CW6 у 2023 р., CW7 у 2024 р., а «поганому» – CW6-CW7 у 2022 р. та CW7 у 2024 р.

У літні періоди 2022-2024 рр. за вмістом фосфору фосфатного всі водні масиви відповідали ДЕС, окрім CW6 у 2023 р. («посередній» статус) та CW7 у 2022 та 2023 рр. («поганий» статус).

В осінні періоди 2022-2024 рр. за вмістом фосфору фосфатного переважна більшість водних масивів відповідали ДЕС. Не відповідали ДЕС

масиви CW4 та CW6 у 2022 р. («задовільний» статус) та CW7 у 2022 та 2023 рр. («поганий» статус).

Середні значення вмісту азоту нітратного в усі сезони 2022-2024 рр. в усіх досліджуваних водних масивах значно перевищували відповідні їм цільові значення, не відповідали ДЕС («поганий» статус). Лише у 2024 р. водні масиви CW5 та CW6 відповідали ДЕС.

Просторові розподіли відношень середніх сезонних значень основних біогенних речовин до відповідних їм цільових значень (таблиці А.2-А.4 Додатку А) відображено на рисунках 2.5-2.8.

На підставі розрахованих середніх сезонних значень хлорофілу-а і прозорості вод, показників первинних критеріїв евтрофікації, і виконаної їх оцінки по відношенню до рівнів цільових значень було встановлено, що вміст хлорофілу-а в районі CW1 відповідав ДЕС у весняні періоди 2022-2024 рр. та літні періоди 2022 р. і 2024 р. Всі інші водні масиви в усі роки не відповідали ДЕС. Прозорість води відповідала ДЕС в водних масивах Дунайського узмор'я ShW1, CW1, TW5 майже в усі сезони 2022-2024 рр. а в прибережних CW4-CW7 – не відповідала ДЕС. Максимальні сезонні значення хлорофілу-а та мінімальні сезонні значення прозорості усіх розглянутих районів не відповідали ДЕС.

Результати статистичного аналізу і оцінки середніх сезонних значень вмісту в поверхневому шарі моря розчиненого кисню, показника вторинних критеріїв оцінки евтрофікації, показали, що в цілому середні його значення у 2022-2024 рр. відповідали ДЕС. Незначні перевищення цільвих значень спостерігались у водних масивах CW5-CW7. В попередньому пункті розділу зазначалось, що за даними CMEMS спостерігались мінімальні значення вмісту розчиненого кисню, менші за рівень ГДК (4,0 мг/дм³), визначеної у внутрішніх морських водах та територіальному морі України та менші ГДК (6,0 мг/дм³), визначеної для водойм рибогосподарського призначення.

В цілому в 2022-2024 рр. в усіх досліджуваних водних масивах за окремими індивідуальними показниками відмічалась невідповідність ДЕС.

Таблиця 2.6 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у зимовий період 2022 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		18,6	352,4	1,4	6,7	11,1	98,5
	Максимум		26,9	638,2	3,2	13,3	11,5	101,6
	Мінімум		12,6	171,1	0,4	2,6	10,5	95,7
	СКВ		3,3	112,4	0,6	2,5	0,3	1,3
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	25,2	32,6	1,3	5,0	9,4	81,5
		Ref.Con.	16,8	21,7	0,9	6,2	11,8	101,9
CW1	Середнє		14,6	233,3	1,3	7,8	11,0	99,2
	Максимум		27,4	794,2	3,6	16,7	11,4	102,3
	Мінімум		10,8	41,1	0,4	2,8	10,4	95,0
	СКВ		2,4	138,8	0,8	3,6	0,2	1,6
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	11,1	11,0	1,3	5,0	9,4	81,5
		Ref.Con.	7,4	7,4	0,9	6,2	11,8	101,9
TW5	Середнє		30,5	980,7	3,1	4,2	11,7	101,2
	Максимум		44,4	1364,6	8,6	7,3	12,9	112,3
	Мінімум		21,3	624,5	1,5	2,2	11,0	96,6
	СКВ		6,8	157,2	1,7	1,1	0,5	3,4
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	33,3	235	1,5	2,1	13,4	82,3
		Ref.Con.	22,2	156	1,0	2,6	11,2	102,9
CW4	Середнє		45,8	740,8	1,5	5,3	11,1	95,4
	Максимум		71,0	1165,3	3,2	12,0	12,0	101,1
	Мінімум		27,3	417,1	0,4	1,7	8,9	79,2
	СКВ		10,0	177,5	0,6	2,2	0,6	4,6
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	28,4	40,0	1,3	5,3	9,2	83,9
		Ref.Con.	19,0	26,6	0,9	6,6	11,5	104,9
CW5	Середнє		44,1	550,7	1,6	6,2	10,4	89,3
	Максимум		73,5	1224,6	3,3	16,1	11,6	99,3
	Мінімум		20,5	164,3	0,6	1,6	6,4	54,2
	СКВ		15,0	280,6	0,6	3,0	1,0	8,7
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	28,4	32,3	1,2	5,6	8,7	84,7
		Ref.Con.	19,0	21,5	0,8	7,0	10,9	105,9
CW6	Середнє		56,9	844,5	3,3	5,8	9,5	81,1
	Максимум		113,7	2109,0	10,0	18,6	11,9	102,0
	Мінімум		22,4	175,2	0,6	1,8	3,3	27,7
	СКВ		21,6	497,2	2,0	3,4	2,0	16,9
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	23,7	36,2	1,1	4,6	9,8	82,4
		Ref.Con.	15,8	24,2	0,8	5,7	12,3	103,0
CW7	Середнє		65,2	1309,5	2,0	3,8	10,5	88,0
	Максимум		81,3	1741,0	5,0	9,1	12,1	100,8
	Мінімум		49,7	818,4	0,7	2,3	7,9	63,8
	СКВ		7,3	223,6	0,9	1,6	0,9	8,3
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	22,6	28,1	1,4	4,3	9,6	82,9
		Ref.Con.	15,1	18,8	0,9	5,3	12,0	103,6

Таблиця 2.7 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у зимовий період 2023 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		15,9	400,6	2,7	4,3	10,8	98,8
	Максимум		27,1	903,9	6,9	8,5	11,6	104,8
	Мінімум		5,6	172,6	0,9	2,1	9,7	93,5
	СКВ		4,5	166,9	1,3	1,5	0,5	2,6
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	25,2	32,6	1,3	5,0	9,4	81,5
		Ref.Con.	16,8	21,7	0,9	6,2	11,8	101,9
CW1	Середнє		12,2	326,4	2,8	4,6	10,8	99,3
	Максимум		30,3	1103,5	8,3	11,5	11,6	106,3
	Мінімум		1,9	0,6	0,5	1,7	9,7	92,4
	СКВ		5,8	236,9	1,7	2,5	0,5	2,9
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	11,1	11,0	1,3	5,0	9,4	81,5
		Ref.Con.	7,4	7,4	0,9	6,2	11,8	101,9
TW5	Середнє		24,8	891,7	4,2	3,7	11,4	101,7
	Максимум		39,5	1209,0	6,1	5,3	12,7	107,2
	Мінімум		14,8	556,7	1,9	2,5	9,8	92,7
	СКВ		6,0	162,7	1,0	0,7	0,6	2,9
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	33,3	235	1,5	2,1	13,4	82,3
		Ref.Con.	22,2	156	1,0	2,6	11,2	102,9
CW4	Середнє		42,1	747,7	3,2	4,3	10,6	94,7
	Максимум		77,0	1259,8	14,7	11,8	11,6	107,3
	Мінімум		15,4	368,0	0,6	2,0	6,8	59,0
	СКВ		14,9	241,2	3,0	1,9	1,1	9,9
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	28,4	40,0	1,3	5,3	9,2	83,9
		Ref.Con.	19,0	26,6	0,9	6,6	11,5	104,9
CW5	Середнє		40,1	569,4	4,6	4,1	10,1	88,6
	Максимум		77,7	1302,0	25,1	9,8	12,5	114,0
	Мінімум		4,7	213,4	1,0	1,9	5,2	44,5
	СКВ		16,8	273,6	4,6	2,0	1,4	12,6
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	28,4	32,3	1,2	5,6	8,7	84,7
		Ref.Con.	19,0	21,5	0,8	7,0	10,9	105,9
CW6	Середнє		58,5	927,6	6,3	3,5	9,0	78,7
	Максимум		105,2	1704,6	31,7	11,0	12,7	116,3
	Мінімум		16,8	161,5	1,0	1,5	2,2	20,0
	СКВ		23,9	420,5	7,1	2,1	2,7	23,8
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	23,7	36,2	1,1	4,6	9,8	82,4
		Ref.Con.	15,8	24,2	0,8	5,7	12,3	103,0
CW7	Середнє		57,7	1227,2	3,7	3,0	10,7	93,0
	Максимум		84,8	1816,8	15,9	6,7	12,0	106,3
	Мінімум		34,1	723,1	1,1	1,6	6,7	60,4
	СКВ		11,0	272,9	2,9	1,2	1,1	9,9
	Кіл-сть даних		90	90	90	90	90	90
	ДЕС	Цільова	22,6	28,1	1,4	4,3	9,6	82,9
		Ref.Con.	15,1	18,8	0,9	5,3	12,0	103,6

Таблиця 2.8 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у зимовий період 2024 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		17,1	446,7	4,7	3,9	10,7	98,5
	Максимум		26,6	669,4	13,4	11,7	12,2	115,2
	Мінімум		4,3	164,4	1,2	2,2	9,7	90,5
	СКВ		3,9	115,4	3,4	1,6	0,7	6,3
	Кіл-сть даних		91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	25,2	32,6	1,3	5,0	9,4	81,5
		Ref.Con.	16,8	21,7	0,9	6,2	11,8	101,9
CW1	Середнє		12,8	350,3	4,5	4,0	10,9	100,4
	Максимум		22,8	716,3	14,1	13,6	12,5	114,8
	Мінімум		2,1	200,8	0,8	2,1	9,9	92,3
	СКВ		3,9	104,7	3,4	2,1	0,6	5,8
	Кіл-сть даних		91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	11,1	11,0	1,3	5,0	9,4	81,5
		Ref.Con.	7,4	7,4	0,9	6,2	11,8	101,9
TW5	Середнє		25,2	889,6	6,6	3,6	11,1	99,7
	Максимум		56,7	1319,7	17,0	9,3	14,7	132,5
	Мінімум		11,9	382,9	2,4	2,1	8,8	81,6
	СКВ		9,9	212,1	4,3	1,1	1,6	14,4
	Кіл-сть даних		91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	33,3	235	1,5	2,1	9,0	82,3
		Ref.Con.	22,2	156	1,0	2,6	11,2	102,9
CW4	Середнє		43,3	688,4	3,4	3,5	10,1	90,3
	Максимум		97,8	1275,8	7,7	7,9	11,8	105,0
	Мінімум		15,3	264,0	1,0	1,8	4,7	42,8
	СКВ		21,9	312,4	1,3	1,5	1,5	13,9
	Кіл-сть даних		91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	28,4	40,0	1,3	5,3	9,2	83,9
		Ref.Con.	19,0	26,6	0,9	6,6	11,5	104,9
CW5	Середнє		48,6	686,0	3,5	3,7	8,6	77,0
	Максимум		100,4	1558,4	9,1	8,3	11,1	96,7
	Мінімум		13,3	120,5	1,0	2,0	0,4	3,8
	СКВ		26,8	402,4	1,6	1,6	2,4	21,5
	Кіл-сть даних		91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	28,4	32,3	1,2	5,6	8,7	84,7
		Ref.Con.	19,0	21,5	0,8	7,0	10,9	105,9
CW6	Середнє		67,5	939,2	4,9	3,3	7,4	65,6
	Максимум		130,8	1765,2	25,1	9,7	10,7	98,4
	Мінімум		14,7	108,5	1,6	1,5	0,6	4,9
	СКВ		34,1	468,3	3,4	1,4	3,1	27,7
	Кіл-сть даних		91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	23,7	36,2	1,1	4,6	9,8	82,4
		Ref.Con.	15,8	24,2	0,8	5,7	12,3	103,0
CW7	Середнє		49,2	1099,2	3,0	2,7	9,0	78,6
	Максимум		61,9	1609,1	7,3	7,0	12,9	116,1
	Мінімум		34,3	620,5	1,0	1,4	6,0	53,7
	СКВ		5,7	204,6	1,3	1,0	1,6	13,3
	Кіл-сть даних		91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	22,6	28,1	1,4	4,3	9,6	82,9
		Ref.Con.	15,1	18,8	0,9	5,3	12,0	103,6

Таблиця 2.9 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у весняний період 2022 р.

Район	Показник	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє	4,4	397,3	3,2	5,2	10,2	110,5
	Максимум	19,8	619,6	6,4	9,0	12,3	131,1
	Мінімум	0,1	205,2	1,4	2,8	8,3	100,9
	СКВ	5,7	94,7	1,4	1,4	1,2	7,9
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	15,8	44,6	2,8	5	11,9
		Ref.Con.	10,5	29,7	1,9	4,7	9,9
CW1	Середнє	3,3	286,1	1,8	5,8	9,9	108,2
	Максимум	22,0	662,5	10,0	10,6	11,5	118,6
	Мінімум	0,0	92,9	0,3	2,2	8,2	100,1
	СКВ	5,7	92,9	1,7	2,1	1,1	5,3
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	6,9	15,1	2,8	3,8	11,9
		Ref.Con.	4,6	10,1	1,9	4,7	9,9
TW5	Середнє	14,2	846,8	6,5	3,2	10,3	111,5
	Максимум	21,2	1115,7	11,1	5,8	12,7	134,4
	Мінімум	8,4	470,4	3,1	2,0	7,8	98,0
	СКВ	3,0	143,6	1,8	0,9	1,3	8,6
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	20,8	321	3,3	1,6	11,3
		Ref.Con.	13,9	214	2,2	2	9,4
CW4	Середнє	21,6	720,3	11,2	3,8	10,8	117,4
	Максимум	83,0	1388,7	30,5	7,1	15,8	188,9
	Мінімум	0,1	317,8	1,0	1,4	7,8	74,2
	СКВ	26,4	275,2	7,0	1,2	2,1	26,0
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	18,6	103,0	2,7	4,1	10,7
		Ref.Con.	12,4	68,9	1,8	5,1	8,9
CW5	Середнє	21,1	651,5	9,1	4,3	10,7	114,9
	Максимум	105,8	1241,2	37,5	8,1	16,0	187,9
	Мінімум	0,0	207,2	2,0	1,5	3,9	36,9
	СКВ	31,0	299,6	8,1	1,5	2,8	32,6
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	18,6	83,0	2,5	4,3	10,1
		Ref.Con.	12,4	55,3	1,7	5,4	8,4
CW6	Середнє	31,7	840,2	14,3	3,6	10,0	109,3
	Максимум	150,8	1808,5	73,7	8,3	16,0	192,9
	Мінімум	0,0	154,7	1,9	1,4	0,3	3,1
	СКВ	42,1	359,9	15,5	1,7	4,0	46,2
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	14,7	22,4	2,5	3,8	10,7
		Ref.Con.	9,8	14,9	1,7	4,7	8,9
CW7	Середнє	38,4	1082,1	17,0	2,9	9,5	100,5
	Максимум	74,4	1589,2	37,2	5,4	12,6	132,0
	Мінімум	14,9	653,5	2,1	1,6	5,6	63,8
	СКВ	18,3	229,1	10,0	0,7	1,8	16,2
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	14,0	17,4	3,2	3,5	10,4
		Ref.Con.	9,3	11,6	2,1	4,4	8,7

Таблиця 2.10 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у весняний період 2023 р.

Район	Показник	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє	1,3	364,9	4,1	4,3	10,1	110,6
	Максимум	9,2	656,5	10,6	8,1	12,2	120,3
	Мінімум	0,1	130,1	1,0	2,1	8,4	101,6
	СКВ	2,0	111,4	2,5	1,6	1,1	3,8
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	15,8	44,6	2,8	5	11,9
		Ref.Con.	10,5	29,7	1,9	4,7	9,9
CW1	Середнє	0,3	239,4	2,1	5,7	10,0	109,3
	Максимум	7,0	1017,0	11,0	14,1	11,7	120,9
	Мінімум	0,0	32,7	0,2	1,6	8,2	103,4
	СКВ	1,0	147,9	2,0	3,0	1,0	3,3
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	6,9	15,1	2,8	3,8	11,9
		Ref.Con.	4,6	10,1	1,9	4,7	9,9
TW5	Середнє	12,6	928,6	8,1	2,5	10,0	108,4
	Максимум	23,7	1181,8	14,0	4,9	12,9	126,0
	Мінімум	4,9	546,9	2,6	1,6	8,1	100,2
	СКВ	4,4	143,5	2,6	0,7	1,4	6,6
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	20,8	321	3,3	1,6	11,3
		Ref.Con.	13,9	214	2,2	2	9,4
CW4	Середнє	8,5	745,3	16,1	2,4	10,7	117,1
	Максимум	61,7	1230,4	41,8	6,0	14,9	145,5
	Мінімум	0,7	184,8	5,7	1,3	7,3	67,6
	СКВ	13,2	234,1	8,9	1,1	1,6	13,2
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	18,6	103,0	2,7	4,1	10,7
		Ref.Con.	12,4	68,9	1,8	5,1	8,9
CW5	Середнє	7,3	676,2	13,0	2,6	10,4	113,5
	Максимум	74,3	1182,9	43,5	8,0	13,8	145,3
	Мінімум	0,0	169,0	1,8	1,3	5,4	49,1
	СКВ	17,7	261,4	12,1	1,4	1,9	19,8
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	18,6	83,0	2,5	4,3	10,1
		Ref.Con.	12,4	55,3	1,7	5,4	8,4
CW6	Середнє	16,9	896,3	15,9	2,4	9,6	106,4
	Максимум	125,0	1565,3	51,4	8,4	14,3	159,9
	Мінімум	0,0	52,8	1,4	1,3	1,2	10,6
	СКВ	31,9	323,3	14,3	1,5	3,3	36,3
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	14,7	22,4	2,5	3,8	10,7
		Ref.Con.	9,8	14,9	1,7	4,7	8,9
CW7	Середнє	30,1	1041,7	16,2	2,3	9,3	99,3
	Максимум	63,6	1550,3	28,2	4,3	12,4	119,9
	Мінімум	14,0	535,0	7,5	1,5	3,8	49,0
	СКВ	11,7	243,2	5,0	0,7	1,9	16,0
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	14,0	17,4	3,2	3,5	10,4
		Ref.Con.	9,3	11,6	2,1	4,4	8,7

Таблиця 2.11 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у весняний період 2024 р.

Район	Показник	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє	0,4	333,1	3,6	3,8	10,0	112,9
	Максимум	3,3	554,1	12,8	7,1	12,0	126,5
	Мінімум	0,0	160,9	1,3	2,2	8,4	104,6
	СКВ	0,4	100,3	2,1	1,2	1,0	5,8
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	15,8	44,6	2,8	5	11,9
		Ref.Con.	10,5	29,7	1,9	4,7	9,9
CW1	Середнє	0,0	259,9	2,5	5,0	9,8	110,7
	Максимум	1,1	453,8	13,0	10,8	12,3	126,3
	Мінімум	0,0	81,4	0,3	1,9	8,1	103,4
	СКВ	0,1	85,8	2,4	2,4	1,2	6,2
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	6,9	15,1	2,8	3,8	7,9
		Ref.Con.	4,6	10,1	1,9	4,7	9,9
TW5	Середнє	6,8	645,3	8,4	2,2	10,9	121,1
	Максимум	11,5	929,5	13,1	3,9	13,6	142,6
	Мінімум	2,2	271,4	5,3	1,4	8,3	105,9
	СКВ	2,6	136,1	1,5	0,6	1,3	7,8
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	20,8	321	3,3	1,6	11,3
		Ref.Con.	13,9	214	2,2	2	9,4
CW4	Середнє	6,7	389,4	10,3	2,5	10,4	118,0
	Максимум	43,1	670,5	29,4	9,3	14,0	153,2
	Мінімум	0,9	242,1	3,8	1,4	8,5	94,5
	СКВ	8,2	100,7	4,9	1,1	1,3	10,6
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	18,6	103,0	2,7	4,1	10,7
		Ref.Con.	12,4	68,9	1,8	5,1	8,9
CW5	Середнє	3,0	267,7	7,2	2,3	10,4	116,3
	Максимум	51,3	739,4	32,9	11,9	16,0	172,3
	Мінімум	0,0	130,7	1,5	1,3	8,1	87,0
	СКВ	10,7	151,2	6,4	1,3	2,1	17,7
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	18,6	83,0	2,5	4,3	10,1
		Ref.Con.	12,4	55,3	1,7	5,4	8,4
CW6	Середнє	2,1	340,6	10,2	2,0	10,5	117,9
	Максимум	64,9	1003,9	61,3	8,8	16,0	177,2
	Мінімум	0,0	132,5	2,0	1,4	7,7	96,9
	СКВ	10,3	217,2	10,5	0,9	2,5	21,5
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	14,7	22,4	2,5	3,8	10,7
		Ref.Con.	9,8	14,9	1,7	4,7	8,9
CW7	Середнє	14,2	522,9	14,6	2,0	9,1	102,0
	Максимум	53,8	1220,8	24,5	6,6	12,2	132,2
	Мінімум	0,8	279,6	6,6	1,4	5,3	66,0
	СКВ	14,6	212,4	4,0	0,7	1,9	17,3
	Кіл-сть даних	91	91	91	91	91	91
	ДЕС	Цільова	14,0	17,4	3,2	3,5	10,4
		Ref.Con.	9,3	11,6	2,1	4,4	8,7

Таблиця 2.12 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у літній період 2022 р.

Район	Показник	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє	0,5	300,1	2,4	5,8	8,0	105,0
	Максимум	2,3	586,5	6,6	9,3	9,3	123,2
	Мінімум	0,0	174,1	0,9	2,3	7,5	98,5
	СКВ	0,5	80,8	1,2	1,8	0,4	4,1
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	20,9	26,9	1,6	5,0	6,7
		Ref.Con.	13,1	17,9	1,1	6,3	8,4
CW1	Середнє	0,0	225,6	1,1	7,0	7,9	103,3
	Максимум	0,2	538,1	5,4	10,8	8,7	112,9
	Мінімум	0,0	111,9	0,2	1,7	7,5	96,7
	СКВ	0,0	79,3	0,8	2,4	0,3	2,9
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	9,2	9,1	1,6	5,0	6,7
		Ref.Con.	6,1	6,1	1,1	6,3	8,4
TW5	Середнє	11,1	638,5	8,2	2,9	7,8	99,4
	Максимум	21,6	952,5	12,0	5,3	8,8	110,2
	Мінімум	4,2	426,3	4,8	1,6	7,1	90,2
	СКВ	3,2	99,1	1,7	0,8	0,4	4,1
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	27,6	193,0	1,9	2,1	6,4
		Ref.Con.	18,4	129,0	1,3	2,7	8,0
CW4	Середнє	6,8	352,0	7,4	3,2	8,1	105,3
	Максимум	21,1	480,1	13,5	7,1	9,0	119,3
	Мінімум	1,3	239,8	2,9	1,5	7,2	93,6
	СКВ	4,8	49,2	2,3	1,1	0,4	7,1
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	18,4	46,4	1,7	5,1	9,2
		Ref.Con.	12,2	30,9	1,1	6,3	7,7
CW5	Середнє	0,8	204,6	3,9	4,2	8,3	105,1
	Максимум	9,1	356,6	13,1	9,0	9,4	115,4
	Мінімум	0,0	91,7	1,4	1,7	7,3	96,0
	СКВ	1,8	60,3	2,6	1,3	0,3	3,5
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	18,4	37,4	1,5	5,4	8,8
		Ref.Con.	12,2	24,9	1,0	6,8	7,3
CW6	Середнє	8,9	307,7	8,1	3,9	8,2	104,6
	Максимум	63,4	854,4	38,1	8,3	10,7	142,9
	Мінімум	0,0	40,8	1,6	1,5	4,8	63,4
	СКВ	14,0	146,3	7,3	1,4	1,3	16,4
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	17,5	26,4	1,9	5,6	9,4
		Ref.Con.	11,7	17,6	1,3	7,0	7,8
CW7	Середнє	36,4	588,5	12,9	2,7	6,6	83,4
	Максимум	79,3	993,6	23,8	6,9	8,9	111,2
	Мінімум	16,7	323,8	4,3	1,6	3,7	47,9
	СКВ	14,1	136,6	4,1	0,8	1,0	12,7
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	16,7	20,5	2,3	5,2	6,1
		Ref.Con.	11,1	13,7	1,6	6,5	7,6

Таблиця 2.13 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у літній період 2023 р.

Район	Показник	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє	0,3	227,7	3,4	3,6	8,2	107,2
	Максимум	2,0	512,3	8,1	5,9	9,0	119,4
	Мінімум	0,0	108,2	1,2	1,9	7,5	98,3
	СКВ	0,3	106,3	1,7	1,0	0,4	5,2
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	20,9	26,9	1,6	5,0	6,7
		Ref.Con.	13,1	17,9	1,1	6,3	8,4
CW1	Середнє	0,0	201,5	2,3	4,1	8,1	107,1
	Максимум	0,1	484,0	7,7	7,6	9,4	124,4
	Мінімум	0,0	43,6	0,5	1,9	7,5	98,4
	СКВ	0,0	112,4	1,6	1,4	0,5	6,4
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	9,2	9,1	1,6	5,0	6,7
		Ref.Con.	6,1	6,1	1,1	6,3	8,4
TW5	Середнє	8,7	485,3	10,1	2,2	7,9	101,8
	Максимум	18,5	834,5	15,0	4,4	8,7	113,4
	Мінімум	3,3	204,8	7,5	1,4	7,2	90,6
	СКВ	3,2	109,9	1,6	0,6	0,3	4,6
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	27,6	193,0	1,9	2,1	6,4
		Ref.Con.	18,4	129,0	1,3	2,7	8,0
CW4	Середнє	10,1	299,8	9,5	2,3	8,1	105,3
	Максимум	40,7	468,3	17,6	4,5	10,5	136,5
	Мінімум	0,7	160,7	3,9	1,4	6,8	87,2
	СКВ	9,6	80,4	3,2	0,7	0,7	9,8
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	18,4	46,4	1,7	5,1	9,2
		Ref.Con.	12,2	30,9	1,1	6,3	7,7
CW5	Середнє	8,0	187,6	4,8	2,6	8,2	105,2
	Максимум	31,9	463,8	11,9	4,5	11,4	145,8
	Мінімум	0,1	27,6	0,8	1,5	6,7	89,4
	СКВ	10,3	80,7	2,0	0,7	0,7	8,8
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	18,4	37,4	1,5	5,4	8,8
		Ref.Con.	12,2	24,9	1,0	6,8	7,3
CW6	Середнє	28,0	317,8	9,3	2,3	7,5	97,8
	Максимум	62,3	801,2	49,7	5,3	11,2	147,0
	Мінімум	0,1	44,0	1,1	1,4	5,2	68,2
	СКВ	19,0	147,2	7,3	0,9	1,3	15,9
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	17,5	26,4	1,9	5,6	6,2
		Ref.Con.	11,7	17,6	1,3	7,0	7,8
CW7	Середнє	54,2	607,2	12,3	1,9	5,6	72,4
	Максимум	84,6	836,7	25,7	3,1	8,9	110,9
	Мінімум	12,2	352,5	4,9	1,5	3,5	46,1
	СКВ	14,7	107,3	4,0	0,3	1,0	12,0
	Кіл-сть даних	92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	16,7	20,5	2,3	5,2	6,1
		Ref.Con.	11,1	13,7	1,6	6,5	7,6

Таблиця 2.14 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у літній період 2024 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		0,2	167,3	1,9	5,3	7,7	103,5
	Максимум		0,9	494,6	6,7	9,2	9,1	121,4
	Мінімум		0,0	63,1	0,8	2,1	7,4	97,9
	СКВ		0,2	84,5	1,1	1,4	0,3	4,2
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	20,9	26,9	1,6	5,0	6,7	85,7
		Ref.Con.	13,1	17,9	1,1	6,3	8,4	107,1
CW1	Середнє		0,0	133,3	1,2	7,1	7,6	102,9
	Максимум		0,4	599,8	9,2	12,0	9,6	132,1
	Мінімум		0,0	36,3	0,3	1,6	7,3	96,6
	СКВ		0,1	88,0	1,2	2,0	0,4	5,6
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	9,2	9,1	1,6	5,0	6,7	85,7
		Ref.Con.	6,1	6,1	1,1	6,3	8,4	107,1
TW5	Середнє		6,5	404,8	8,2	2,5	8,0	103,8
	Максимум		16,1	902,6	11,9	5,2	9,3	117,1
	Мінімум		1,7	155,4	5,6	1,4	6,9	93,6
	СКВ		2,9	144,8	1,5	1,0	0,6	5,6
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	27,6	193,0	1,9	2,1	9,6	86,5
		Ref.Con.	18,4	129,0	1,3	2,7	8,0	108,1
CW4	Середнє		4,6	232,2	8,9	2,5	7,9	104,7
	Максимум		19,3	414,1	25,7	4,9	9,5	128,5
	Мінімум		0,9	121,0	3,5	1,5	6,7	87,5
	СКВ		3,6	86,5	3,6	0,7	0,6	8,2
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	18,4	46,4	1,7	5,1	9,2	86,4
		Ref.Con.	12,2	30,9	1,1	6,3	7,7	108,0
CW5	Середнє		0,2	121,7	4,3	2,7	7,7	101,4
	Максимум		2,6	238,9	11,2	4,2	8,5	113,2
	Мінімум		0,0	32,1	1,1	1,6	7,3	93,6
	СКВ		0,5	67,8	2,9	0,6	0,3	4,2
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	18,4	37,4	1,5	5,4	8,8	87,2
		Ref.Con.	12,2	24,9	1,0	6,8	7,3	109,0
CW6	Середнє		1,1	101,9	5,2	2,6	7,5	99,9
	Максимум		9,2	203,4	12,4	5,2	8,3	107,3
	Мінімум		0,0	20,4	0,8	1,4	7,0	88,4
	СКВ		2,2	56,3	3,3	0,8	0,3	4,4
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	17,5	26,4	1,9	5,6	6,2	81,4
		Ref.Con.	11,7	17,6	1,3	7,0	7,8	101,7
CW7	Середнє		10,7	161,8	9,9	2,0	7,4	96,9
	Максимум		29,7	402,4	15,4	3,7	9,2	113,7
	Мінімум		2,1	71,9	4,4	1,4	6,1	79,9
	СКВ		6,0	74,2	2,0	0,5	0,7	7,1
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	16,7	20,5	2,3	5,2	6,1	81,8
		Ref.Con.	11,1	13,7	1,6	6,5	7,6	102,3

Таблиця 2.15 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у осінній період 2022 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		3,0	234,3	3,1	4,9	9,3	100,3
	Максимум		18,6	699,1	6,7	8,7	10,4	107,6
	Мінімум		0,1	103,4	1,0	1,8	8,5	96,3
	СКВ		3,7	110,7	1,3	1,8	0,6	2,5
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	24,0	37,8	1,4	5,7	11,4	115,2
		Ref.Con.	16,0	25,2	0,9	7,1	9,2	96,0
CW1	Середнє		1,5	161,1	2,2	5,9	9,2	99,4
	Максимум		20,3	762,6	5,4	9,9	10,8	109,9
	Мінімум		0,0	47,2	0,2	1,5	8,2	93,2
	СКВ		3,3	116,4	1,3	2,2	0,6	3,1
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	10,6	12,8	1,4	5,7	7,4	115,2
		Ref.Con.	7,0	8,5	0,9	7,1	9,2	96,0
TW5	Середнє		16,1	761,9	6,5	3,3	9,9	102,5
	Максимум		24,6	1128,4	10,8	5,4	11,4	108,2
	Мінімум		7,7	349,3	3,1	1,7	8,3	96,9
	СКВ		4,3	159,5	2,0	1,0	0,8	2,6
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	31,7	272,0	1,7	2,4	10,4	116,3
		Ref.Con.	21,1	182,0	1,1	3,0	8,7	96,9
CW4	Середнє		22,4	557,5	7,3	3,5	9,9	102,0
	Максимум		49,3	965,5	18,0	6,8	11,0	114,5
	Мінімум		7,8	261,8	1,4	1,8	7,8	92,7
	СКВ		10,8	177,6	4,2	1,1	0,9	4,7
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,9	34,7	1,5	5,4	10,2	115,4
		Ref.Con.	14,6	23,1	1,0	6,8	8,5	96,2
CW5	Середнє		16,3	348,6	9,4	3,6	9,6	99,8
	Максимум		67,8	987,2	23,1	10,1	10,8	122,3
	Мінімум		0,1	85,0	1,7	1,5	5,5	51,8
	СКВ		18,5	218,7	5,5	1,3	0,7	10,7
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,9	27,9	1,4	5,8	9,6	116,5
		Ref.Con.	14,6	18,6	0,9	7,2	8,0	97,1
CW6	Середнє		29,3	562,6	16,9	3,2	9,0	93,7
	Максимум		120,2	2142,4	46,3	6,9	12,5	143,2
	Мінімум		0,1	93,0	0,7	1,5	0,9	8,2
	СКВ		29,0	350,4	10,8	1,2	1,8	22,2
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	22,6	51,9	1,7	5,9	7,2	111,6
		Ref.Con.	15,0	34,6	1,1	7,4	9,0	93,0
CW7	Середнє		49,8	907,7	10,5	2,9	8,3	84,0
	Максимум		80,2	1533,8	26,5	7,5	11,1	105,1
	Мінімум		25,5	445,8	1,1	1,5	5,5	58,3
	СКВ		12,4	224,0	7,1	1,2	1,3	10,9
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,5	35,0	2,1	5,5	7	112,3
		Ref.Con.	14,3	23,3	1,4	6,9	8,8	93,6

Таблиця 2.16 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у осінній період 2023 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		4,5	189,1	3,0	4,4	9,0	98,1
	Максимум		16,4	543,4	7,8	7,4	10,0	106,1
	Мінімум		0,1	69,8	1,6	2,3	7,7	91,9
	СКВ		5,1	122,0	1,3	1,4	0,7	3,2
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	24,0	37,8	1,4	5,7	7,4	115,2
		Ref.Con.	16,0	25,2	0,9	7,1	9,2	96,0
CW1	Середнє		3,1	123,4	2,2	4,8	8,9	98,4
	Максимум		16,4	506,2	6,9	10,0	10,4	107,6
	Мінімум		0,0	18,9	0,7	1,6	7,7	91,1
	СКВ		4,4	113,2	1,2	1,9	0,7	3,5
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	10,6	12,8	1,4	5,7	7,4	115,2
		Ref.Con.	7,0	8,5	0,9	7,1	9,2	96,0
TW5	Середнє		13,0	576,0	6,4	3,4	9,3	98,1
	Максимум		24,7	1018,7	12,0	5,7	10,3	117,0
	Мінімум		2,6	214,8	2,5	1,5	7,9	82,1
	СКВ		5,9	209,7	2,6	1,1	0,7	8,0
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	31,7	272,0	1,7	2,4	10,4	116,3
		Ref.Con.	21,1	182,0	1,1	3,0	8,7	96,9
CW4	Середнє		15,0	332,2	5,9	3,5	9,8	103,9
	Максимум		36,1	502,9	11,3	9,2	11,2	118,7
	Мінімум		4,9	187,1	0,6	1,7	7,3	92,1
	СКВ		6,9	67,4	3,0	1,3	1,1	6,3
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,9	34,7	1,5	5,4	10,2	115,4
		Ref.Con.	14,6	23,1	1,0	6,8	8,5	96,2
CW5	Середнє		8,8	148,8	7,3	3,4	9,4	99,8
	Максимум		18,5	424,5	26,3	7,7	10,5	115,9
	Мінімум		0,1	78,0	1,4	1,5	7,6	93,5
	СКВ		6,1	43,6	4,5	1,2	0,8	4,7
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,9	27,9	1,4	5,8	9,6	116,5
		Ref.Con.	14,6	18,6	0,9	7,2	8,0	97,1
CW6	Середнє		16,2	213,3	12,0	3,2	9,3	98,5
	Максимум		60,0	647,3	32,5	6,4	10,8	123,7
	Мінімум		0,3	59,8	2,3	1,4	6,6	82,2
	СКВ		9,2	104,6	8,6	1,2	1,0	7,8
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	22,6	51,9	1,7	5,9	10,8	111,6
		Ref.Con.	15,0	34,6	1,1	7,4	9,0	93,0
CW7	Середнє		46,2	496,8	9,0	2,3	9,8	99,9
	Максимум		91,8	1099,2	18,9	3,5	13,2	118,0
	Мінімум		20,6	216,6	4,1	1,5	4,5	52,7
	СКВ		20,4	218,9	4,3	0,4	2,4	17,4
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,5	35,0	2,1	5,5	10,6	112,3
		Ref.Con.	14,3	23,3	1,4	6,9	8,8	93,6

Таблиця 2.17 – Статистичні показники поживних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації та відповідності статусу ДЕС водних масивів у осінній період 2024 р.

Район	Показник		P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Хлорофілл-а (мкг/дм ³)	Прозорість (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
ShW1	Середнє		3,3	95,0	2,1	6,9	9,1	98,2
	Максимум		9,2	313,8	6,3	15,0	10,5	101,5
	Мінімум		0,3	13,5	0,7	2,3	7,9	94,9
	СКВ		2,0	70,9	1,2	2,6	0,8	1,5
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	24,0	37,8	1,4	5,7	7,4	115,2
		Ref.Con.	16,0	25,2	0,9	7,1	9,2	96,0
CW1	Середнє		1,8	37,2	1,4	8,3	9,0	98,7
	Максимум		7,2	261,2	8,4	18,3	10,3	106,7
	Мінімум		0,0	0,1	0,3	2,3	7,8	94,0
	СКВ		1,7	51,3	1,0	3,5	0,7	1,9
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	10,6	12,8	1,4	5,7	7,4	115,2
		Ref.Con.	7,0	8,5	0,9	7,1	9,2	96,0
TW5	Середнє		13,1	481,7	4,0	4,2	9,8	100,8
	Максимум		26,7	845,7	8,5	9,4	12,8	118,3
	Мінімум		5,6	191,9	2,3	1,7	7,1	82,0
	СКВ		4,4	136,2	1,5	1,6	1,6	9,1
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	31,7	272,0	1,7	2,4	10,4	116,3
		Ref.Con.	21,1	182,0	1,1	3,0	8,7	96,9
CW4	Середнє		9,9	214,8	4,4	3,8	9,6	100,9
	Максимум		20,6	423,4	9,5	13,2	11,5	105,8
	Мінімум		4,1	105,5	1,3	1,4	7,5	93,1
	СКВ		3,7	66,7	2,4	1,9	1,1	3,1
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,9	34,7	1,5	5,4	10,2	115,4
		Ref.Con.	14,6	23,1	1,0	6,8	8,5	96,2
CW5	Середнє		2,0	14,8	4,8	4,0	9,4	98,5
	Максимум		12,1	54,3	12,6	13,4	10,9	105,7
	Мінімум		0,1	0,2	2,2	1,6	7,2	85,9
	СКВ		2,8	16,7	2,9	1,9	1,1	4,1
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,9	27,9	1,4	5,8	9,6	116,5
		Ref.Con.	14,6	18,6	0,9	7,2	8,0	97,1
CW6	Середнє		2,1	16,1	6,5	3,2	9,5	99,1
	Максимум		8,8	95,7	12,4	9,9	11,0	108,6
	Мінімум		0,1	0,2	2,8	1,4	7,2	85,7
	СКВ		2,7	21,9	2,8	1,4	1,2	5,4
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	22,6	51,9	1,7	5,9	10,8	111,6
		Ref.Con.	15,0	34,6	1,1	7,4	9,0	93,0
CW7	Середнє		7,4	113,2	8,8	2,4	10,4	106,3
	Максимум		24,0	419,6	14,5	4,0	12,0	119,3
	Мінімум		0,9	29,7	3,4	1,4	8,1	97,7
	СКВ		5,9	89,8	2,7	0,7	1,1	5,4
	Кіл-сть даних		92	92	92	92	92	92
	ДЕС	Цільова	21,5	35,0	2,1	5,5	10,6	112,3
		Ref.Con.	14,3	23,3	1,4	6,9	8,8	93,6

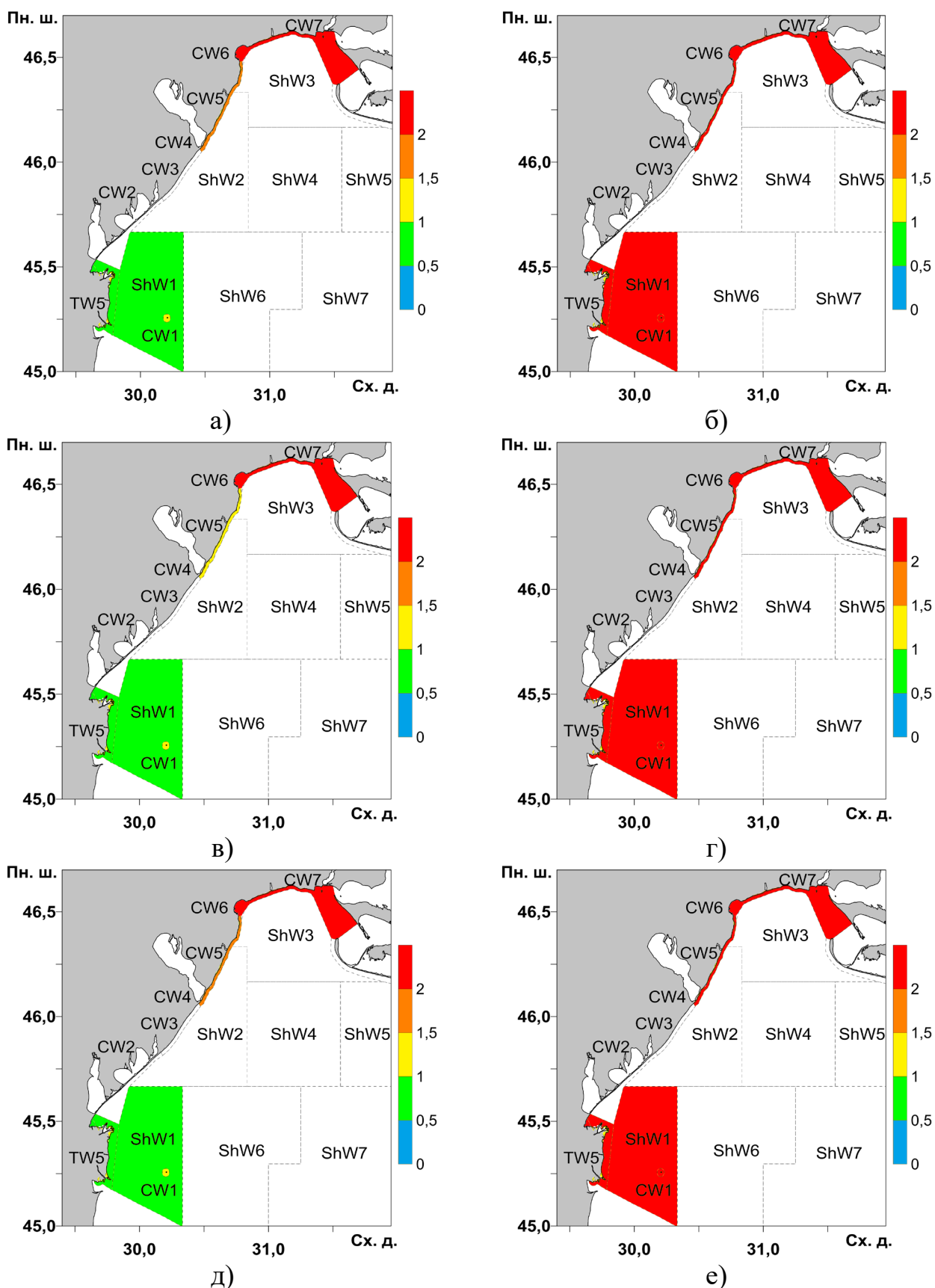


Рисунок 2.5 – Статус водних масивів ПЗЧМ за показниками вмісту фосфору фосфатного (а, в, д) і азоту нітратного (б, г, е) по відношенню до їх цільових значень у зимовий період 2022 (а, б), 2023 (в, г) та 2024 (д, е) років

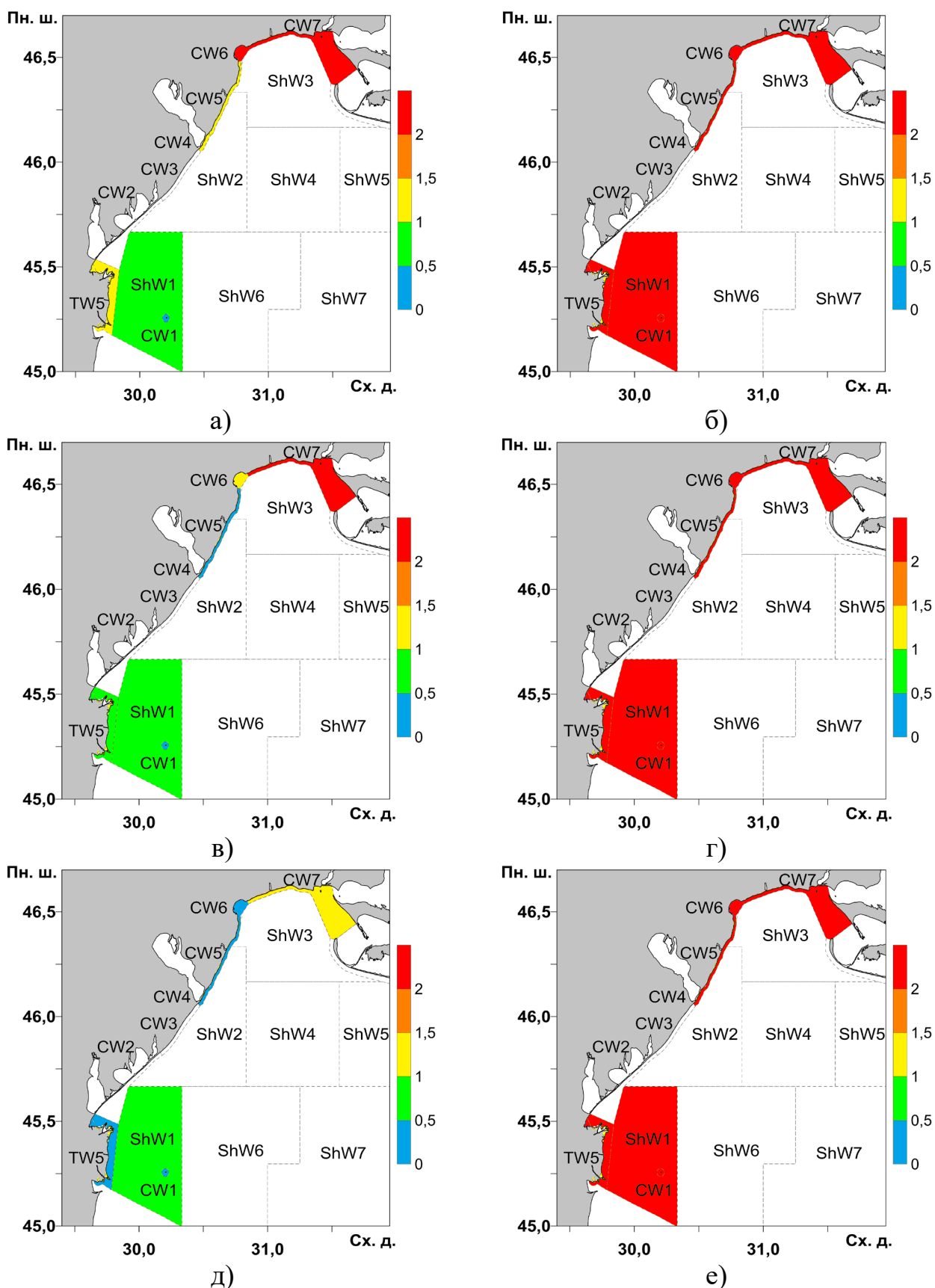


Рисунок 2.6 – Статус водних масивів ПЗЧМ за показниками вмісту фосфору фосфатного (а, в, д) і азоту нітратного (б, г, е) по відношенню до їх цільових значень у весняний період 2022 (а, б), 2023 (в, г) та 2024 (д, е) років

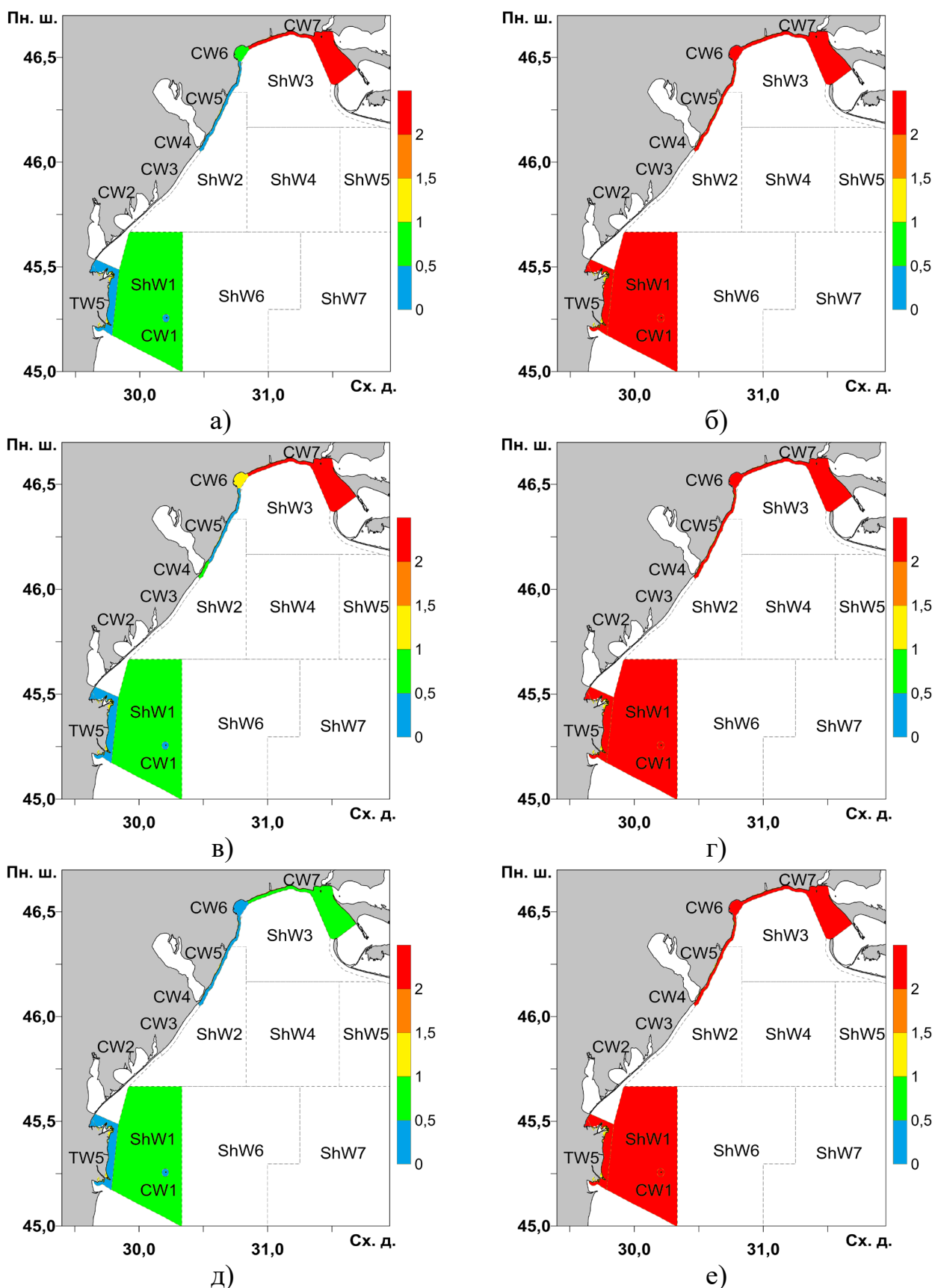


Рисунок 2.7 – Статус водних масивів ПЗЧМ за показниками вмісту фосфору фосфатного (а, в, д) і азоту нітратного (б, г, е) по відношенню до їх цільових значень у літній період 2022 (а, б), 2023 (в, г) та 2024 (д, е) років

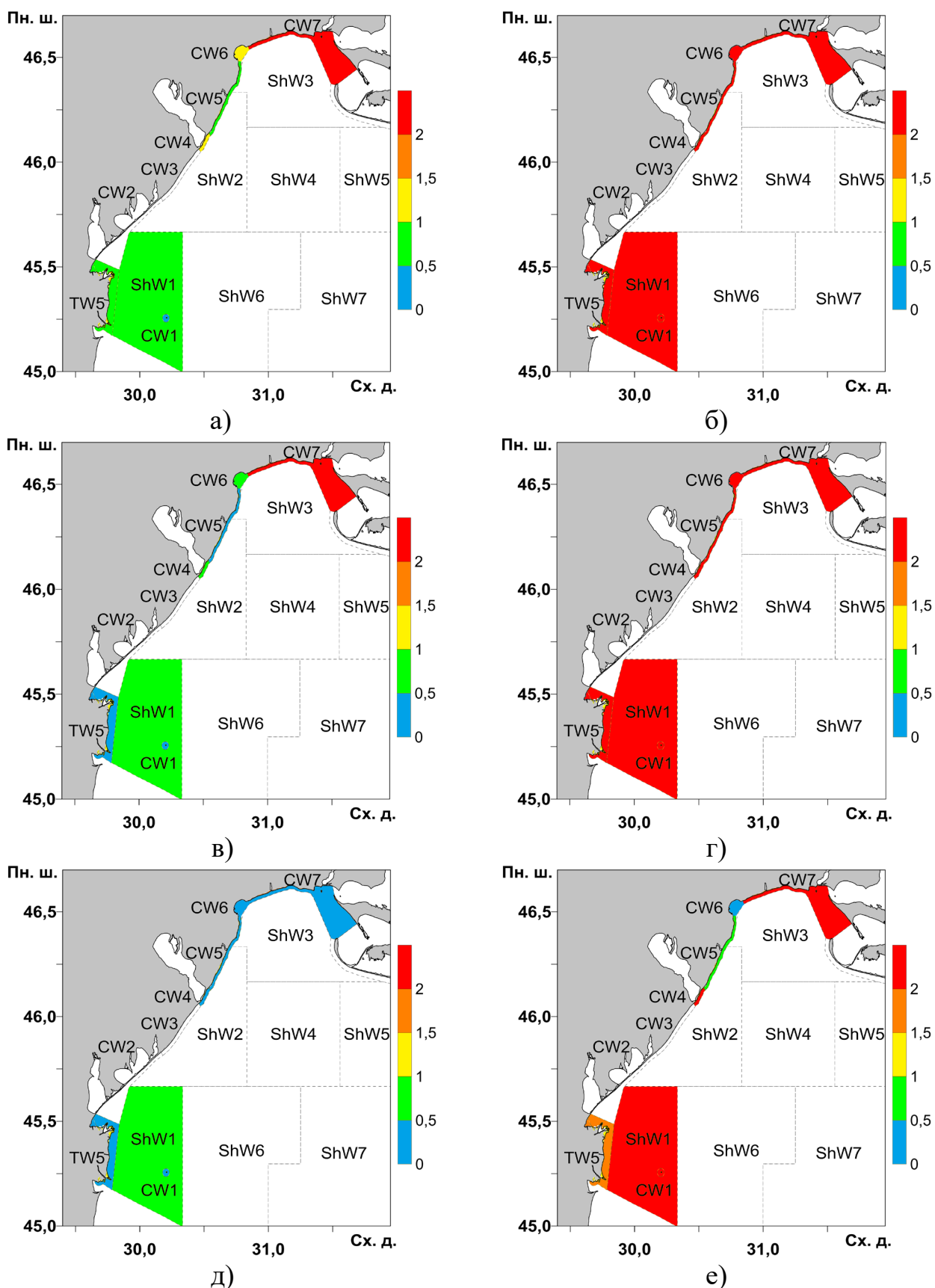


Рисунок 2.8 – Статус водних масивів ПЗЧМ за показниками вмісту фосфору фосфатного (а, в, д) і азоту нітратного (б, г, е) по відношенню до їх цільових значень у осінній період 2022 (а, б), 2023 (в, г) та 2024 (д, е) років

3 ОЦІНКА СТАНУ І ТЕНДЕНЦІЙ ЕВТРОФІКАЦІЇ ШЕЛЬФОВИХ ВОД УКРАЇНИ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

3.1 Показник трофності і якості вод *TRIX*

В практиці оцінки ступеню евтрофованості і якості вод, наряду з іншими показниками, досить широко використовується індекс трофності (*TRIX*) [19]-[25], який є інтегральним показником, пов'язаним з характеристиками первинної продукції фітопланктону і з харчовими факторами (концентрацією поживних БР). В розрахункову формулу показника *TRIX* входять наступні характеристики екосистеми:

- концентрація хлорофілу – аналог, який замінює показник автотрофної біомаси фітопланктону;
- відхилення насиченості киснем від 100 % – індикатор інтенсивності первинної продукції системи, який охоплює фазу активного фотосинтезу і фазу переважання дихання;
- концентрації загального фосфору і мінерального азоту – показники присутності кількості поживних речовин.

Переваги показника *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 рівня трофності вод за показником *TRIX* різних районів моря і Світового океану [23], [24], [25].

Показник *TRIX* розраховується за формулою:

$$TRIX = [\log(Ch \cdot D\%O \cdot N_M \cdot P_3) + 1,5] / 1,2, \quad (1)$$

де Ch – концентрація хлорофілу «а», мкг/дм³;

$D\%O$ – відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню від 100 % насичення;

N_m – концентрація суми розчинених форм мінерального азоту, мкг/дм³;

P_3 – концентрація загального фосфору, мкг/дм³.

Оцінка можливості застосування показника $TRIX$ для ПЗЧМ, на підставі порівняльного аналізу діапазонів коливань показників ПЗЧМ і прийнятих в розрахунковій формулі, була виконана в [19]-[22].

Показник $TRIX$ змінюється відповідно умов трофності вод у межах від 0 од. до 10 од., а оцінка категорії трофності і стану якості вод здійснюється згідно величини показника, що наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Категорії трофності, стан якості вод і їх характеристика залежно від значення показника $TRIX$

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

3.2 Оцінка евтрофікації шельфових вод України за показником TRIx

Розрахунки показника TRIx виконувались за показниками кожного комплексу вимірювань, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням, на підставі даних регулярного прибережного моніторингу, періодичних екологічних зйомок, а також даних супутникових спостережень вмісту хлорофілу-а та даних морської служби CMEMS.

В 2022-2024 рр. трофність прибережних вод Одеського регіону, згідно категорій показника TRIx, відповідала переважно по водним масивам CW4-CW7 «середньому», «високому» та «дуже високому» рівням. Значення показника TRIx, в розрахунки якого приймалися дані морської служби CMEMS, змінювались в масиві CW4 від 4,1 од. до 8,0 од., в масиві CW5 – від 3,0 од. до 8,2 од., в масиві CW6 – від 3,2 од. до 8,6 од., в масиві CW7 – від 4,0 од. до 7,9 од., при середніх за три роки значеннях по районах досліджень 6,0 од., 5,7 од., 6,2 од. та 6,5 од., відповідно (рис. 3.1).

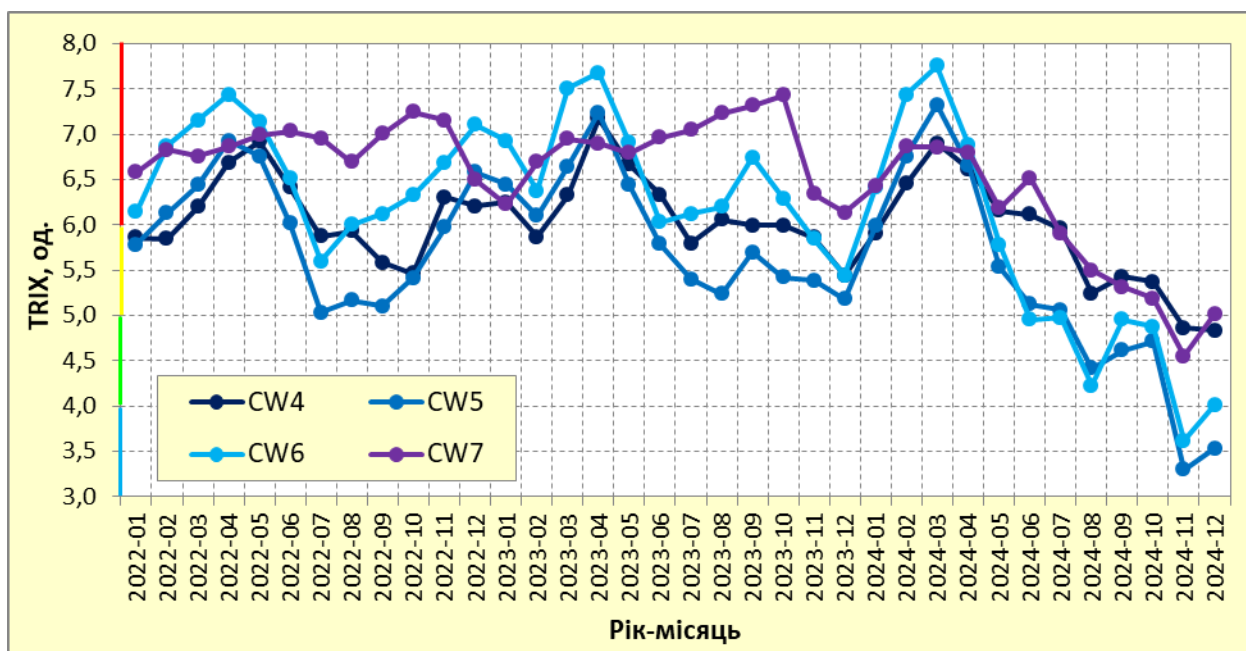


Рисунок 3.1 – Значення показника трофності TRIx прибережних вод Одеського регіону в 2022-2024 рр.

За середніми річними значеннями показника TRIХ райони досліджень CW4, CW5, CW6 та CW7 відповідали «високому» і «дуже високому» рівням трофності. Підвищені значення показника трофності пов'язані зі стоком Дніпровсько-Бузького та Дністровського лиманів, з впливом стоку вод зі станцій біологічної очистки, дренажних стоків та з впливом військових дій.

За даними регулярних спостережень прибережних вод рекреаційної зони м. Одеси в районі мису Малий Фонтан та Чорноморського яхт-клубу в річному ході показника трофності TRIХ мінімальні значення спостерігались в зимовий період, а максимуми – в літній період (рис. 3.2.), особливо в червні, що було пов'язано з наслідками підриву греблі Каховської ГЕС у 2023 р., зокрема, цвітінням трьох видів синьо-зелених водоростей: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Dolichospermum flos-aquae* та *Microcystis aeruginosa* з загальною біомасою близько 7 г/м³ при середніх в червні температурі 20 °С та солоності 10,2 о.п.с. Також відмічалось цвітіння в межах Одеського регіону (в водному масиві CW5) діатомових *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey 1937 з біомасою 4,0 г/м³ у червні 2022 р. при температурі 20,5 °С та солоності 17,6 о.п.с. та *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve 1873 з біомасою 3,1 г/м³ у серпні 2022 р. при температурі 20,6 °С та солоності 16,6 о.п.с. У 2024 р. відмічалось цвітіння потенційно токсичної дінофітової водорості *Lingulodinium polyedra*, концентрація якої зросла з 71 мг/м³ на початку серпня до 653 мг/м³ у першій декаді вересня 2024 року. Це значне зростання свідчить про серйозність екологічної ситуації, адже ця водорість раніше вже викликала червоні припливи у регіоні.

Трофність прибережних вод м. Одеси в річному циклі, згідно категорії показника TRIХ, відповідала «середньому» рівню в зимові та весняні періоди та «високому» рівню – в літні та осінні періоди, а якість вод класифікувалась в зоні рекреації як «гарна» та «середня». Середні значення показника TRIХ склали: у 2022 р. – 5,0 од., у 2023 р. – 5,1 од., у 2024 р. – 5,5 од.

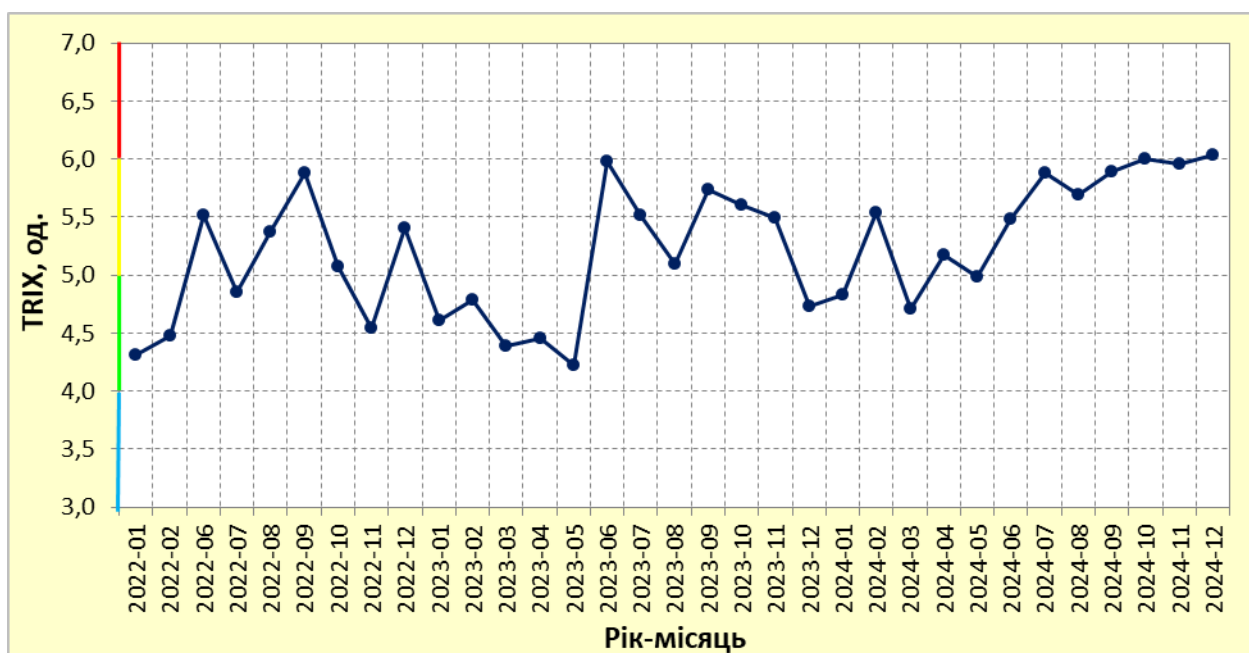


Рисунок 3.2 – Річний хід середніх місячних значень показника трофності TRIX прибережних вод м. Одеси у 2022-2024 рр.

Дані регулярного екологічного моніторингу прибережних вод Одеського регіону, який виконується УкрНЦЕМ в зоні рекреації з початку ХХІ сторіччя, дозволяє визначити багаторічні зміни і тенденції в евтрофікації і формуванні якості морських вод, які обумовлюються мінливістю, як антропогенного навантаження на морське середовище, так і мінливістю природних гідрологічних і метеорологічних факторів.

На фоні значних міжрічних коливань в багаторічних змінах ступеню евтрофікації і якості прибережних вод на шельфі в Одеському регіоні за даними спостережень в рекреаційній зоні віддаленій від промислових районів визначається тренд до зниження трофності і підвищення якості вод за інтегральним показником TRIX. В період 2000-2024 рр. за чисельними значеннями показника TRIX тенденція до зниження трофності вод складала – 0,025 од. у рік. На початку сторіччя значення показника TRIX перевищували 6,0 од. і стан трофності вод відповідав «дуже високому» рівню. Середнє значення показника TRIX за останні п'ять років склало 5,1 од., що відповідає рівню трофності «високий», проте близький до «середнього» (рис. 3.3).

В багаторічній мінливості біогенних речовин за даними регулярних спостережень в прибережних водах Одеського регіону з початку 2000 р. спостерігалась тенденція до зменшення середньої річної концентрації фосфатного і загального фосфору, мінеральних форм азоту і відповідно пониження трофності прибережних вод масиву CW5 в період 2000-2012 рр. В 2012-2024 роки спостерігається стабілізація трофності вод масиву CW5 на рівні від 4,52 од. до 5,46 од. і відповідає «середньому» рівню трофності при значенні середнього індексу $TRIX = 4,94$ од., що зображено на рисунку 3.4.

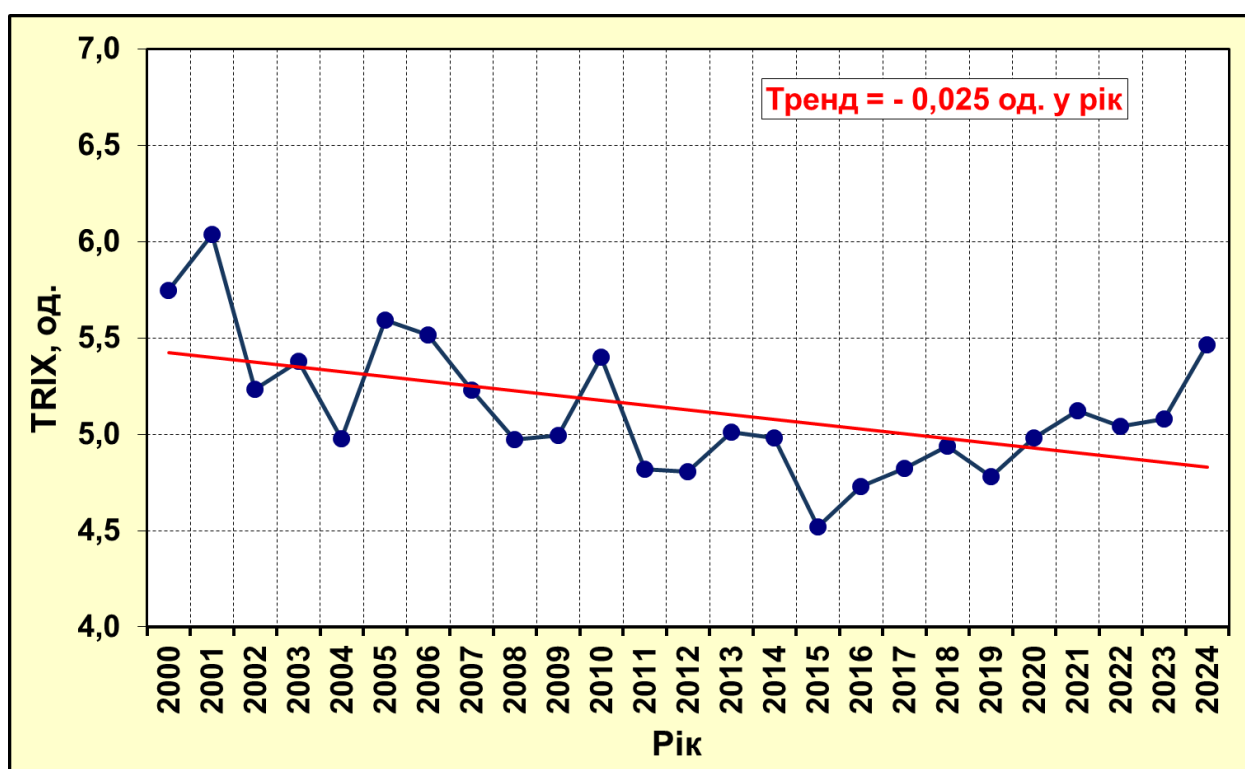


Рисунок 3.3 – Багаторічна мінливість трофності і якості прибережних вод Одеського регіону ПЗШ ЧМ за показником TRIX

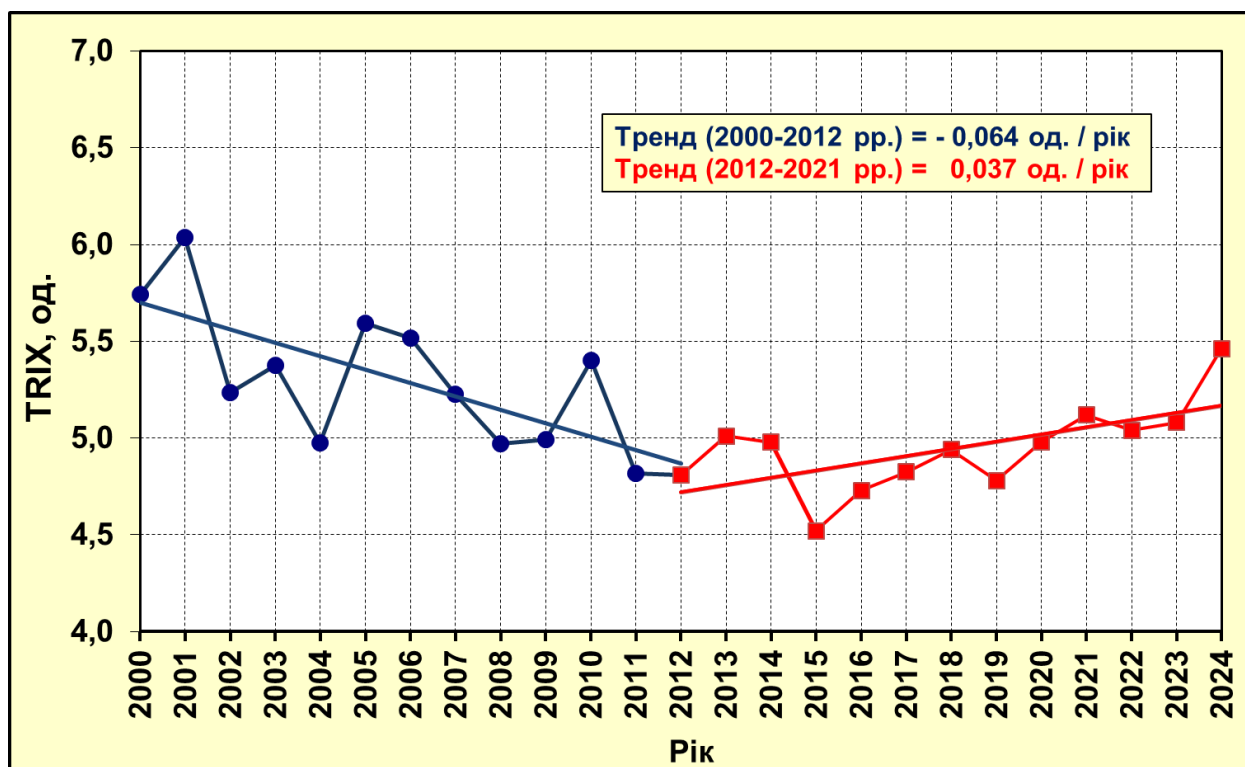


Рисунок 3.4 – Багаторічна мінливість тріфності і якості прибережних вод водного масиву CW5 Одеського регіону за показником TRIx

Трофічність вод Дунайського регіону (водні масиви CW1, TW5 та ShW1) за період 2022-2024 рр. за показником TRIx відповідали «середньому», «високому» та «дуже високому» рівню тріфності. Значення показника TRIx, в розрахунки якого приймалися дані морської служби CMEMS, змінювались впродовж трьох років в масиві CW1 від 2,5 од. до 6,8 од., в масиві TW5 – від 4,8 од. до 7,3 од., в масиві ShW1 – від 3,1 од. до 6,6 од., при середніх за період 2022-2024 рр. значеннях по районах досліджень 4,7 од., 6,0 од. та 5,0 од., відповідно (рис. 3.5).

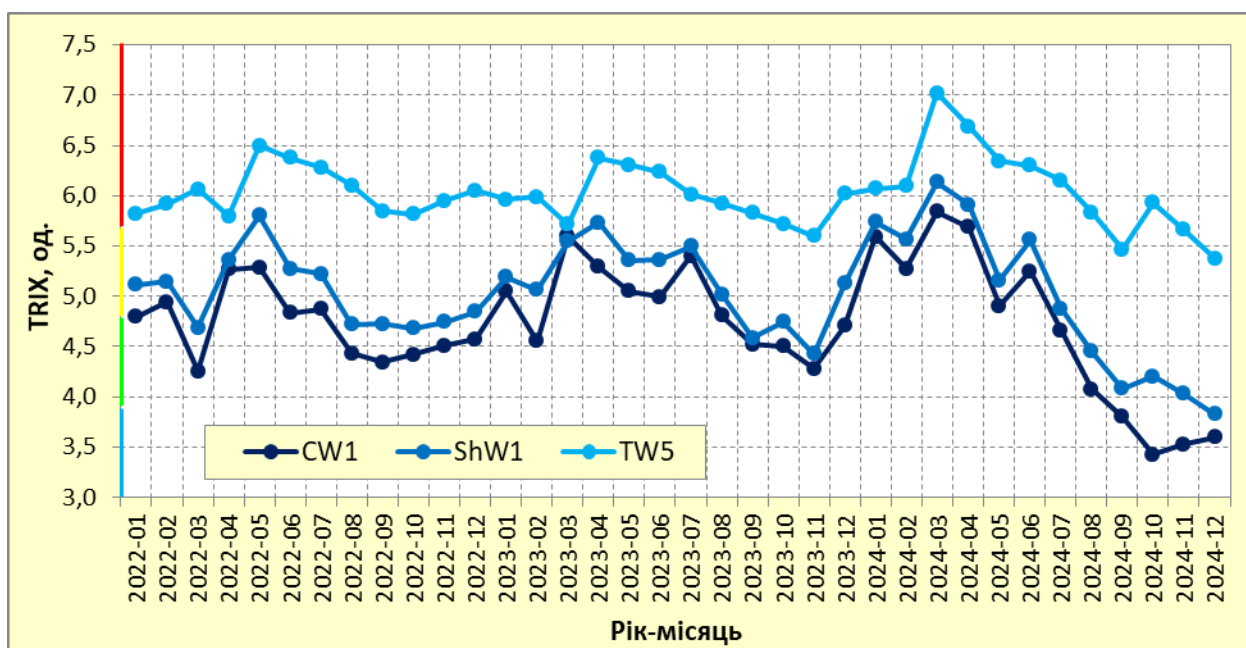


Рисунок 3.5 – Річний хід середніх місячних значень показника трофності TRIx Дунайського регіону у 2022-2024 рр.

Середній річний просторовий розподіл значень показника TRIx, розрахований в межах виключної морської економічної зони України, вказує на явний вплив річкового стоку на формування стану трофності та якості морських вод і особливо дунайського (рис. 3.6). При віддаленні від гирла р. Дунай, Дністровського та Дніпровсько-Бузького лиманів ступінь трофності вод знижується.

За даними експедиційних досліджень 2009-2021 рр. середні річні значення індексу TRIx, до розрахунку яких залучались дані супутникових спостережень вмісту хлорофілу-а, змінювались в діапазоні від 5,0 од. до 7,3 од. Зниження трофності вод на дунайському узмор'ї в середньому по району досліджень з «дуже високого» до «високого» рівня простежується в осінні періоди спостережень з 2016 р. (рис. 3.7). В середньому за період досліджень 2009-2021 рр. показник TRIx складає 6,4 од., що відповідає «дуже високому» рівню трофності.

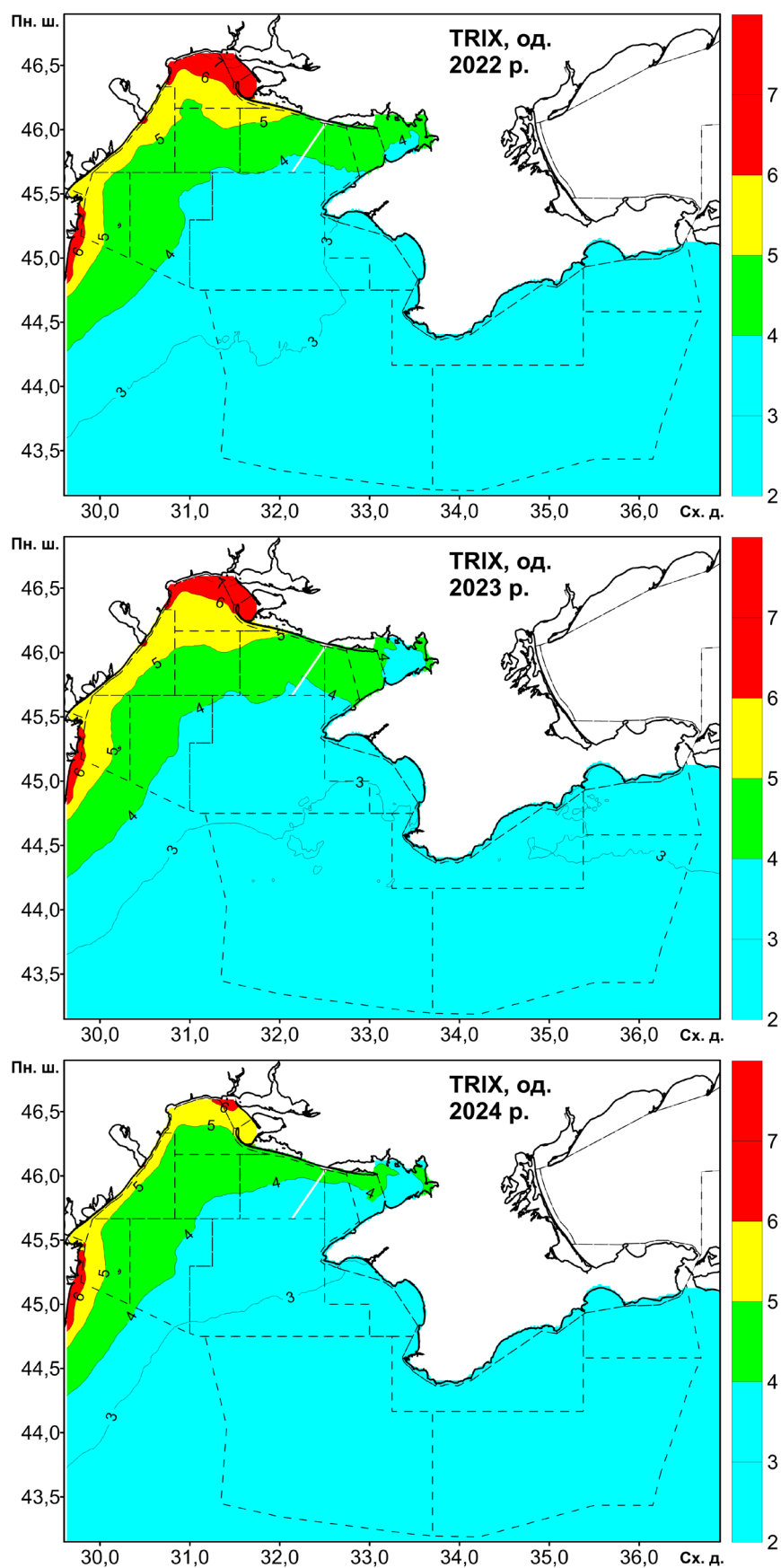


Рисунок 3.6 – Середньорічні просторові розподіли значень показника TRIX в межах виключної морської економічної зони України

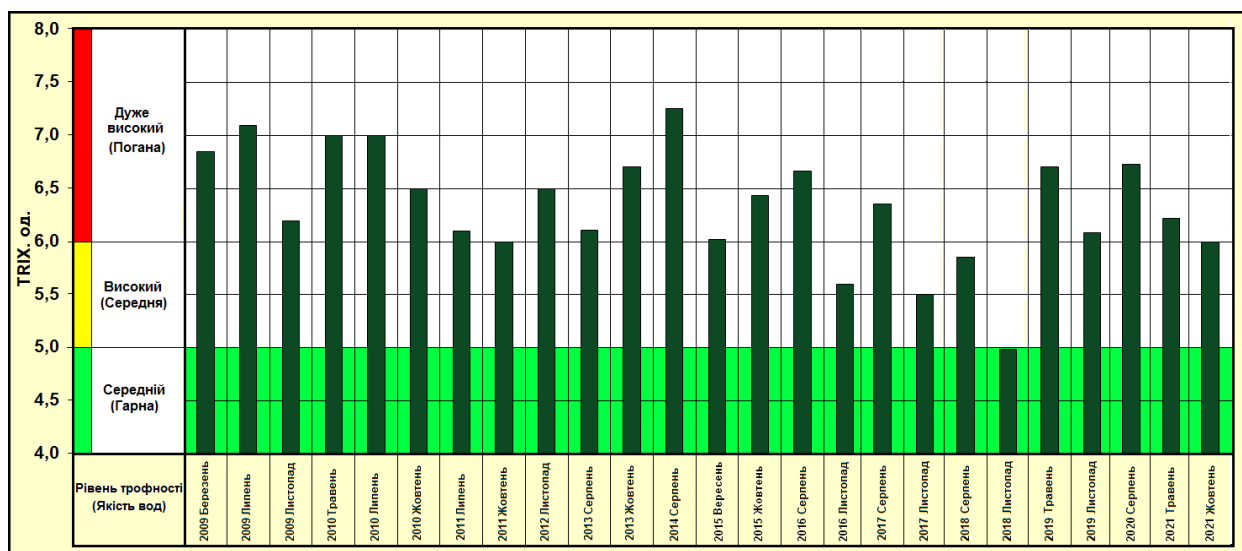


Рисунок 3.7 – Багаторічна мінливість ступеню трофності і якості вод Дунайського узмор'я в районі гирла Бистре за показником TRIХ

3.3 Методика оцінки ступеню евтрофікації морських вод BEAST

Методика оцінки рівня евтрофікації (BEAST) розроблена спеціально для Чорного моря, та є модифікацією раніше розробленої Гельсінською комісією (HELCOM) методики оцінки рівня евтрофікації (HEAT) [26]-[27] і по суті BEAST ідентично методиці оцінки HEAT 3.0.

Безрозмірний показник якості вод (EQR) в даній методиці характеризує оцінку якості вод щодо їх трофності і визначається по співвідношенню фактичних значень спостережуваних параметрів (позначаються в методиці як AcStat) до цільових значень (Target), які відповидають ДЕС і визначаються за даними фонових величин, які були раніше до періоду евтрофікації (позначаються в методиці як RefCon) з урахуванням допустимих відхилень від фону. Цільові значення Target для параметрів, які зростають при збільшенні евтрофування приймаються за визначенням:

$$\text{Target} = \text{RefCon} + 0,5 * \text{RefCon}, \quad (2)$$

яка повинна бути $\leq 0,75$ ГДК (гранично допустимої концентрації), і для параметрів, які зменшуються при збільшенні евтрофування приймалися за визначенням

$$\text{Target} = \text{RefCon} - 0,2 * \text{RefCon}. \quad (3)$$

До оцінки ступеня евтрофування входять три групи індикаторів:

- неорганічні фосфор і азот;
- хлорофіл, біомаса фітопланктону, прозорість вод, завислі речовини;
- розчинений кисень, придонні безхребетні тварини.

Набір індикаторів може змінюватись залежно від їх визначення, зменшуватись або збільшуватись від кількості їх визначення.

В даній роботі використовувались наступні індикатори, які регулярно визначались в прибережних водах м. Одеса:

- неорганічні фосфор і азот;
- хлорофіл-а;
- розчинений кисень.

Оцінка якості вод водних масивів Одеського узбережжя (CW4-CW7) та дунайського регіону (CW1, TW5, ShW1) щодо їх трофності за показником EQR виконувалась за даними морської служби CMEMS. В розрахунки, крім перелічених вище індикаторів, включались також дані з прозорості та фітопланктону.

Розрахунки показника EQR виконуються для кожного індикатору згідно співвідношення $\text{AcStat}/\text{Target}$ і далі осереднюються в кожній групі індикаторів при рівнозначному вкладі, або з урахуванням прийнятої дольової частки, яка задається від 25 % до 75 %, при сумі всіх індикаторів в групі 100 %. В даній роботі в групі неорганічного фосфору і азоту дольова частка цих індикаторів була прийнята 70 % и 30 %, відповідно.

Остаточна оцінка якості і трофності вод відповідає найбільшому

значенню визначених середніх EQR трьох груп індикаторів. Оцінка якості вод щодо їх трофності підрозділяється на п'ять класів залежно від EQR:

- Hight (вімінний) при $EQR \leq 0,5$;
- Good (добрий) при $0,5 < EQR \leq 1,0$;
- Moderate (задовільний) при $1,0 < EQR \leq 1,5$;
- Poor (посередній) при $1,0 < EQR \leq 2,0$;
- Bad (поганий) при $EQR > 2,0$.

3.4 Оцінка евтрофікації і якості шельфових вод України за методикою BEAST

Розрахунки показника стану якості вод EQR виконувались за показниками кожного комплексу вимірювань, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням, на підставі даних регулярного прибережного моніторингу та даних морської служби CMEMS.

В водних масивах CW4, CW5, CW6 і CW7 Одеського регіону в 2022-2024 рр. за даними морської служби CMEMS і оцінок виконаних на підставі методики BEAST середні за три роки значення показника якості вод EQR по кожному району досліджень склали 3,5 од., 3,8 од., 7,2 од. та 10,4 од. відповідно. Таким чином, отримані середні річні величини характеризували стан якості вод масивів CW4-CW7 як «поганий» і не відповідали ДЕС. Внутрішньорічний цикл за середніми місячними значеннями показника якості вод EQR зображено на рисунку 3.8. В зимово-весняні періоди відмічались максимуми поганого стану якості води.

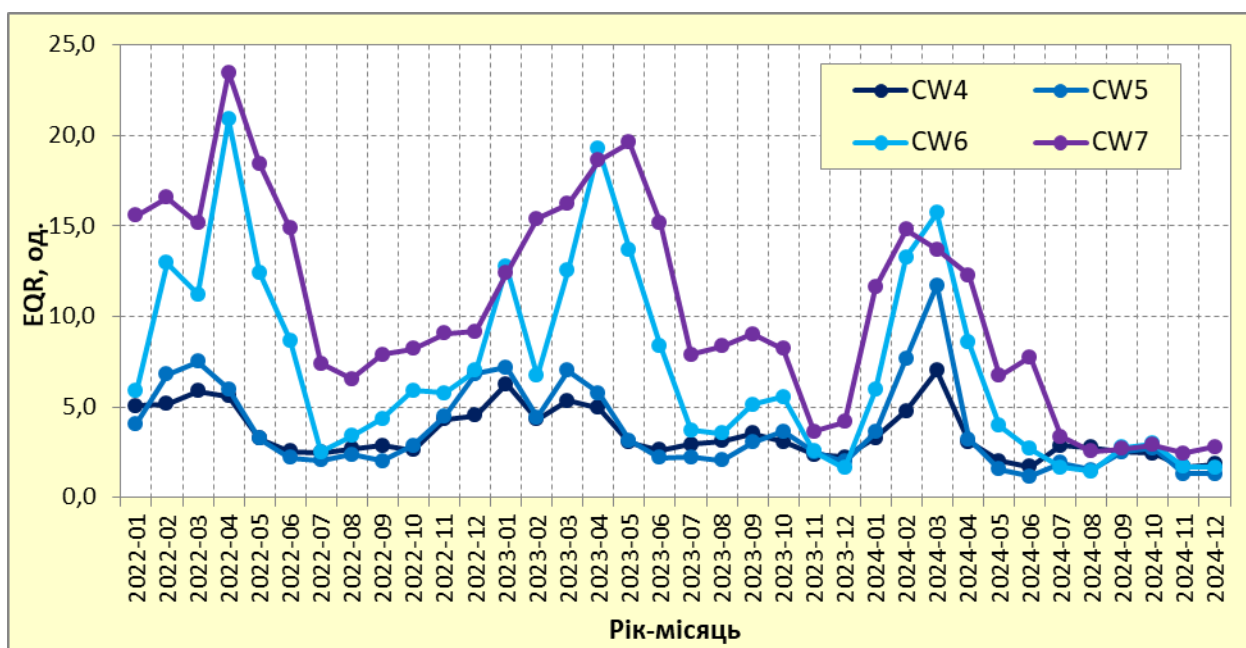


Рисунок 3.8 – Річний хід середніх місячних значень показника EQR стану якості прибережних вод Одеського регіону в 2022-2024 рр.

За даними регулярних спостережень прибережних вод рекреаційної зони м. Одеси в районі мису Малий Фонтан та Чорноморського яхт-клубу в річному ході показника стану якості EQR мінімальні значення спостерігались у весняні періоди та відповідали «задовільному» стану, а максимальні – в літні та осінні періоди, особливо в червні 2023 р. як наслідок після підриву греблі Каховської ГЕС, та відповідали «поганому» стану (рис. 3.9). Таким чином, стан якості EQR прибережних вод м. Одеси в річному циклі відповідав переважно «поганому» при середніх річних значеннях: у 2022 р. – 2,27 од., у 2023 р. – 3,09 од, у 2024 р. – 2,94 од., які не відповідали ДЕС.

Стан якості вод Дунайського регіону за даними CMEMS також не відповідав ДЕС. Середні річні значення показника якості вод EQR водних масивів CW1, TW5 і ShW1 склали 5,2 од., 2,1 од., 2,4 од., відповідно. Таким чином, отримані середні річні величини характеризували стан якості вод Дунайського регіону як «поганий». Внутрішньорічний цикл за середніми місячними значеннями показника якості вод EQR зображено на рисунку 3.10.

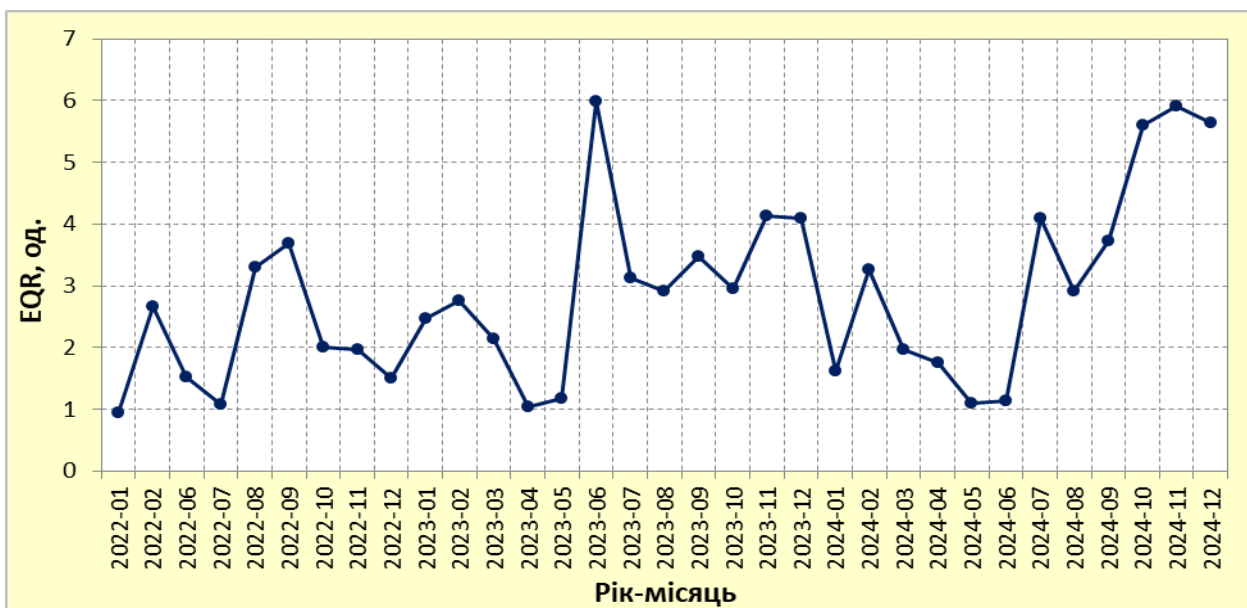


Рисунок 3.9 – Річний хід середніх місячних значень показника EQR стану якості прибережних вод рекреаційної зони м. Одеса в 2022-2024 рр.

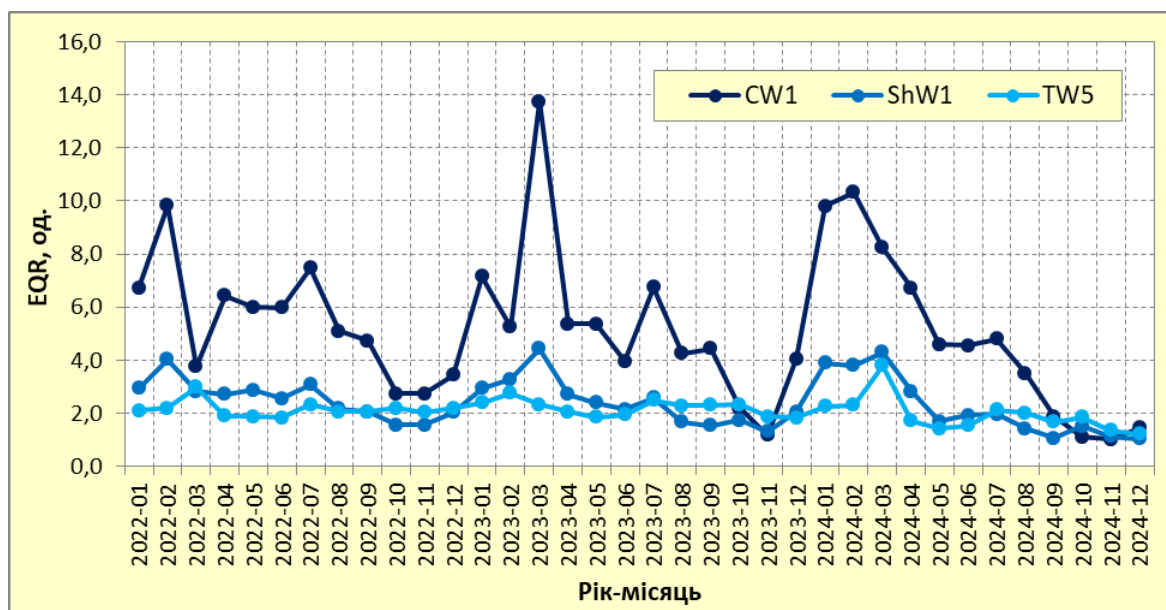


Рисунок 3.10 – Річний хід середніх місячних значень показника EQR стану якості вод Дунайського регіону в 2022-2024 рр.

ВИСНОВКИ

Середні річні значення вмісту кисню у 2022, 2023 та 2024 роках в поверхневих прибережних водах м. Одеси (водний масив CW5) склали 8,7 мг/дм³ (92,1 % насичення), 9,0 мг/дм³ (100,6 % насичення), 9,4 мг/дм³ (97,8 % насичення), відповідно, та відповідали «доброму» екологічному стану (ДЕС). Декілька окремих значень у жовтні 2023 р. та в грудні 2024 р. були нижчими за рівень гранично-допустимої концентрації 6,0 мг/дм³, визначеної для вод рибогосподарських водойм, але були більшими за рівень гранично-допустимої концентрації 4,0 мг/дм³, визначеної для внутрішніх морських вод та територіальних морів України. В цілому, за 2022-2024 рр. значення вмісту кисню водного масиву CW5 відповідали ДЕС і лише окремі значення не відповідали ДЕС, відповідали «задовільному» статусу якості вод.

За даними вмісту фосфору фосфатного середні річні значення склали 10,7 мкг/дм³, 15,5 мкг/дм³, 19,2 мкг/дм³, у 2022, 2023 та 2024 роках, відповідно. Екологічний статус прибережного водного масиву CW5 у 2022 та 2023 роках відповідав ДЕС («добрий» статус якості вод), а у 2024 р. – не відповідав ДЕС («задовільний» статус). Середні річні значення фосфору загального склали 38,2 мкг/дм³, 35,5 мкг/дм³ та 87,2 мкг/дм³ у 2022-2024 рр. і не відповідали ДЕС. За екологічною класифікацією якості ці значення у 2022 та 2023 рр. відповідали «задовільному» статусу, а у 2024 р. – «поганому». Починаючи з червня 2023 р. спостерігались підвищені концентрації загального фосфору, які відповідали переважно «посередньому» статусу, що очевидно є наслідком катастрофи, що сталась на Каховській ГЕС. В річній мінливості концентрації фосфору загального переважав вміст його органічної форми.

За даними багаторічних спостережень 2000-2024 рр. в прибережних водах масиву CW5 Одеського регіону ЧМ в цілому спостерігається тенденція зменшення фосфору фосфатного і фосфору загального, але в останні три

роки спостерігаються їх високі значення, особливо значення загального фосфору у 2024 р., яке було на рівні 2001 р.

Сума вмісту мінеральних форм азоту та концентрації загального азоту в прибережних водах м. Одеси в середньому за 2022 р. становили 131 мкг/дм³ та 674 мкг/дм³, за 2023 р. – 279 мкг/дм³ та 3083 мкг/дм³, за 2024 р. – 299 мкг/дм³ та 5985 мкг/дм³. За екологічною класифікацією якості вод ці значення відповідали «поганому» статусу та не відповідали ДЕС. В річній мінливості загального азоту значно переважає його органічна форма.

Середній річний вміст загального азоту в період 2000-2024 рр. виявляє тенденцію підвищення його вмісту за рахунок органічної складової. Тенденція до зниження вмісту мінеральних сполук азоту визначається за його індивідуальними показниками нітритного і амонійного азоту до 2022 р. В останні два роки відмічаються дуже високі значення мінеральних форм та загального азоту, які перевищують всі середні річні значення попередніх років.

Через воєнні дії і неможливість проведення суднових досліджень на узмор'ї Дунаю, його екологічний стан оцінювався за даними аналізу і прогнозу європейської служби моніторингу морського середовища CMEMS. Середні річні значення фосфору фосфатного водних масивів ShW1, CW1 та TW5 відповідали «відмінному» статусу та доброму екологічному стану (ДЕС), на відміну від азоту нітратного, де статус водних масивів характеризувався як «поганий» і не відповідав ДЕС.

За даними морської служби CMEMS середні річні значення комплексного показника TRIX прибережних водних масивів CW4, CW5, CW6 та CW7 відповідали «високому» та «дуже високому» рівням трофності. За даними регулярних спостережень трофність прибережних вод м. Одеси в районі мису Малий Фонтан та Чорноморського яхт-клубу, згідно середніх річних значень показника TRIX з 2021 р. перевищує 5,0 од. і відповідає «високому» рівню, а якість вод класифікувалась як «середня» і «низька».

Результати комплексної оцінки якості прибережних водних масивів CW4-CW7 та Дунайського узмор'я, виконаної на підставі методики BEAST (HELCOM) за даними морської служби CMEMS, показали «поганий» статус цих районів в 2022-2024 рр.

За комплексним показником індексу трофності TRIX в рекреаційній зоні м. Одеса з початку 2000 року спостерігається тенденція до зниження трофності вод з «дуже високого» до «середнього» рівня і стабілізації з 2012 р. на межі «середнього» і «високого» рівня трофності вод.

У просторовому розподілі якості і трофності вод на ПЗЧМ зменшується по мірі віддалення від впливу стоку річок і в першу чергу Дунаю.

Таким чином, у 2022-2024 рр. за деякими показниками спостерігається поліпшення екологічного стану вод в північно-західній частині Чорного моря, а за деякими значне погіршення, на що суттєво вплинули військові дії та руйнація греблі Каховської ГЕС. Стабільного покращення якості екосистеми довкілля Чорного моря і його ДЕС поки не досягнуто. Потрібно подальше зменшення навантаження на морське середовище токсичними і біогенними речовинами як в складі річкового стоку, так і прибережних антропогенних джерел, а також з річкових та морських суден.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Зайцев Ю. П. Самое синее в мире [Текст] / Ю. П. Зайцев. – Нью-Йорк : ООН, 1998. – 142 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР [Текст] / Под ред. А.И. Симонова, А.И. Рябикина, Д.Е. Гершановича. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – Т. IV, Вып. 2. – 220 с.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР [Текст] / Под ред. А.И. Симонова, Э.Н. Альтмана – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1991. – Т. IV, Вып. 1. – 430 с.
4. Концепція охорони та відтворення навколишнього природного середовища Азовського і Чорного морів [Електронний ресурс] // Затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 10 липня 1998 р. № 1057 – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1057-98-%D0%BF#Text> – Назва з екрана.
5. Програма державного моніторингу вод (в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів) [Електронний ресурс] // Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 2 від 05 січня 2022 року «Про затвердження програми державного моніторингу вод». – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/2n.pdf> – Назва з екрана.
6. Морська природоохоронна стратегія України [Електронний ресурс] // Схвалено Кабінетом Міністрів України від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р. Київ – Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2021-%D1%80?lang=uk#Text> – Назва з екрана.
7. DIRECTIVE 2008/56/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 June 2008 (Marine Strategy Framework Directive) [Electronic resource] // Official Journal of the European Union 25.6.2008. –

- L164/19 - L164/40 – Access mode [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0056](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0056) – Title from scree.
8. DIRECTIVE 2000/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2000 (Water policy) [Electronic resource] // Official Journal L 327, 22.12.2000. – P. 0001 – 0073 – Access mode: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:32000L0060> – Title from screen.
 9. COMMISSION DECISION (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardized methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU [Electronic resource] // Official Journal of the European Union 18.5.2017 – L125/43 - L125/74 – Access mode <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32017D0848> – Title from scree.
 10. Тучковенко Ю. С. Оценка вклада речного стока и совокупности антропогенных источников в загрязнение морской среды Одесского региона [Текст] / Ю. С. Тучковенко, О. Ю. Сапко // Екологічні проблеми Чорного моря: зб. матеріалів до 5-го Міжнар. Симпозіуму. – Одеса, 2003. – С. 360–365
 11. Екологічні паспорти регіонів – Міністерство екології та природних ресурсів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/content/ekologichni-pasporti-regioniv.ht>. – 10.10.2018. – Назва з екрана
 12. Regulation (EU) No 377/2014 of the European Parliament and of the Council of 3 April 2014 establishing the Copernicus Programme and repealing Regulation (EU) No 911/2010 Text with EEA relevance (OJ L 122 24.04.2014, p. 44, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/377/oj>)
 13. Copernicus Marine Service. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://marine.copernicus.eu/about>. – 20.10.2022. – Назва з екрана.

14. Нормативи гранично-допустимих концентрацій основних забруднюючих речовин у внутрішніх морських водах та територіальному морі України. / Постанова Кабінету Міністрів України від 29 березня 2002 р. № 431 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/431-2002-%D0%BF#Text>. – 26.10.2023. – Назва з екрана
15. Про затвердження Правил охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення / Документ 269-96-п, поточна редакція від 30.09.2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/269-96-%D0%BF#Text>. – 29.11.2024. – Назва з екрана
16. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов [Текст]. – М.: Минрыбхоз СССР, 1990. – 303 с.
17. Базова оцінка та визначення Доброго екологічного стану (ДЕС) морського середовища Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України : Звіт про НДР / УкрНЦЕМ ; наук. кер. Український В.В. / Том 1 Оцінка та діагноз евтрофікації морських вод північно-західного шельфу Чорного моря та її негативних наслідків. – Одеса, 2018 р. – 96 с. – № ДР 0118U006641. – Інв. №.
18. Базова оцінка екологічного стану морського середовища України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sea.gov.ua/uploads/Initial_Assesment.pdf. – 10.10.2018. – Назва з екрана
19. Украинский В. В. Межгодовые изменения и тенденции в эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря / В. В. Украинский, Н. Н. Гончаренко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – № 7. – С. 211–219.
20. Украинский В. В. Оценка современного состояния эвтрофикации вод северо-западного шельфа Черного моря / В. В. Украинский, С. П. Ковалишина // Современное состояние и перспективы наращивания

- ресурсного потенціала юга России: междунар. науч. конф., 15-18 сентября 2014 г. : тезисы докл. – Севастополь, 2014. – С. 203–205.
21. Оцінка впливу кліматичних та антропогенних факторів на процеси евтрофікації вод північно-західного шельфу Чорного моря : звіт про НДР (заключний) / УкрНЦЕМ ; кер. І. Д. Лоева ; викон. : В. В. Український [та ін.]. – Одеса, 2012. – 123 с. – № ДР 0113U007186.
 22. Тучковенко Ю. С. Оценка эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря / Ю. С. Тучковенко, О. Ю. Сапко // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2006. – Вип. 2. – С. 224–227.
 23. Vollenveider R. A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale turbidity and generalized water quality index / F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // *Enviromentrics*. – 1998. – № 9. – P. 329–357.
 24. Vollenveider R. A. Eutrophication of waters: monitoring assessment and control / R. A. Vollenveider, J. J. Kerekes. – Paris: OECD, 1982. – 154 p.
 25. Moncheva S. Eutrophication index ((E) TRIX) – an operational tool for the Black Sea costal water ecological quality assessment and monitoring / S. Moncheva, V. Doncheva // *The Black Sea ecological problems : collected papers*. – Odessa, 2000. – P. 178–185.
 26. Andersen J. H. Getting the measure of eutrophication in the Baltic sea: towards improved assessment principles and methods / J. H. Andersen, P. Axe, H. Backer, J. Carstensen and other // *Biogeochemistry*. – 2011. – № 106. – P. 137–156.
 27. HELCOM (2015), Final report of the project, Making HELCOM Eutrophication Assessments Operational (HELCOM EUTRO-OPER) / HELCOM, Baltic Marine Environment Protection Commission Katajanokanlaituri 6 B FI-00160 Helsinki, Finland [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.helcom.fi/Documents/EUTRO-OPER%20project%20report.pdf>. – 10.10.2018. – Назва з екрана.

Додаток А

Таблиця А.1 – Розраховані відношення середніх річних значень
показників біогенних речовин, первинних і вторинних
критеріїв оцінки евтрофікації, до цільових значень
по водним масивам ЧМ у 2022-2024 рр.

Райони	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Chl-a (мкг/дм ³)	Secchi Disk (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
2022 р.						
ShW1	0,31	9,06	1,39	0,86	0,81	0,81
CW1	0,51	18,86	0,89	0,74	0,83	0,81
TW5	0,63	3,16	2,90	0,62	0,88	0,81
CW4	1,46	10,49	3,83	1,25	0,91	0,80
CW5	1,24	15,52	3,53	1,15	0,93	0,83
CW6	1,92	21,10	5,94	1,22	0,83	0,83
CW7	3,03	41,44	4,61	1,48	0,85	0,91
2023 р.						
ShW1	0,26	8,33	1,83	1,17	0,82	0,81
CW1	0,41	18,51	1,33	1,02	0,84	0,80
TW5	0,52	2,82	3,43	0,70	0,87	0,82
CW4	1,15	9,39	4,83	1,61	0,89	0,80
CW5	0,97	13,96	4,35	1,66	0,91	0,84
CW6	1,82	19,40	6,06	1,72	0,86	0,84
CW7	3,02	35,92	4,48	1,92	0,84	0,89
2024 р.						
ShW1	0,24	7,34	1,72	0,98	0,83	0,81
CW1	0,38	16,22	1,33	0,80	0,84	0,81
TW5	0,45	2,37	3,24	0,68	0,88	0,84
CW4	0,98	6,74	3,72	1,61	0,86	0,82
CW5	0,82	9,62	2,88	1,66	0,87	0,87
CW6	1,10	11,52	3,72	1,79	0,87	0,84
CW7	1,30	20,19	3,96	2,00	0,82	0,84

Таблиця А.2 – Розраховані відношення середніх сезонних значень показників біогенних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації, до цільових значень по водним масивам ЧМ в 2022 р.

Райони	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Chl-a (мкг/дм ³)	Secchi Disk (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
Зима						
ShW1	0,74	10,81	1,08	0,75	0,85	0,83
CW1	1,32	21,21	1,00	0,64	0,85	0,82
TW5	0,92	4,17	2,07	0,50	0,87	0,81
CW4	1,61	18,52	1,15	1,00	0,83	0,88
CW5	1,55	17,05	1,33	0,90	0,84	0,95
CW6	2,40	23,33	3,00	0,79	1,03	1,02
CW7	2,88	46,60	1,43	1,13	0,91	0,94
Весна						
ShW1	0,28	8,91	1,14	0,96	0,86	0,81
CW1	0,48	18,95	0,64	0,66	0,83	0,83
TW5	0,68	2,64	1,97	0,50	0,91	0,81
CW4	1,16	6,99	4,15	1,08	0,99	0,87
CW5	1,13	7,85	3,64	1,00	1,06	0,84
CW6	2,16	37,51	5,72	1,06	0,93	0,87
CW7	2,74	62,19	5,31	1,21	0,91	0,84
Літо						
ShW1	0,02	11,16	1,50	0,86	0,84	0,82
CW1	0,00	24,79	0,69	0,71	0,85	0,83
TW5	0,40	3,31	4,32	0,72	0,82	0,87
CW4	0,37	7,59	4,35	1,59	0,88	0,82
CW5	0,04	5,47	2,60	1,29	0,94	0,83
CW6	0,51	11,66	4,26	1,44	0,87	0,86
CW7	2,18	28,71	5,61	1,93	0,92	0,98
Осінь						
ShW1	0,13	6,20	2,21	1,16	0,82	0,87
CW1	0,14	12,59	1,57	0,97	0,80	0,86
TW5	0,51	2,80	3,82	0,73	0,95	0,88
CW4	1,02	16,07	4,87	1,54	0,97	0,88
CW5	0,74	12,49	6,71	1,61	1,00	0,86
CW6	1,30	10,84	9,94	1,84	0,80	0,84
CW7	2,32	25,93	5,00	1,90	0,84	0,75

Таблиця А.3 – Розраховані відношення середніх сезонних значень показників біогенних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації, до цільових значень по водним масивам ЧМ в 2023 р.

Райони	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Chl-a (мкг/дм ³)	Secchi Disk (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
Зима						
ShW1	0,63	12,29	2,08	1,16	0,87	0,82
CW1	1,10	29,67	2,15	1,09	0,87	0,82
TW5	0,74	3,79	2,80	0,57	0,85	0,81
CW4	1,48	18,69	2,46	1,23	0,87	0,89
CW5	1,41	17,63	3,83	1,37	0,86	0,96
CW6	2,47	25,62	5,73	1,31	1,09	1,05
CW7	2,55	43,67	2,64	1,43	0,90	0,89
Весна						
ShW1	0,08	8,18	1,46	1,16	0,85	0,81
CW1	0,04	15,85	0,75	0,67	0,84	0,82
TW5	0,61	2,89	2,45	0,64	0,88	0,84
CW4	0,46	7,24	5,96	1,71	1,00	0,86
CW5	0,39	8,15	5,20	1,65	1,03	0,83
CW6	1,15	40,01	6,36	1,58	0,90	0,85
CW7	2,15	59,87	5,06	1,52	0,89	0,85
Літо						
ShW1	0,01	8,46	2,13	1,39	0,82	0,83
CW1	0,00	22,14	1,44	1,22	0,83	0,80
TW5	0,32	2,51	5,32	0,95	0,81	0,85
CW4	0,55	6,46	5,59	2,22	0,88	0,82
CW5	0,43	5,02	3,20	2,08	0,93	0,83
CW6	1,60	12,04	4,89	2,43	0,83	0,83
CW7	3,25	29,62	5,35	2,74	1,09	1,13
Осінь						
ShW1	0,19	5,00	2,14	1,30	0,82	0,85
CW1	0,29	9,64	1,57	1,19	0,83	0,85
TW5	0,41	2,12	3,76	0,71	0,89	0,84
CW4	0,68	9,57	3,93	1,54	0,96	0,90
CW5	0,40	5,33	5,21	1,71	0,98	0,86
CW6	0,72	4,11	7,06	1,84	0,86	0,88
CW7	2,15	14,19	4,29	2,39	0,92	0,89

Таблиця А.4 – Розраховані відношення середніх сезонних значень показників біогенних речовин, первинних і вторинних критеріїв оцінки евтрофікації, до цільових значень по водним масивам ЧМ в 2024 р.

Райони	P(PO ₄) (мкг/дм ³)	N(NO ₃) (мкг/дм ³)	Chl-a (мкг/дм ³)	Secchi Disk (м)	O ₂ (мг/дм ³)	O ₂ (%)
Зима						
ShW1	0,68	13,70	3,62	1,28	0,88	0,83
CW1	1,15	31,85	3,46	1,25	0,86	0,81
TW5	0,76	3,79	4,40	0,58	0,81	0,83
CW4	1,52	17,21	2,62	1,51	0,91	0,93
CW5	1,71	21,24	2,92	1,51	1,01	1,10
CW6	2,85	25,94	4,45	1,39	1,32	1,26
CW7	2,18	39,12	2,14	1,59	1,07	1,05
Весна						
ShW1	0,03	7,47	1,29	1,32	0,84	0,80
CW1	0,00	17,21	0,89	0,76	0,81	0,81
TW5	0,33	2,01	2,55	0,73	0,96	0,89
CW4	0,36	3,78	3,81	1,64	0,97	0,87
CW5	0,16	3,23	2,88	1,87	1,03	0,85
CW6	0,14	15,21	4,08	1,90	0,98	0,94
CW7	1,01	30,05	4,56	1,75	0,88	0,82
Літо						
ShW1	0,01	6,22	1,19	0,94	0,87	0,83
CW1	0,00	14,65	0,75	0,70	0,88	0,83
TW5	0,24	2,10	4,32	0,84	0,83	0,83
CW4	0,25	5,00	5,24	2,04	0,86	0,83
CW5	0,01	3,25	2,87	2,00	0,88	0,86
CW6	0,06	3,86	2,74	2,15	0,83	0,81
CW7	0,64	7,89	4,30	2,60	0,82	0,84
Осінь						
ShW1	0,14	2,51	1,50	0,83	0,81	0,85
CW1	0,17	2,91	1,00	0,69	0,82	0,86
TW5	0,41	1,77	2,35	0,57	0,94	0,87
CW4	0,45	6,19	2,93	1,42	0,94	0,87
CW5	0,09	0,53	3,43	1,45	0,98	0,85
CW6	0,09	0,31	3,82	1,84	0,88	0,89
CW7	0,34	3,23	4,19	2,29	0,98	0,95