УДК 556.11, 502.2.08; 504.423

КП 70.03.07

№ держреєстрації 0122U201791

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
НДУ "УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ" (УКРНЦЕМ)
65009, м. Одеса, Французький бульвар, 89. тел. (0482) 636622, факс (0482) 637322
e-mail: accem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Виконуючий обов'язки директора
УкрНЦЕМ, заступник директора з
науки, канд. геогр. наук, старш. наук.
співроб.
_____Віктор КОМОРІН
_____ 2023 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА ЗВІТІВ РЕГІОНАЛЬНОГО АКТИВНОГО ЦЕНТРУ ПО МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНЦІ ЗАБРУДНЕННЯ У 2021 Р. У ФОРМАТІ СЕКРЕТАРІАТУ ЧОРНОМОРСЬКОЇ КОМІСІЇ

Науковий керівник
начальник ВАД та ОМ Ю.М. Деньга

2022

Рукопис закінчено 26 грудня 2022 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ,
протокол № 1 від 19 січня 2023

СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець, начальник відділу аналітичних досліджень та організації моніторингу (ВАДтаОМ)	_____ "26" 12 2022	Ю.М. Деньга (розділ 1, 2, 3, 6)
Виконавці: В.о.начальника відділу - начальник Морського інформаційного аналітичного центру (МІАЦ)	_____ "26" 12 2022	А.С. Тітяпкин (розділ 2, 3, 5)
Наук. співроб. відділу фізичної океанографії та математичного моделювання, канд. геогр. наук	_____ "26" 12 2022	Ю.І. Попов (розділ 2)
В.о. начальника відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів	_____ "26" 12 2022	М.В. Набокін (розділ 4)
Наук. співроб. відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів	_____ "26" 12 2022	Т.О. Чужекова (розділ 4)
В.о. начальника відділу інформаційних систем	_____ "26" 12 2022	О.В. Лепьошкін (картографічний матеріал)
Начальник відділу управління екологічними данними	_____ "26" 12 2022	О.В. М'яснікова (розділ 2, 3, 6)
Завідувач лабораторії хіміко-аналітичних досліджень ВАДтаОМ	_____ "26" 12 2022	Ю.В. Олейнік (розділ 3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 92 с., 48 рис., 23 табл., 5 джерела.

ЧОРНОМОРСЬКИЙ РЕГІОН, МОРСЬКА АКВАТОРІЯ, МЕТОДИ, ПАРАМЕТРИ ЗАБРУДНЕННЯ, ІНДИКАТОРИ, ЕКОЛОГІЧНІ НОРМАТИВИ, РЕГІОНАЛЬНА БАЗА ДАНИХ

Предмет дослідження – морське середовище Чорного моря в межах морської економічної зони України. В 2021 році виконано 2 експедиції в Чорному морі (25 станцій моніторингу). Мета досліджень: оцінка стану та тенденції його змін для визначення основних першочергових заходів щодо зменшення антропогенного впливу на морське середовище.

За даними моніторингових спостережень надано сучасний стан гідрохімічного режиму і евтрофікації вод. Проведені розрахунки індексу трофності морських вод Одеської затоки і Придунайського узмор’я. Визначено рівень забруднення різних об’єктів морського середовища (води, д/в, гідробіонтів) пріоритетними токсичними речовинами. У кооперації з Одеським національним університетом ім. І.І. Мечникова виконано відбір різних видів молюсків і риб та їх аналіз на вміст токсичних металів, хлорорганічних пестицидів і поліхлорованих біфенілів. Проведена порівняльна оцінка фактичного рівня забруднення Екологічним нормативам якості морського середовища. Виконана оцінка стану гідробіологічної спільноти (фітопланктон, зоопланктон, зообентос) досліджених районів.

ЗМІСТ

С.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 6

ВСТУП 9

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ 10

1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2021 році 10

1.2 Кількість станцій (місця відбору, карта) 10

1.3 Перелік параметрів моніторингу 13

1.4 Національні установи 14

1.8 Гарантія якості та організація контролю якості в залучених лабораторіях 15

1.9 Імена авторів щорічної доповіді 16

1.10 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2021 році 16

2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ 20

2.1 Матеріали та методи 21

2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у травні 2021 року 22

2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у травні 2021 року 25

2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2021 році 30

3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2021 РОКУ 37

3.1 Екологічний стан морських вод за змістом забруднювачів 37

3.1.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів. 39

3.1.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження (ОЗСП). 41

3.1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження 43

3.2 Екологічний стан донних відкладень за вмістом забруднювачів 49

3.2.1 Токсичні метали в донних відкладеннях 49

3.2.2 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження 51

3.2.3 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження 53

3.3 Виводи (порівняння екологічного стану досліджуваних районів ПЗЧМ в 2021

році з базовою оцінкою та оцінкою в 2019 та 2020 роках) 56
4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ПРИБЕРЕЖНИХ СПІЛЬНОТ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ДАНИМИ 2021 РОКУ 60
4.1 Фітопланктон 60
4.2 Зоопланктон 63
4.3 Макрозообентос 65
4.4 Макрофітобентос 69
4.5 Мікрофітобентос 71
4.6 Оцінка якості морського середовища методами біотестування біоіндикації. 71
5 ЕВТРОФІКАЦІЯ 74
6 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ 79
6.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень Чорноморської інформаційної системи 79
6.2 Огляд потоків даних моніторингу регіональної бази даних по забрудненню України в 2021 році 79
ВИСНОВКИ 85
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 86
ДОДАТОК А 87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВАД та ОМ – відділ аналітичних досліджень та організації моніторингу;

AMBI – індекс стану біоценозів на станції;

БСК5 – біохімічне споживання кисню;

ГДК – гранично допустимі концентрації;

ГХБ – гексахлорбензол;

α-ГХЦГ – α гексахлорциклогексан;

β-ГХЦГ – β гексахлорциклогексан;

д/в – донні відкладення;

ДДТ – p,p-діхлордіфенілтрихлоретан;

ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;

ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;

ДЕС – добрий екологічний стан;

ЕН – екологічний норматив;

ЄС – європейський союз;

Кз - коефіцієнт забруднення;

МІАЦ – морський інформаційно-аналітичний центр;

НВ – нафтові вуглеводні;

НДР – науково-дослідна робота;

ОЗПП – органічних забрудників промислового походження;

ОЗСП – органічних забрудників сільськогосподарського походження;

ОНУ – Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова;

ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;

ПЗЧМ – північно-західна частина моря;

ПЗШ – північно-західний шельф;

ПХБ – поліхлорбіфеніли;

РБД-З – регіональна база даних по забрудненню;

$C_{орг.}$ – вуглець органічний;

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;

ТМ – токсичні метали;

УкрНЦЕМ– Український науковий центр екології моря;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ХОП – хлорорганічні пестициди;

ЧМК – Чорноморська Комісія;

α-HCH – α гексахлорциклогексан;

β-HCH – β гексахлорциклогексан;

Σ ДДТ – сума п,п-діхлордіфенілтрихлоретану та його метаболітів;

∑ Циклодієнових – сума алдріну, ділдріну та ендріну;

∑HCH – сума ліндану та його ізомерів;

∑ ПАВ – сума концентрацій поліароматичних вуглеводнів;

AAS – атомно-абсорбційний спектрофотометр;

(An/178) – відношення антрацену до сумі сполук з молекулярною масою 178;

Ar-1254 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-16 по ПХБ-65;

Ar-1260 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-28 по ПХБ-73;

BaA/228 – геохімічний маркер: співвідношення концентрації бензо(а)антрацену до суми концентрацій сполук з молекулярною масою 228;

B(a)Peq – бензо(а)піреновий еквівалент;

BSIMAP – Чорноморська Програма Комплексного Моніторингу та Оцінки;

BSIS - Чорноморська інформаційна система;

EMODNET – Європейська мережа морських спостережень та інформації (The European Marine Observation and Data Network);

IODE – Міжнародний океанографічний обмін даними та інформацією (International Oceanographic Data and Information Exchange);

Fl/(Fl+Py) – геохімічний маркер: співвідношення концентрації флуорантена до суми концентрацій флуорантену та пірену;

Flu/(Flu+Py) – відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену;

Kz - коефіцієнт забруднення;

MAC-EQS – гранично допустимій концентрації екологічного стандарту

якості відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (maximum allowable concentration – ecological quality standard);

OBIS – Інформаційна система біорізноманіття океану (Ocean Biodiversity Information System);

Ph/An – відношення фенатрену до антрацену;

(Py+Flu)/(Chr+Ph) – відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрену;

WFD – Водна Рамочна Директива;

MSFD - Рамкова Директива про морську стратегію;

TRIX – індекс трофності вод.

ВСТУП

Метою науково-дослідної роботи (НДР) є підтримка системи моніторингу морського середовища в 2021 році, яка була спрямована на вивчення основних екологічних проблем Чорного моря – евтрофікації вод та хімічного забруднення морського середовища.

Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ) є Регіональним Активним Центром з моніторингу та оцінки забруднення Чорного моря і на постійній основі здійснює науковий і інформаційний зв’язок з регіональними центрами з моніторингу і оцінки забруднення Чорного моря держав Чорноморського регіону і Секретаріату Чорноморської Комісії для обміну і координації заходів по впровадженню Стратегічного плану дій по відновленню і захисту Чорного моря (BS-SAP). Регіональний екологічний моніторинг в Чорному морі здійснюється в рамках комплексного моніторингу Чорного моря та Програми оцінки, який реалізований Чорноморською комісією (ЧМК) з 2000 року і адресований на визначення основних транскордонних екологічних проблем в регіоні Чорного моря.

До Секретаріату Стамбульської Комісії представлений Звіт про виконання національної частини програми регіонального моніторингу забруднення вод Чорного моря у 2021 році.

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2021 році

УкрНЦЕМ провів дві експедиції по моніторингу та оцінці забруднення Чорного моря у травні та жовтні 2021 році, в рамках яких досліджували відкриту морську зону поблизу дельти Дунаю.

Також до Звіту включено результати та дослідження якості морських вод, донних відкладень і біоти у пробах, які були відібрані фахівцями станції моніторингу Одеського національного університету (ОНУ) в морській зоні поблизу острова Зміїний.

1.2 Кількість станцій (місця відбору, карта)

Існуюча мережа станцій екологічного моніторингу Чорного моря (BSIMAP), в українській частині, в 2021 році включає 25 станцій. Опис цих станцій представлений в таблиці 1.1. Місця розташування станцій представлені на рисунку 1.1.

Таблиця 1.1 – Українські станції BSIMAP у 2021 році

н/п	Номер станції	Широта	Довгота	Місце розташування	Виконавець
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Дельта Дунаю (травень 2021 року)					
1	6	45°21,429'	29º51,389'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
2	10-2	45°19,245'	29º52,622'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
3	10	45°19,484'	29º52,083'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
4	10-4	45°19,233'	29º51,384'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
5	10-3	45°18,934'	29º52,064'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
6	17	45°25,889'	29°50,773'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
7	18	45°16,426'	29º48,893'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
8	19	45°17,504'	29º47,083'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
9	8	45°19,394'	29º47,981'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
10	7-2	45°19,717'	29º47,210'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
11	7-1	45°20,168'	29º46,400'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
12	7	45°20,258'	29º45,844'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Дельта Дунаю (23 жовтня 2021 року)					
1	6	45°21,158'	029º51,784'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
2	10-2	45°19,231'	029º52,853'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
3	10-3	45°18,836'	029º52,198'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
4	10	45°19,389'	029º52,100'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
5	10-4	45°19,200	029º51,300'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
6	17	45°15,697'	029°50,669'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
7	7-2	45°19,696'	029º47,204'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
8	7-1	45°20,172'	029º46,453'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
9	7	45°20,249'	029º45,828'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Дельта Дунаю (26 жовтня 2021 року)					
10	8	45°19,300'	029º47,980'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
11	19	45°17,489'	029º47,116'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
12	18	45°16,400'	029º49,867'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Острів Зміїний (2021 рік)					
1		45,25753	30,20499	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ

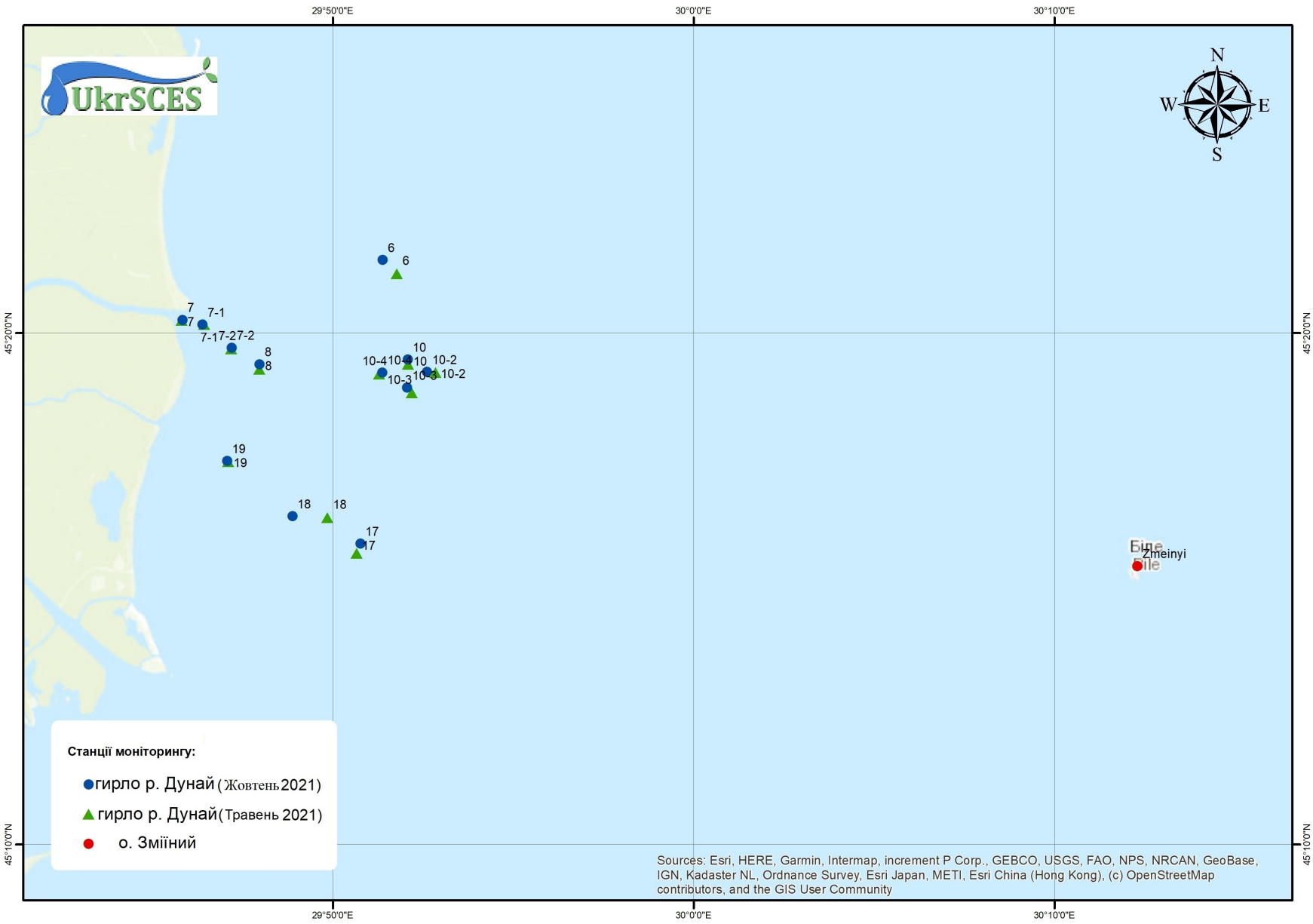


Рисунок 1.1 – Станції у 2021 році дельти Дунаю та о.Зміїний

1.3 Перелік параметрів моніторингу

Перелік параметрів моніторингу та кількість виконаних проб у порівнянні з 2020 роком представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість проб на підставі даних українського моніторингу в 2021 та 2020 роках

Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб			
	2021 р.	2020 р.		2021 р.	2020 р.		2021 р.		2020 р.	
Гідрохімічні (вода)			**Метали (вода)**			**ПАВ[1)]**	**вода**	**д/в**	**вода**	**д/в**
Температура	84	62	Fe	48	24	Нафталін	27	10	24	12
Солоність	84	62	Mn	0	0	Аценафтілен	27	10	24	12
Водневий показник pH	84	62	Zn	48	24	Флуорен	27	10	24	12
Розчинений кисень (O_2)	48	48	Co	48	24	Аценафтен	27	10	24	12
Завислі речовини	48	86	As	48	24	Фенантрен	27	10	24	12
Прозорість	40	24	Hg	48	24	Антрацен	27	10	24	12
$БСК_5$[2)]	0	0	Cu	48	24	Флуорантен	27	10	24	12
Сорг.[3)]	40	24	Cd	48	24	Пірен	27	10	24	12
Сірководень	0	0	Pb	48	24	Бензо[a]антрацен	27	10	24	12
Фосфати	84	62	Ni	48	24	Хризен	27	10	24	12
Фосфор загальний	84	62	Cr	48	24	Бенз(б)флуорантен	27	10	24	12
Азот амонійний	84	62	Al	0	0	Бенз(к)флуорантен	27	10	24	12
Азот нітритний	84	62	**Інші органічні забруднювачі (вода)**			Бенз[a]пірен	27	10	24	12
Азот нітратний	84	62	Феноли	0	0	Дибензо[a,h] антрацен	27	10	24	12
Загальний азот	84	62	СПАР[4)]	0	0	Індено(1,2,3-c,d) пірен	27	10	24	12
Кремній	48	24	Сума НВ[5)]	24	0	Бензо[ghi]перилен	27	10	24	12
Метали (д/в)			**ПХБ[7)]$_{сум.}$ (вода)**			**ХОП[6)]**				
Zn	24	12	Ar-1254[14)]	0	24	ДДТ[8)]	48	24	24	12
Co	24	12	Ar-1260[15)]	0	24	ДДД[9)]	48	24	24	12
As	24	12	ПХБ (21 шт.)	48	23	ДДЕ[10)]	48	24	24	12
Hg	24	12	**ПХБ $_{сум.}$ (д/в)**			Ліндан	48	24	24	12
Cu	24	12	Ar-1254[13)]	24	12	α-ГХЦГ[11)]	48	24	24	12
Cd	24	12	Ar-1260[14)]	24	12	β-ГХЦГ[12)]	48	24	24	12
Pb	24	12	ПХБ (21 шт.)	24	23	ГХБ[15)]	48	24	24	12
Ni	24	12	**Інші органічні забруднювачі (д/в)**			Гептахлор	48	24	24	12
Al	24	12	Феноли	24	12	Альдрін	48	24	24	12
Fe	24	12	Сума НВ	24	12	Дільдрін	48	24	24	12
Cr	24	12	$С_{орг.}$	24	0	Ендрін	0	0	0	0

[1)] Поліциклічні ароматичні вуглеводні.

Кінець таблиці 1.2

[2)] Біохімічне споживання кисню. [3)] Вуглець органічний. [4)] Синтетичні поверхнево-активні речовини. [5)] Нафтові вуглеводи. [6)] Хлорорганічні пестициди. [7)] Поліхлорбіфеніли. [8)] p,p-діхлордіфенілтрихлоретан. [9)] Діхлордіфенілдіхлоретан. [10)] Діхлордіфенілдіхлоретілен. [11)] α гексахлорциклогексан. [12)] β гексахлорциклогексан. [13)] Стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-16 по ПХБ-65. [14)] Стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-28 по ПХБ-73. [15)] Гексахлорбензол.

1.4 Національні установи

До Української моніторингової системи включені дві установи:

а) Відділ аналітичних досліджень та організації моніторингу (ВАД та ОМ) УкрНЦЕМ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, начальник відділу Юрій Деньга;

б) Регіональний центр моніторингу навколишнього середовища та екологічних досліджень ОНУ ім. І.І. Мечникова, голова Володимир Медінець.

1.5 Презентація даних

Дані були представлені в Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство транспорту України та в Постійний Секретаріат ЧМК.

1.6 Фінансування

Фінансування забезпечувалось Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України та Міністерством транспорту України.

1.7 Розмір фінансування

Розмір фінансування склав 50 000 євро від Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів і 25 000 євро від Міністерства транспорту.

1.8 Гарантія якості та організація контролю якості в залучених лабораторіях

Дві лабораторії: відділ аналітичних досліджень і організації моніторингу УкрНЦЕМ і Регіональний центр моніторингу навколишнього середовища та екологічних досліджень ОНУ ім. І.І. Мечникова, які включені до міжнародної системи морського моніторингу, акредитовані Української організацією стандартизації.

Короткий опис процедур контролю якості, які зазвичай застосовуються в лабораторії:

– використання високоякісних аналітичних стандартів для калібрування приладів;

– використання високоякісногопосуду зі скла, кислот та інших реагентів і обладнання;

– процедура калібрування і коригування вимірювальних приладів та

підтримка безперервних записів цих калібрувань;

– процедура виконання аналізу холостих проб та проб з добавками;

– використання сертифікованих еталонних матеріалів та будування графіків контролю якості;

– використання дублюючих проб;

– участь в заходах з перевірки кваліфікації.

1.9 Імена авторів щорічної доповіді

Автори щорічної доповіді: Ю. Деньга, В. Коморін, Ю. Олейнік, М. Набокін, Т. Чужекова, В. Медінець, О. М'яснікова, О. Лепьошкін, А. Тітяпкін.

1.10 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2021 році

1. Консультативний форум проекту EMODnet Chemistry, 3-е засідання проектної групи, 2.02. 2021 р.
2. IODE-XXVI: робоча група 8 попереднього комітету: Майбутнє ODIN, 22.02. 2021 р.
3. XI Міжнародна конференція Морські ссавці Голарктики, 1-5 березня 2021 р.
4. Проект Ocean InfoHub: засідання Загальної технічної робочої групи (WP2) 30.03.2021.
5. 26-та сесія Комітету МОК з програми МООДІ, 20 – 23.04. 2021 р.
6. Основні результати океанографічних досліджень в Південної

Атлантики та Атлантичному секторі Південного океану за даними сезонів 2018-2020 рр. Доповідь на X Міжнародній антарктичній конференції, м. Київ. 11-13 травня 2021 року;

7. Дев'ята міжнародна науково-практична конференція «Комп'ютерне моделювання та управління в техніці та технологіях СМСЕТ-2021», 12-14 травня 2021 р., м. Київ.

8. EMODnet Biology фаза III – заключне засідання, 17.05.2021 р.

9. EMODnet Biology фаза IV – стартове засідання, 18 – 19.05.2021 р.

10. OBIS-EC-4 - проміжна зустріч SG-OBIS, 26.05.2021 р.

11. Зустріч проекту Ocean InfoHub (OIH) та системи даних та інформації океану (ODIS), 31.05.2021 р.

12. 31-а сесія Асамблеї МОК 15-25 06.2021 р.

13. Початковий семінар проекту EU4EMBLAS, 30.06.2021 р.

14. Міжнародний семінар ACCOBAMS з некропсії китоподібних (червень 2021).

15. Туризм 4.0 для Чорного моря – Інформаційний вебінар, 7.07.2021 р.

16. Розвиток досліджень та інновацій у Чорному морі для спільного блакитного зростання в стійких екосистемах, початкова зустріч проекту BRIDGE-BS, 12-13.07.2021 р.

17. Онлайн-засідання проекту ODINBLACKSEA, 9-й Керівний комітет, 14.07.2021 р.

18. Міжнародна науково-практична конференція СУЧАСНА НАУКА: ПРОБЛЕМИ ТА ІННОВАЦІЇ, 23-25 серпня 2020 р., Стокгольм, Швеція.

19. Семінар ГО «Природоохоронні геоінформаційні системи України», SCGIS Ukraine 2021, 26-30 серпня 2021 року.

20. Портал даних BRIDGE-BS і дизайн веб-сайту, онлайн консультації, 3.09.2021 р.

21. Доповідь на міжнародній науково-практичній конференції «Інтелектуальні системи та інформаційні технології» ISIT-2021 (Одеса, 13-19

вересня 2021р.) в рамках форуму «Цифрова реальність»;

22. Участь у конференції «Практичне управління водними ресурсами на малих та середніх річках», м. Одеса, Україна, 16-17 вересня 2021 р.

23. Захід «Чорноморський синій підприємницький семінар: подальші дії щодо підтримки бізнес-екосистеми», 4.10.2021 р.;

24. BRIDGE-BS - Зустріч по робочому пакету 6 з картографування та аналізу зацікавлених сторін для реалізації «Living Labs» («Живі лабораторії»), 12.10. 2021 р.

25. BRIDGE-BS - Розумні спостереження та технології для боротьби з мультистресорами, стимулювання інновацій та підтримки моніторингу, 12.10. 2021 р.

26. BRIDGE-BS, зустріч по робочому пакету 3 «СТІЙКІСТЬ ДЛЯ ЗДОРОВОЇ ЧОРНОМОРСЬКОЇ ЕКОСИСТЕМИ», 26.10. 2021 р.

27. Доповідь на Міжнародній науковій конференції «Морські екосистеми: дослідження та інновації» (Одеса, ДУ «Інститут морської біології НАН України» 27- 29.10.2021).

28. Міжнародний семінар ACCOBAMS з некропсії китоподібних, жовтень 2021 р.

29. Стратегія блакитної економіки для Чорного моря: внесок України, 12.11. 2021 р.

30. 2-ге засідання консультаційної ради - MARSPLAN-BS II, 16.11.2021 р.

31. BRIDGE-BS - SeaDataNet онлайн-зустріч, 18.11.2021 р.

32. Регіональна конференція зацікавлених сторін щодо спільного морського порядку денного для Чорного моря, 22.11.2021 р.

33. 14 зустріч Наукового комітету ACCOBAMS, м.Монако, 22-26.11.2021 р.

34. BRIDGE-BS, зустріч по робочому пакету 1, 9.12.2021 р.

35. BRIDGE-BS, воркшоп щодо пілотних сайтів проекту, 10.12.2021р.

36. EMODnet Chemistry V - Зустріч повної групи, 13-14.12. 2021 р.

37. Керівна група IODE для проекту ODINBlackSea, 10-та сесія, 16.12.2021 р.

38. Онлайн семінар «Завершальний етап, Підтримка Рамкової директиви ЄС щодо морської стратегії – регіональна система моніторингу Дескриптора 1: Біорізноманіття, морські ссавці та Дескриптор 11: Морський шум у Чорному морі»

39. Сесія Чорноморської робочої групи Генеральній комісії з рибальства у Середземному морі з обговоренням загибелі китоподібних у знаряддях рибальства.

Перелік наукових публікацій співробітників УкрНЦЕМ в 2021 році наведений у Додатку А.

2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Система моніторингу морського середовища у 2021 році була спрямована на вивчення основних екологічних проблем Чорного моря - евтрофікації вод та хімічного забруднення морського середовища.

Відбір та аналіз проб морської води та д/в проводились на борту судна.

Безпосередньо в умовах експедиції проведено вимірювання прозорості морської води, а також температури і солоності від поверхні до дна та здійснено аналіз проб морської води для визначення розчиненого кисню, pH, амонійного та нітритного азоту і концентрацій мінерального фосфору.

Проводився відбір проб і консервація проб морської води формаліном для аналізу чисельності та видового складу фітопланктону.

Зоопланктон виловлювався з використанням сітки Джеді.

На станції відбору проб д/в було проведено збір і консервація формаліном донних організмів (мейобентосу, макрозообентосу і мікрофітобентосу).

Проводився відбір проб морської води в поверхневих горизонтах для аналізу фотосинтетичних пігментів.

У лабораторіях УкрНЦЕМ було проведено:

– науковий аналіз метеорологічних умов та гідрофізичного режиму досліджуваних областей;

– хімічний аналіз проб морської води на вміст завислих у воді речовин, нітратів, загального азоту і фосфору;

– аналіз проб морських вод, д/в і біоти для визначення пріоритетних забруднюючих речовин (сума НВ, Сорг., феноли, ХОП, ПХБ, ПАВ, слідові залишки металів);

– гранулометричний аналіз д/в;

– визначення фотосинтетичних пігментів (хлорофіл a, b, c,

феофітину і каротиноїдів);

– аналіз чисельності та видового складу фітопланктону в пробах морської води;

– вивчення видового складу і біомаси зоопланктону;

– вивчення чисельності та видового складу донних угруповань (макрозообентосу, макрофітобентосу і мікрофітобентосу, мейобентосу).

Аналіз рівня забруднення морського середовища був реалізований при порівнянні з поточними стандартами гранично допустимих концентрацій (ГДК), прийнятих в Україні, Росії та в країнах Європейського Союзу.

2.1 Матеріали та методи

Основне обладнання:

а) газовий хроматограф з мас-спектрометром «GC-MS Agilent 7890A with MS 5975C»;

б) газовий хроматограф «Agilent 7890B» з капілярною колонкою та детектором електроного захвату;

в) атомно-абсорбційний спектрофотометр (AAS) “ZEEnit 650P”;

г) атомно–абсорбційний спектрофотометр (AAS) “Spectr-AA-220” “Varian”;

д) інфрачервоні спектрофотометри: “IR-Furie”, “Cari-630”;

ж) спектрофотометр: “DR 600”;

з) спектрофотометр UV-VIS для определения БПК-5 и ХСК;

к) pH-метр: “pH-530”;

л) лабораторні ваги:“BR110D”, BR 211D “Sartorius” та E 04130 – “OXAUS”.

Протягом 2021 року УкрНЦЕМ провів 2 експедиції згідно програми

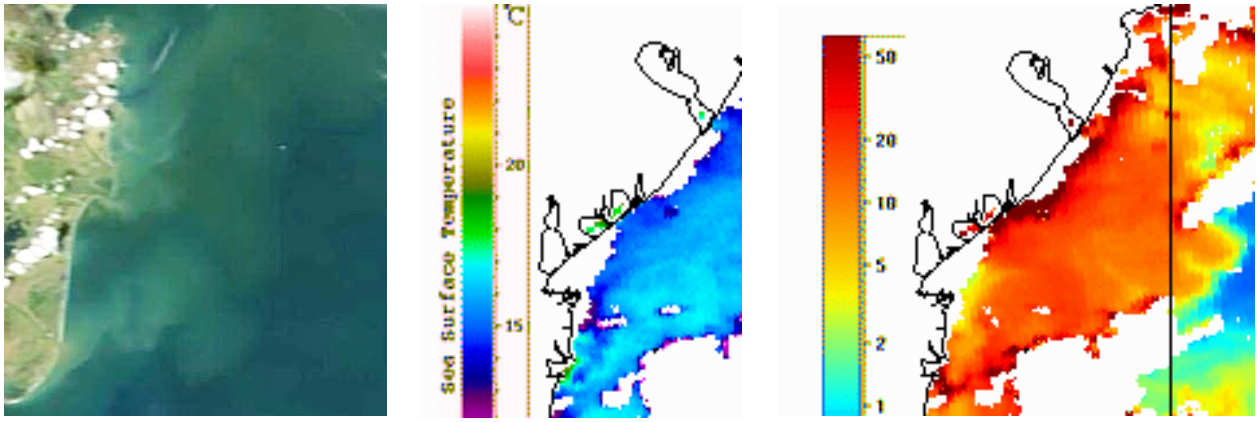
моніторингу морського середовища біля глибоководного судноплавного каналу Дунай–Чорне море (через рукав «Бистрий»).

Експедиції проводилися восени у травні та восени у жовтні 2021 року.

2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у травні 2021 року

На рисунку 2.1 представлений знімок візуального діапазону системи АЕРОНЕТ, що характеризує поширення вод Дунайського розвантаження в Чорне море. Річкові води (світлого кольору) активно поширювалися в східному і далі в північно-східному напрямку на відстань 10-15 міль, а менш явно простежувалися за кольором на віддаленні 20-25 миль.

Термічний стан прибережних вод характеризувався прибережним апвелінгом і відповідним виходом до поверхні холодних глибинних вод під дією вітрів західних напрямків.

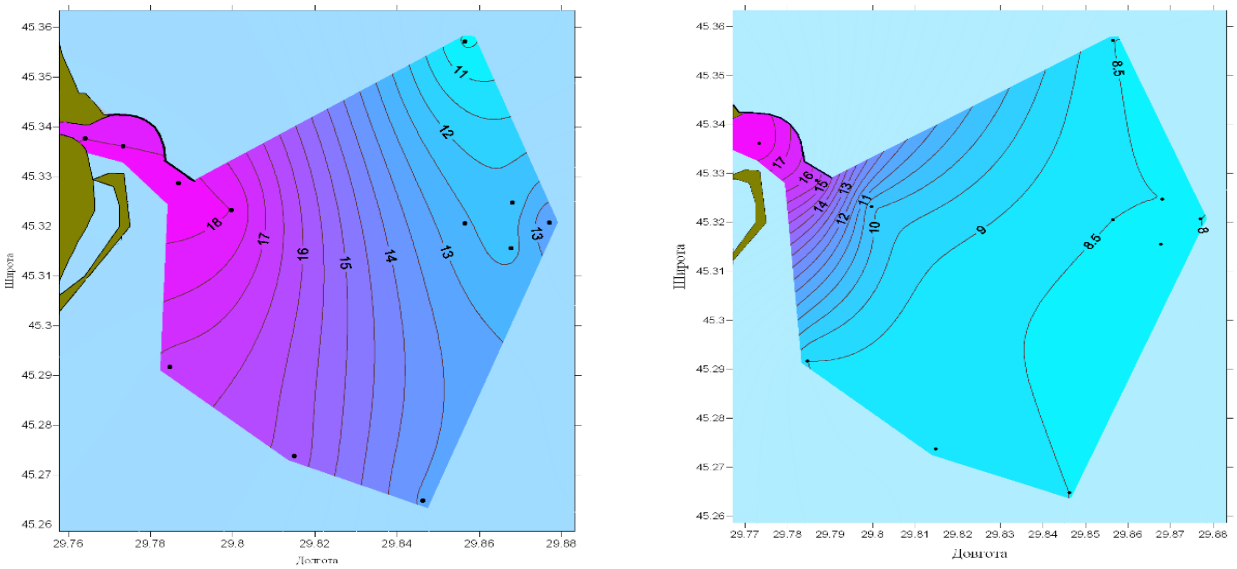


а) б) в)

Рисунок 2.1 – Термічний стан прибережних вод: а) знімок системи АЕРОНЕТ візуального діапазону; б) термічне зображення водної поверхні; в) розподіл хлорофілу-а за даними супутника MODIS, 15.05.2021 р.

Однак, дані експедиційних спостережень показують перевищення поверхневих температур на західній прибережній полиці (16-18 ºС) над

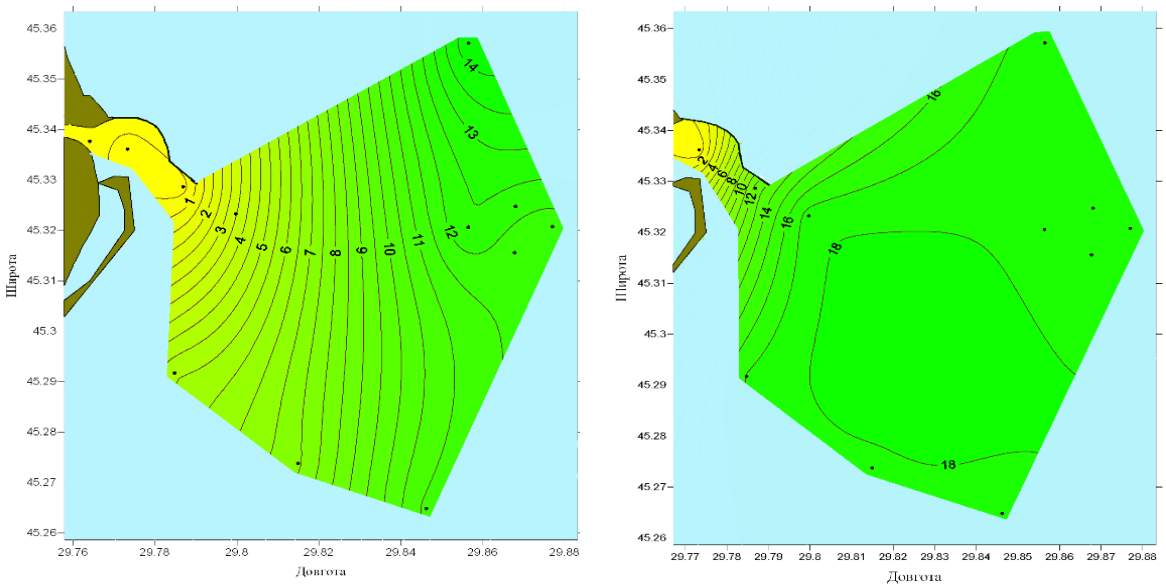
термічними умовами східних районів полігону (11-13 ºС, рис. 2.2 а). В даному випадку свій внесок іншого знаку і в більш вузькій прибережній зоні вносять більш теплі річкові води, що поширюються в поверхневому шарі. У придонних районах, на глибинах понад 15 метрів, температура вод низька і дуже однорідна (8-9 ºС, рис. 2.2 б).



а) б)

Рисунок 2.2 – Просторовий розподіл температури води на придунайському полігоні в: а) поверхневому шарі, б) придонному шарі, 15.05.2021 р.

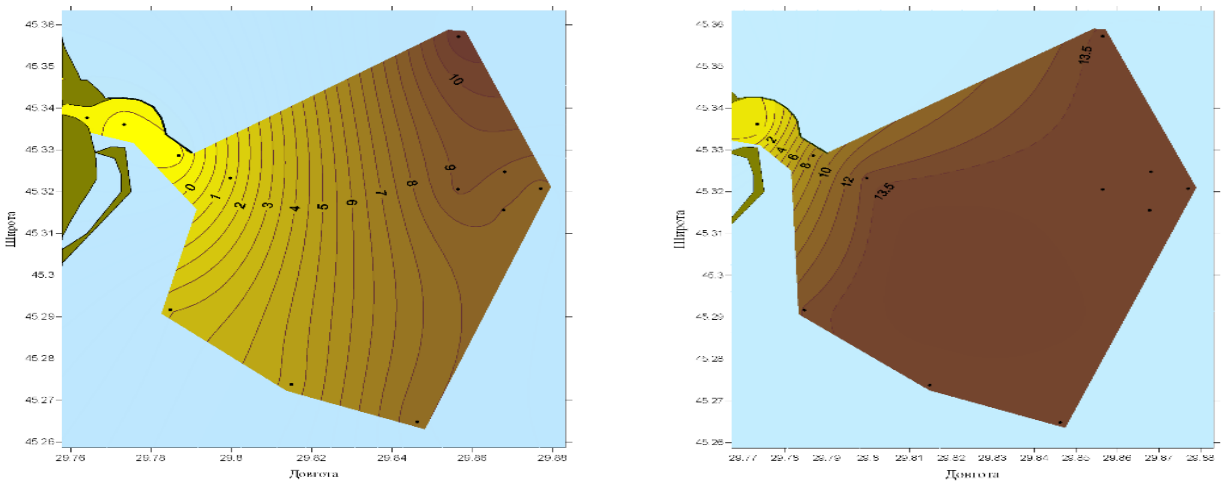
Розподіл солоності води поверхневого шару рівномірно збільшувався від майже нульових значень в прибережній області підхідного каналу до 12-14 ‰ в східних районах полігону (рис. 2.3 а). Придонні води (рис. 2.3 б) були на 2-8 ‰ солоніші поверхневих вод в межах підхідного каналу та суттєво однорідні на глибинах понад 15 метрів (16-18 ‰).



а) б)

Рисунок 2.3 – Просторовий розподіл солоності вод на придунайському полігоні в: а) поверхневому і б) придонному шарах, 15.05.2021 р.

Характер поширення умовної щільності морської води на поверхні і в придонному шарі (рис. 2.4) повторює розподіл солоності. Придонні води глибоких районів вкрай однорідні (13.5-14.0 ум. од., рис. 2.4 б).

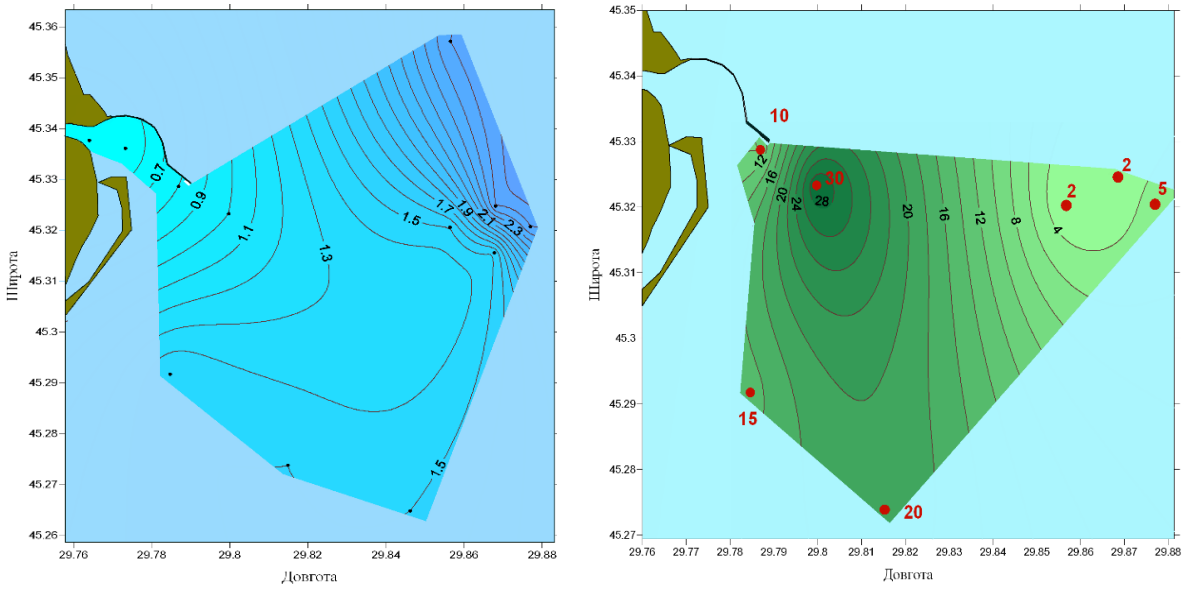


а) б)

Рисунок 2.4 – Просторовий розподіл умовної щільності вод на придунайському полігоні в: а) поверхневому і б) придонному шарах, 15.05.2021 р.

Невисокою була прозорість поверхневого шару вод, визначена традиційно по диску прозорості Секкі. Прозорість змінювалася від 2,4 м на

сході до 0,5 м в області гирла підхідного каналу рукава Бистрий (рис. 2.5 а).



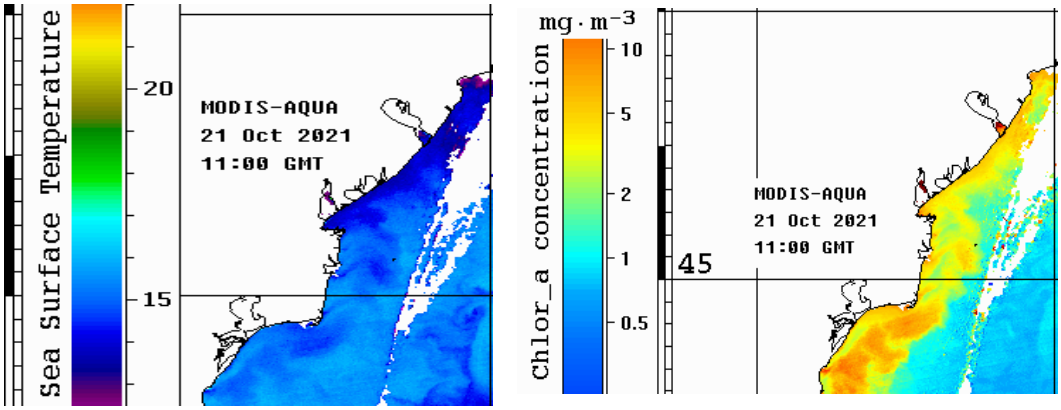
а) б)

Рисунок 2.5 – Просторовий розподіл: а) прозорості води поверхневого шару; б) вторинного замулення (намул) придонного ґрунту, 15.05.2021 р.

Розподіл вторинного замулення акваторії (намул) показано на рисунку 2.5 б. На траверзі кінця молу підхідного каналу намул становив 10 мм. Трохи мористіше, на зваленні прибережної полиці, намул досягав абсолютного максимуму – 30 мм. Високою була величина намулу на станціях 18 і 19, відповідно 20 мм і 15 мм, і незначною в області дампінгу (станції 10-4, 10 і 10-2, відповідно – 2 мм, 2 мм і 5 мм).

2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у травні 2021 року

Зйомка придунайського полігону виконувалась наприкінці жовтня на стадії продовження періоду осінньо-зимового вихолоджування водної товщі.

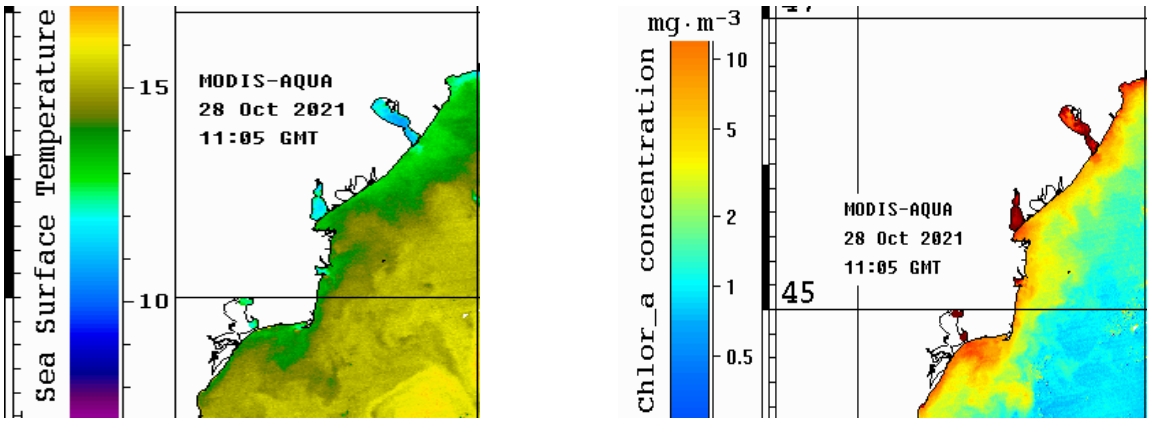


а) б)

Рисунок 2.6 – Розподіл а) температури води, б) концентрації хлорофілу-А в поверхневому шарі води західної половини ПЗШ 21 жовтня 2021 р. Дані супутника MODIS-AQUA

Роботи виконувалися в два етапи із-за несприятливих погодних умов – 23 та 26 жовтня 2021 р.

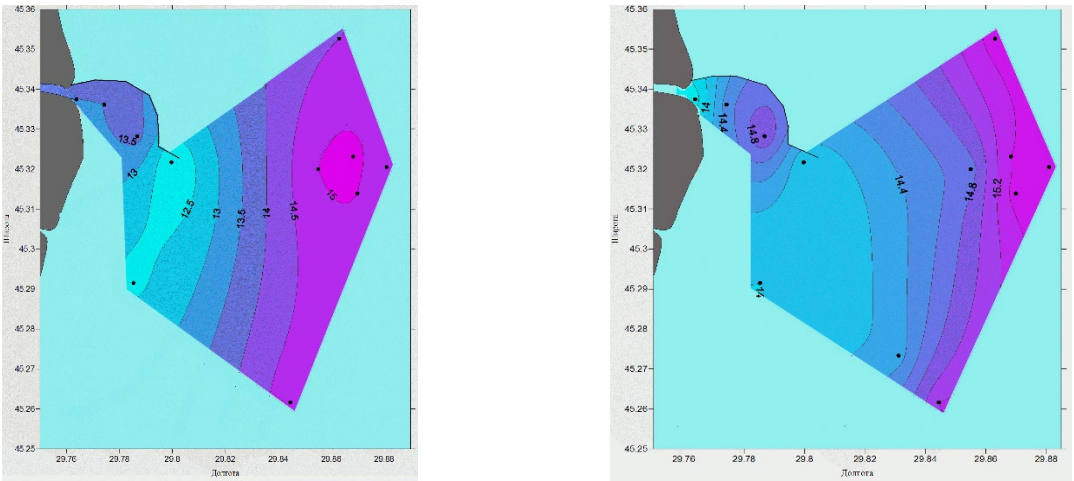
У період напередодні зйомки, температура поверхні води, згідно даних супутникових спостережень, сягала 14,5 – 16 ºС (рис. 2.6 а), концентрація хлорофілу-А не перевищувала величину 5 $mg.m^{-3}$ (рис. 2.6 б). Під впливом південно-західних вітрів прибережні води річкового розвантаження активно поширювалися в північно-східному напрямку, при цьому добре виділялися холодніші струмені річкових вод. Мористіше, вже поза межами передбачуваного полігону, водні потоки змінювали свої напрями на південний і південно-східний напрями під впливом шельфової термогалинної циркуляції циклонічного характеру. Супутникової інформації, у терміни проведення робіт, отримати не вдалося через значну хмарність над усією східною половиною Чорного моря. Після завершення робіт супутникові спостереження показали зниження температури води приблизно на 1 ºС (до 13,5 – 15 ºС, рис. 2.7 а). Вміст хлорофілу-А на траверзі Кілійської дельти залишився таким же, а на південь та північ від неї локально збільшився до 8 – 12 $mg.m^{-3}$ (рис. 2.7 б).



а) б)

Рисунок 2.7 – Розподіл а) температури води, б) концентрації хлорофілу-А в поверхневому шарі води західної половини ПЗШ 28 жовтня 2021 р. Дані супутника MODIS-AQUA

Температура поверхневих вод на полігоні, згідно даних натурних спостережень, змінювалася не більше ніж 12,5 – 15 ºС (рис. 2.8 а). В межах барової ділянки судноплавного ходу вона змінювалась від 13 до 13.5 °С і поступово збільшувалася до 15 °С біля східних кордонів полігону. Температура вод придонних горизонтів у середньому була на 0,2 – 0,3 ºС вище, ніж на поверхні, а просторовий розподіл точно повторював поверхневий (рис. 2.8 б).



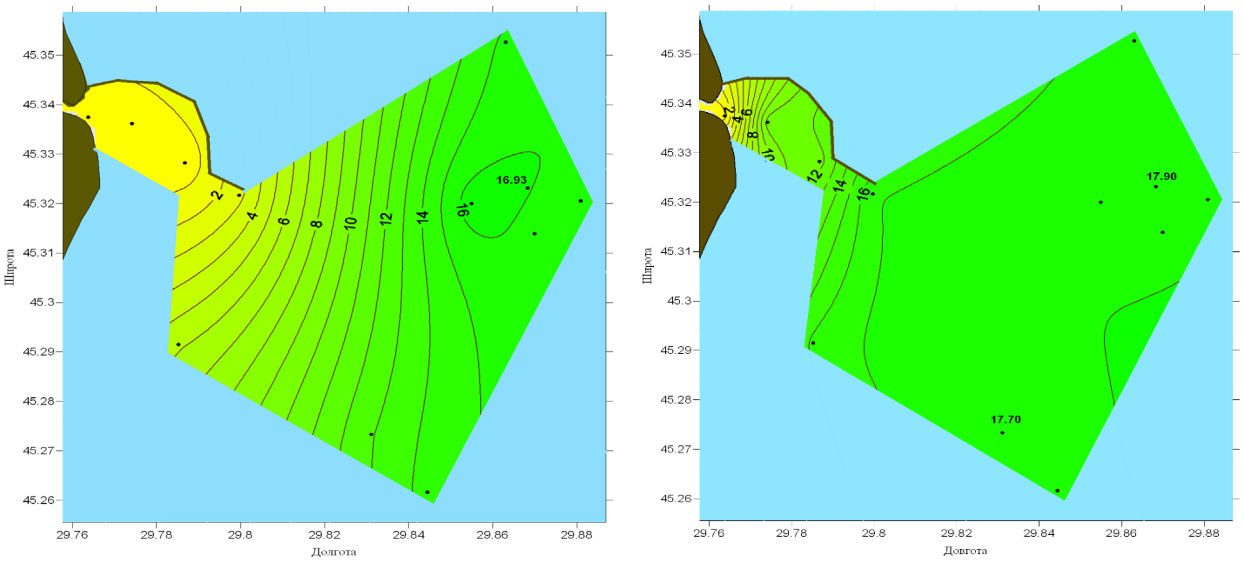
а) б)

Рисунок 2.8 – Розподіл температури води а) на поверхневому, б) на придонному горизонтах 23, 26 жовтня 2021 р.

Кліматична жовтнева оцінка температури води останнього 30-річчя для даного району становить 12,21 °С, що приблизно на 1,5 °С нижче ніж середня оцінка температури по полігону. А якщо врахувати, що полігон виконаний наприкінці місяця, то можна припустити приблизну відповідність кліматичній величині.

Найбільш розпріснені води (0-5 ‰) спостерігалися на поверхні в районі судноплавного каналу, далі у бік моря відбувалося інтенсивне перемішування та осолонення річкових вод (рис. 2.9 а). Так, якщо різниця між солоністю придонного шару та солоністю води на поверхні (ст. 8, глибина 12 м) склала 14,1 ‰, то різниця поверхня-дно в районі звалища ґрунтів, з глибинами близько 20 м, не перевищувала 1 ‰.

Придонні води найінтенсивніше перемішувалися вже в прибережній частині Дунайського узмор'я, а у відкритій частині, за межами мілководної шельфової зони, солоність придонних вод змінювалася у вузьких межах – 17.0-17.9‰ (рис. 2.9 б).



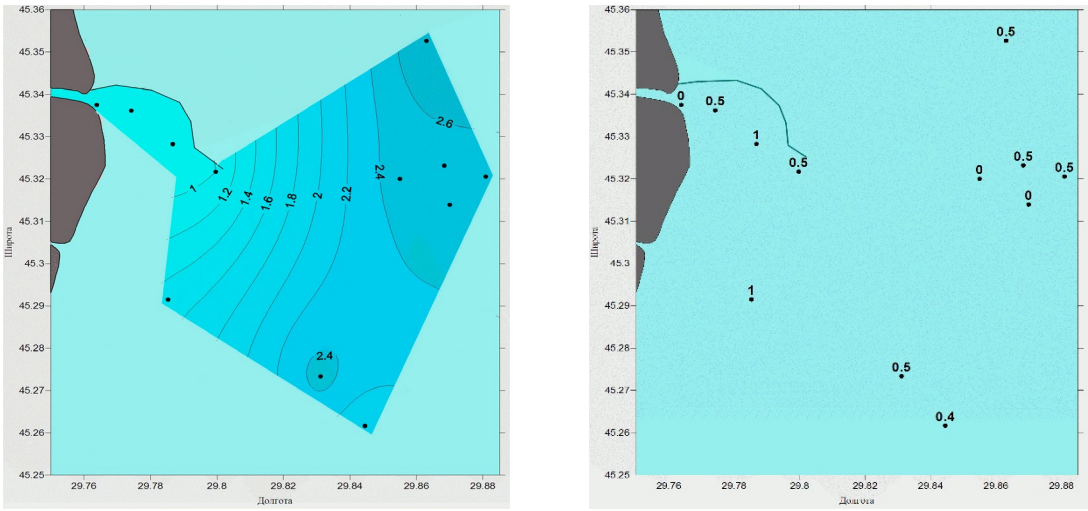
а) б)

Рисунок 2.9 – Розподіл солоності води: а) на поверхневому; б) на придонному горизонтах. 23, 26 жовтня 2021р.

На всіх станціях проводилися вимірювання прозорості поверхневого шару вод з використанням диску Секкі. У межах мілководної барової ділянки

судноплавного ходу, прозорість річкових вод, які виходять, не перевищувала одного метру (рис. 2.10 а). Низькою була прозорість вод в інших районах полігону, де відбувалося інтенсивне змішування річкових і морських вод під впливом сильних вітрів. Максимальна прозорість, величиною 2,6 м, була відзначена на ст. № 6.

Відбір проб донних відкладень виконувався з метою визначення їх свіжого накопичення в прибережній акваторії та проведення гідрохімічного аналізу в береговій лабораторії. Розподіл товщини вторинного замулення (намулення) представлено на рисунку 2.10 б.



а) б)

Рисунок 2.10 – Розподіл прозорості приповерхневого шару вод (а) за данними диску Секкі, та товщини вторинного замулення (б) 23, 26 жовтня 2021 р.

2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2021 році

Загальні параметри – температура, солоність, завислі у воді речовини, прозорість (Секкі диск), кисень, pH

Діапазон варіацій загальних параметрів в українських національних водах в 2021 році представлений в таблицях 2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1 – Діапазон варіацій загальних параметрів в поверхневому шарі українських національних вод у 2021 році

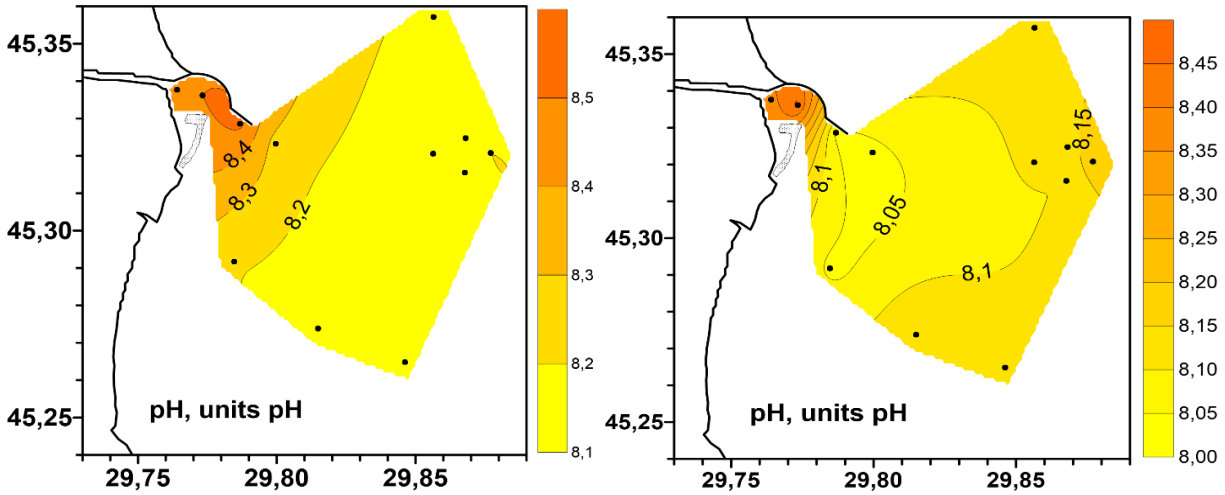
	T, ^{0}C	Солоність, $^0/_{00}$	pH	O_2, мг/л	O2 %	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (травень 2021)						
Мінімальне	10.4	0.30	8.11	7.4	73.7	4.60
Максимальне	18.2	14.4	8.52	10.2	107.6	54.2
Середнє	14.9	7.60	8.25	8.8	91.4	20.8
Дельта Дунаю (жовтень 2021)						
Мінімальне	11.8	0.40	7,97	5.4	58.3	6.22
Максимальне	15.2	16.6	8.21	11.0	119.5	20.5
Середнє	13.8	9.70	8.12	8.3	85.4	13.6
Острів Зміїний 2021						
Мінімальне	10.0	15.0	8.11			
Максимальне	27.2	18.4	8.45			
Середнє	19.8	16.9	8.28			

Таблиця 2.2 – Діапазон варіацій загальних параметрів в придонному шарі українських національних вод в 2021 році

	T, ^{0}C	Солоність, $^0/_{00}$	pH	O_2, мг/л	O2 %	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (травень 2021) [1]						
Мінімальне	8.00	0.30	8.04	3.57	34,5	0.60
Максимальне	18.0	17.8	8.46	10.6	112,4	54.8
Середнє	10.9	14.3	8.15	7,0	69,4	20.2
Дельта Дунаю (жовтень 2021) [2]						
Мінімальне	13.7	0.50	7.11	4.75	52.9	2.93
Максимальне	15.5	17.9	8.16	8.86	95.1	18.0
Середнє	14.8	15.1	8.05	7.48	80.6	10.3
Острів Зміїний [3] 2021						
Мінімальне	10.1	15.3	8.11			
Максимальне	26.3	18.3	8.42			
Середнє	19.5	17.1	8.27			

1) На глибині 4,0 м – 25,0 м
2) На глибині 4,5 м – 23,5 м
3) На глибині 8,0 м.

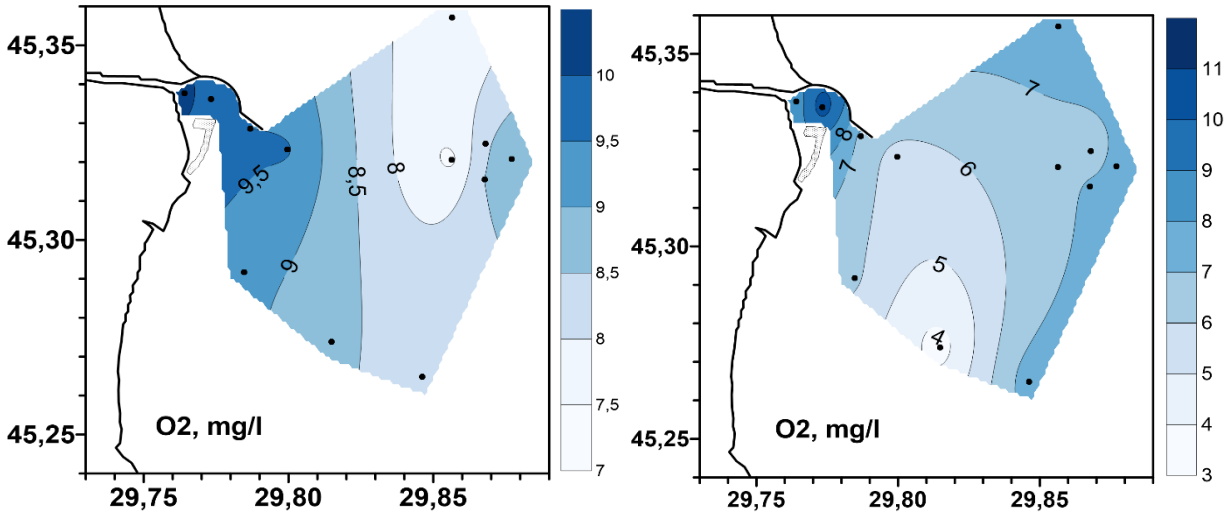
У травні концентрації водневого показника pH в районі дельти Дунаю в поверхневому шарі води були мінімальними - 8,10 (од. pH) на станції 10 і максимальними - 8,52 (од. pH) на станції 7-2 (табл. 2.1, рис. 2.11 а). У придонному шарі мінімальне значення pH 8,04 (од. pH) зафіксовано на глибині 9 м в районі станції 19,8 а максимальне pH 8,46 (од. pH) на станції 7-1 в судноплавному каналі (табл.2.2, рис.2.11 б).



а) б)

Рисунок 2.11 – Просторовий розподіл pH (од. pH) у морській частині дельти Дунаю у травні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

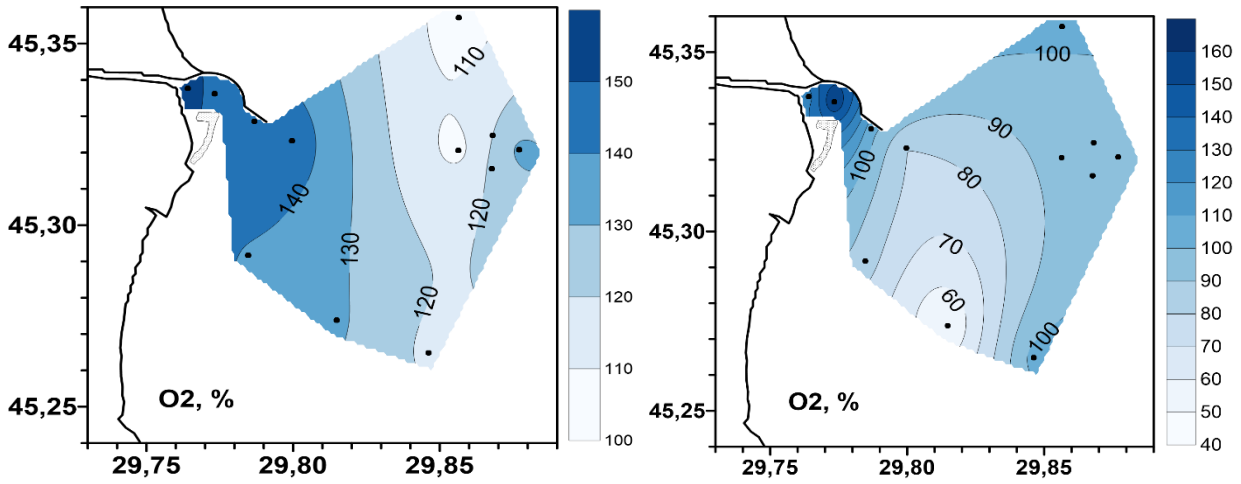
Концентрація розчиненого кисню в поверхневому шарі вод коливались від 7,4 мг/л до 10,2 мг/л (табл. 2.1). Максимум кисню був зареєстрований в районі дельти Дунаю у травні на станції 7, (рис. 2.12 а), мінімум – на станції 10-4 (рис. 2.12 а). В придонному шарі розчинений кисень змінювався від 3,57 мг/л до 10,6 мг/л (табл. 2.2). Максимум кисню в районі дельти Дунаю був зареєстрований на станції 7-1 (рис. 2.12 б), мінімум –на станції 18 (рис. 2.12 б).



а) б)

Рисунок 2.12 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у травні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

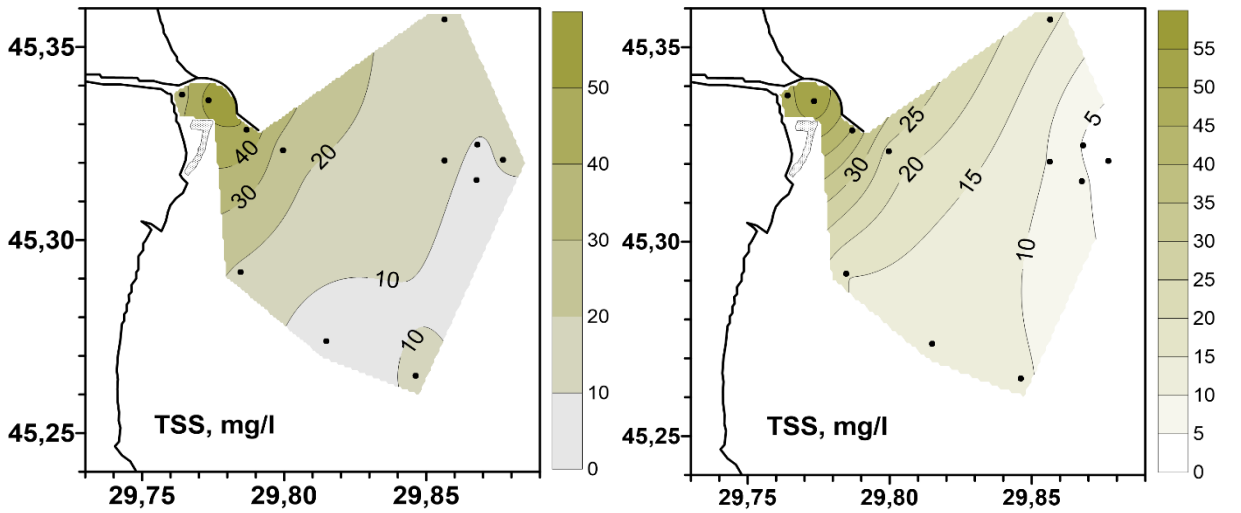
Діапазон зміни вмісту розчиненого кисню в поверхневому шарі води становив від 73,73 до 107,58 % насичення (табл. 2.1, рис. 2.13 а), що свідчить про покращення кисневого режиму на досліджуваній території. Явищ гіпоксії, характерних для придонних вод досліджуваної території у травні 2021 року не виявлено. Мінімальне значення насичення води киснем у придонному шарі (34,5 %) зафіксовано на станції 18 у південно-східній частині полігону (табл. 2.2, рис. 2.13 б).



а) б)

Рисунок 2.13 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (% насичення) у морській частині дельти Дунаю у травні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

Концентрації завислих у воді речовин були максимальними на станціях 7 - 7-2 каналу судноплавства. Максимум 54,8 мг/л зафіксовано у придонному шарі станції 7-1 (табл. 2.2., рис. 2.14 б).

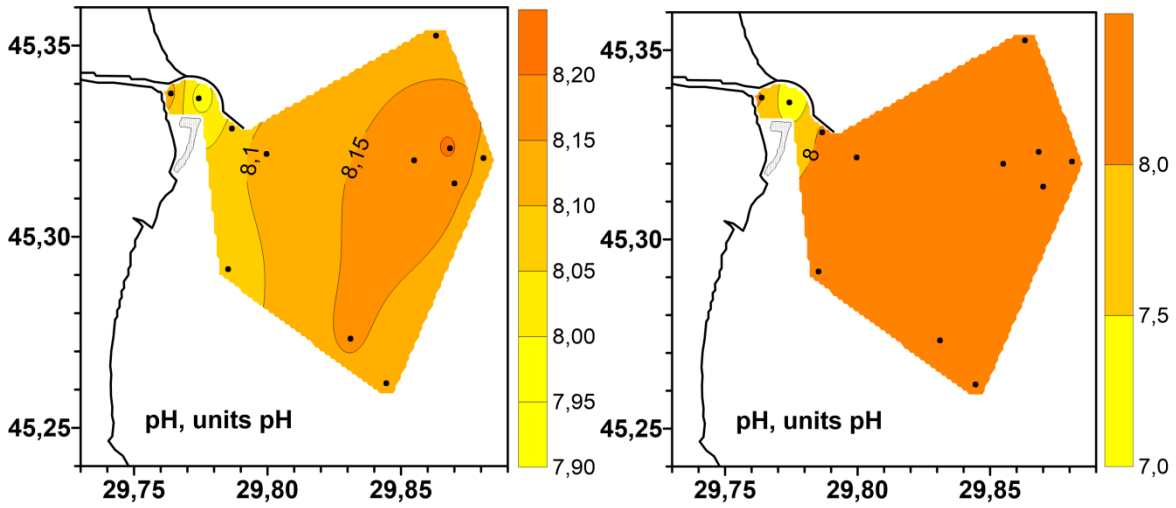


а) б)

Рисунок 2.14 – Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у травні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

У жовтні концентрації водневого показника pH в районі дельти Дунаю в

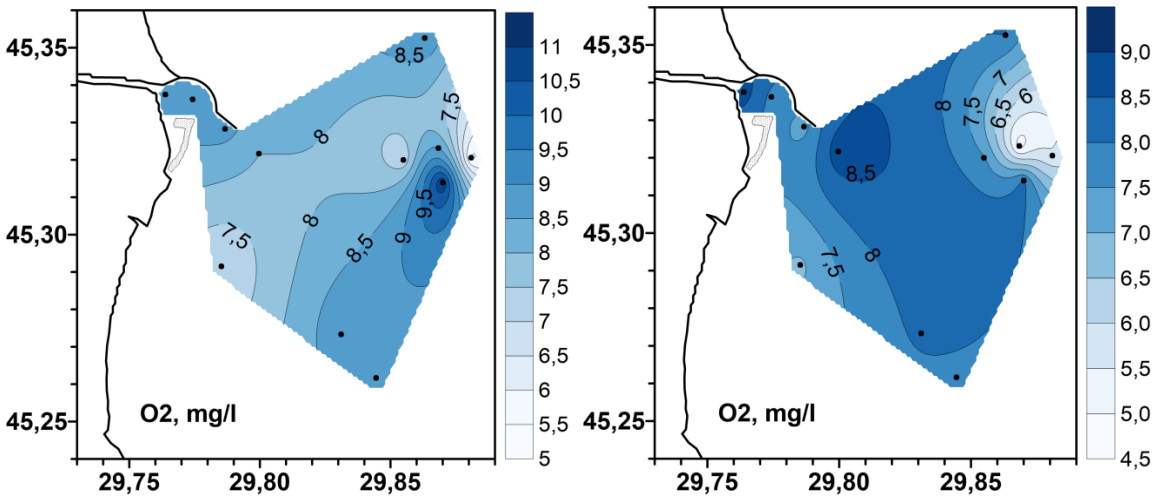
поверхневому шарі води були мінімальними - 7,97 (од. pH) на станції 7-1 і максимальними - 8,21 (од. pH) на станції 10 (табл. 2.1, рис. 2.15 а). У придонному шарі мінімальне значення pH 7,11 (од. pH) зафіксовано на глибині 4,5 м в районі станції 7-1 а максимальне pH 8,16 (од. pH) на станції 8 (табл. 2.2, рис. 2.15 б).



а) б)

Рисунок 2.15 – Просторовий розподіл pH (од. pH) у морській частині дельти Дунаю у жовтні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

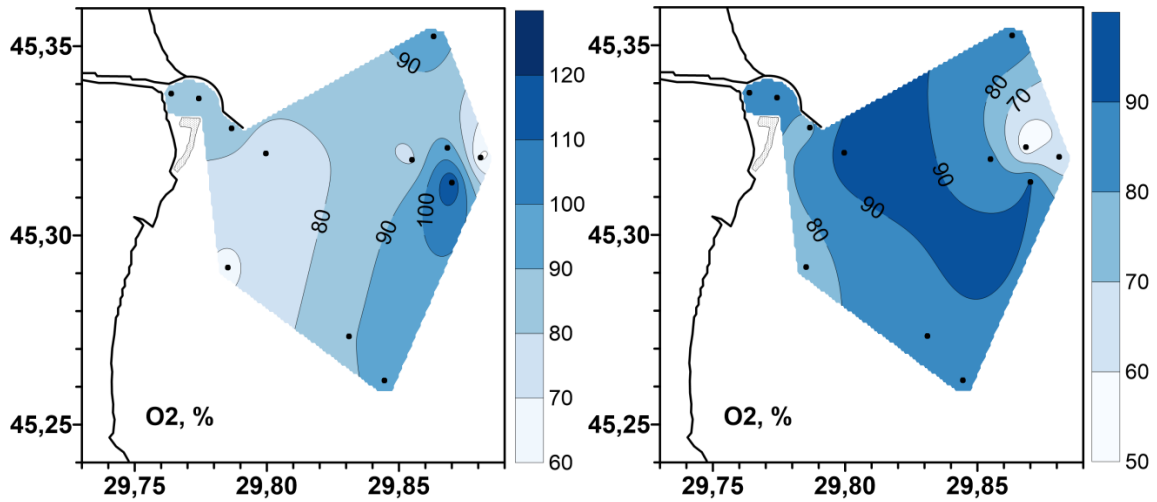
Концентрація розчиненого кисню в поверхневому шарі вод коливались від 5,41 мг/л до 10,97 мг/л (табл. 2.1). Максимум кисню був зареєстрований в районі дельти Дунаю у жовтні на станції 10-3, (рис. 2.16 а), мінімум – на станції 10-2 (рис. 2.16 а). В придонному шарі розчинений кисень змінювався від 4,75 мг/л до 8,86 мг/л (табл. 2.2). Максимум кисню в районі дельти Дунаю був зареєстрований на станції 8 (рис. 2.16 б), мінімум –на станції 10 (рис. 2.16 б).



а) б)

Рисунок 2.16 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у жовтні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

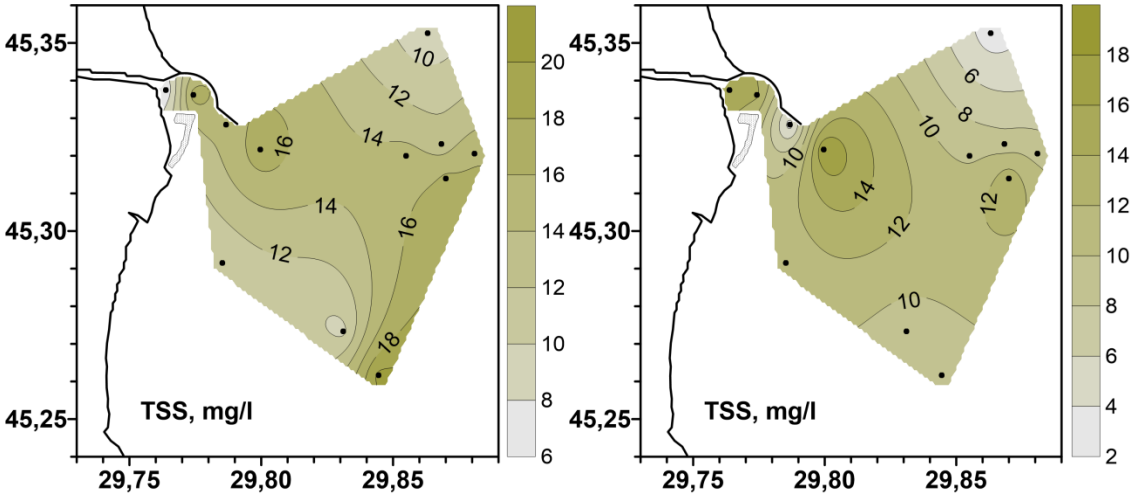
Діапазон зміни вмісту розчиненого кисню в поверхневому шарі води становив від 67,9 до 122 % насичення (табл. 2.1, рис. 2.17 а), що свідчить про покращення кисневого режиму на досліджуваній території. Явищ гіпоксії, характерних для придонних вод досліджуваної території у жовтні 2021 року не виявлено. Мінімальне значення насичення води киснем у придонному шарі (52,9 %) зафіксовано на станції 10 у в зоні демпфування (табл. 2.2, рис. 2.17б).



а) б)

Рисунок 2.17 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (% насичення) у морській частині дельти Дунаю у жовтні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

Концентрація завислих у воді речовин в поверхневих водах була максимальною на станції 17 (20,5 мг/л). Максимум 18,6 мг/л зафіксовано у придонному шарі станції 19 (табл. 2.2., рис. 2.18 б).



а) б)

Рисунок 2.18 – Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у жовтні 2021 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі

3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2021 РОКУ

3.1 Екологічний стан морських вод за змістом забруднювачів

Стан морської води та донних відкладень оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ).

Для оцінки рівня забруднення використовувалася методика оцінки за допомогою коефіцієнта забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин одного типу в окремий проміжок часу в заданому районі. Цей коефіцієнт винаходиться як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації, відповідно до директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимої концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН) [1] віднесених до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Точність відображення стану району за допомогою цього коефіцієнту залежить від кількості станцій моніторингу в досліджуваному районі та кількості спостережень за минулий проміжок часу. Загальна оцінка екологічного стану води або донних відкладень в районі який досліджується визначається по найгіршій оцінці групи забруднюючих речовин.

Формула розрахунку:

Kz
$CR = \frac{C_{mon}}{C_{Treshold}}$ $Kz = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n} CR_i$

Де: CR - коефіцієнт забруднення

Екологічний стан морської води за допомогою Кз оцінюється:

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

Північно західна частина Чорного моря (ПЗЧМ) оцінюється по районах розподілу відкритої частини моря на західну та східну і прибережну зони моря південного Криму визначених в [2] та по водних тілах визначених районів «Перехідних вод» та «Прибережних вод» відповідно до Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС (WFD) [3] (рис 3.1).

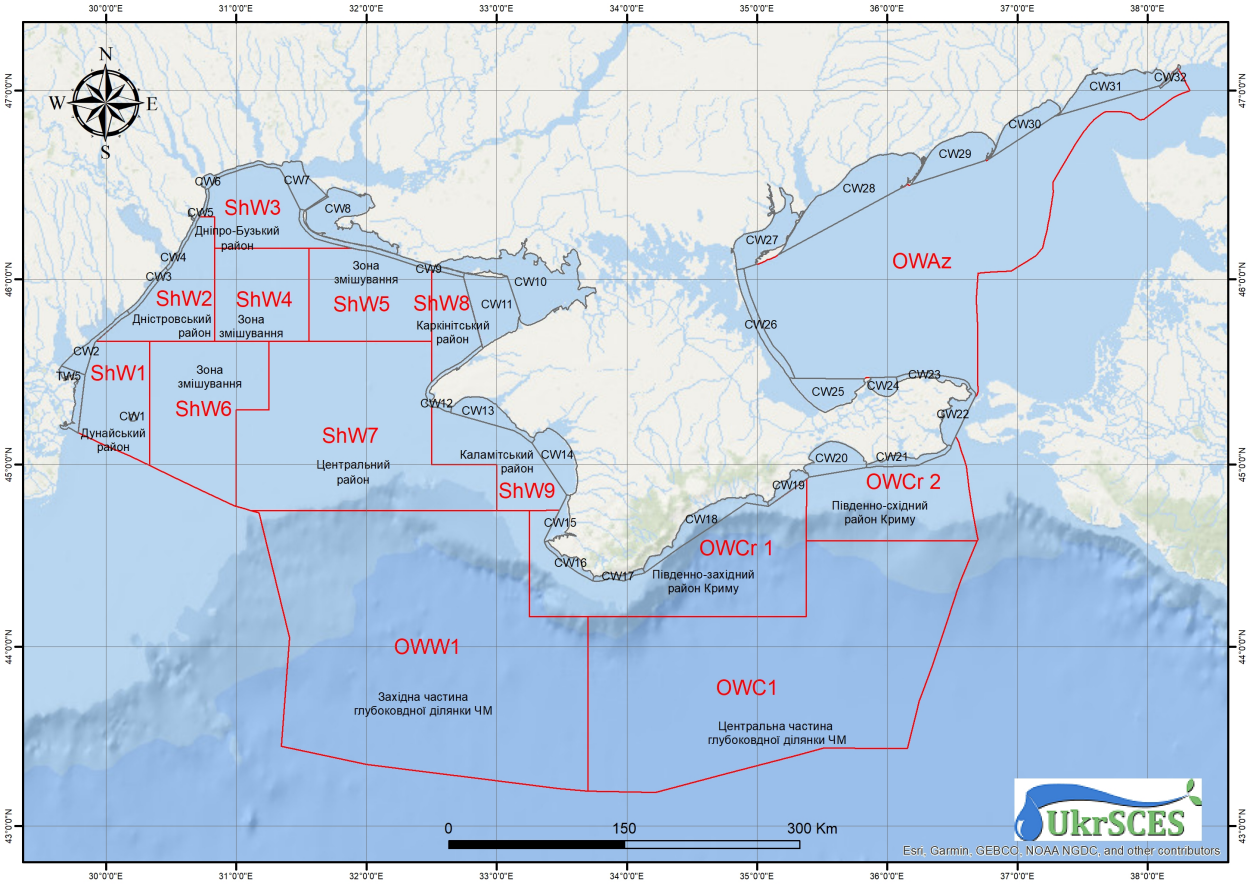


Рисунок 3.1 – Карта районів морського середовища ПЗЧМ.

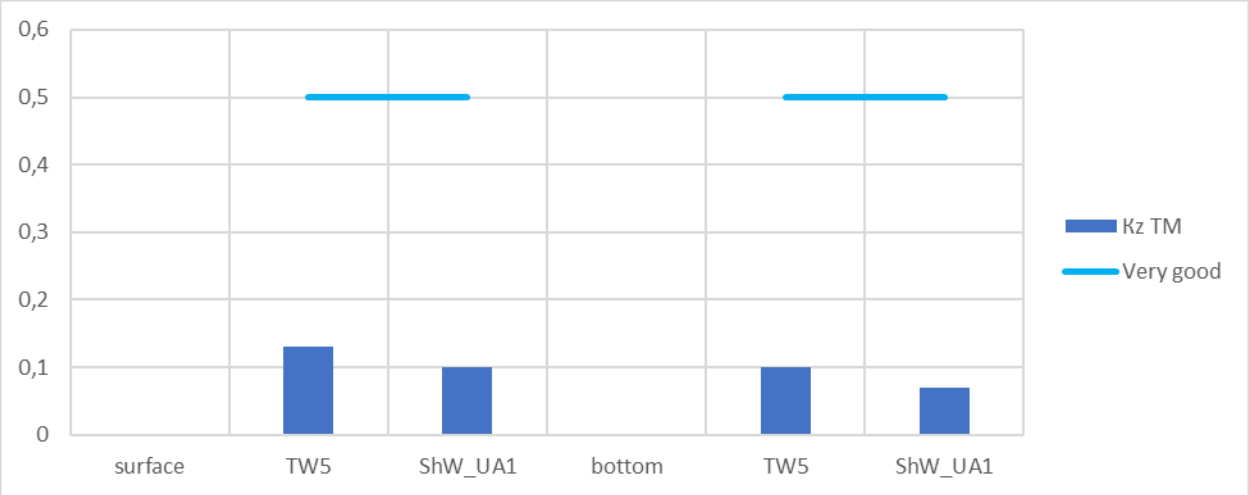
3.1.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів.

В таблиці 3.1 та на рисунку 3.2 наведені значення Кз для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni) та Кз ТМ в поверхневому та придонному шарі води за даними 2021 року по районам. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

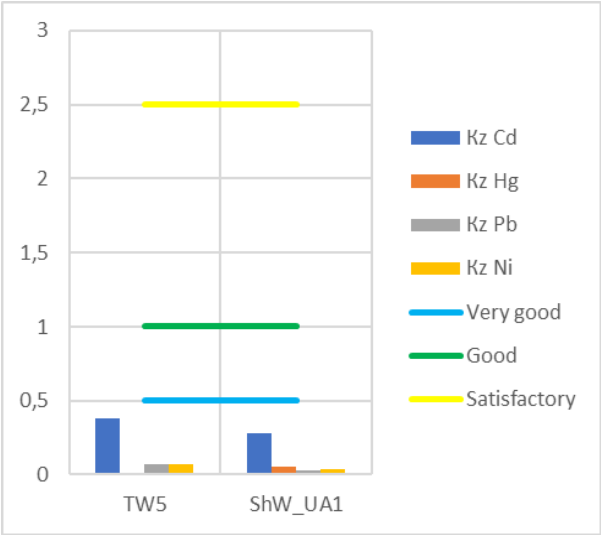
Таблиця 3.1 – Кз ТМ морської води по районах у 2021 році

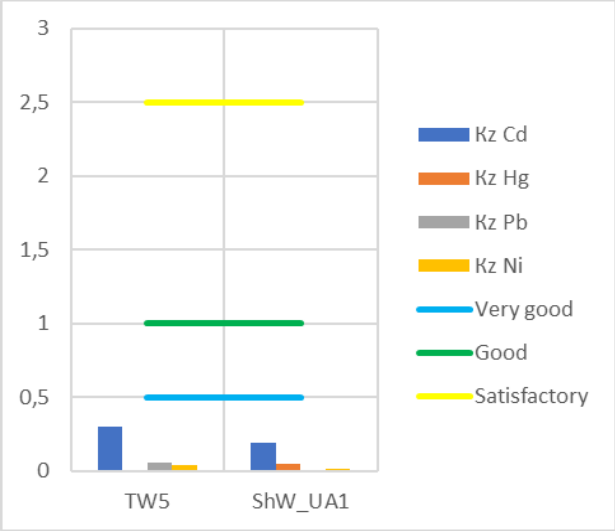
Район	Горизонт	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Hg	Кз Pb	Кз Ni
TW5	поверхня	0,13	0,38	0,00	0,07	0,07
ShW_UA1	поверхня	0,10	0,28	0,05	0,03	0,04
TW5	дно	0,10	0,30	0,00	0,06	0,04
ShW_UA1	дно	0,07	0,19	0,05	0,01	0,02

Таблиця 3.1 та рисунок 3.2 показують, що у 2021 році Кз ТМ у всіх районах відповідає дуже хорошому екологічному стану.



а)



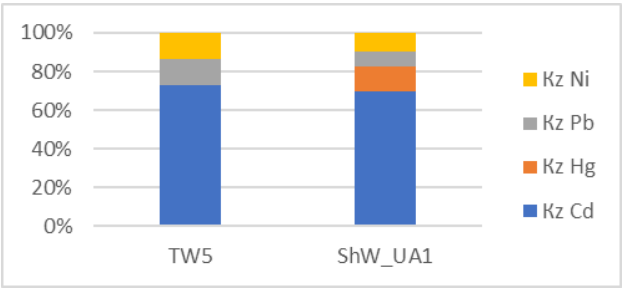


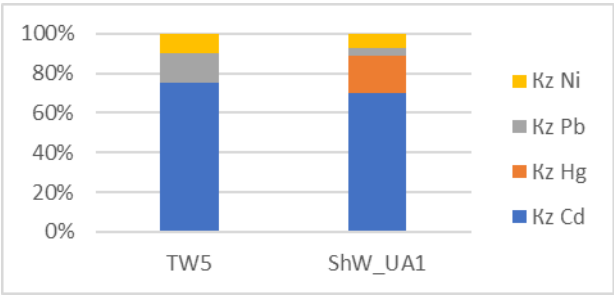
б) в)

Рисунок 3.2 – Кз ТМ морської води по районах у 2021 році: а) – Кз ТМ поверхневий та придонний шар води; б) – Кз окремих ТМ поверхневий шар води; в) – Кз окремих ТМ придонний шар води.

На рисунку 3.3 показано вклади окремих металів в забруднення групи ТМ.

В забруднення групи ТМ найбільший вклад по всім дослідженим районам від концентрацій кадмію, в районі TW5 на другому місті свинець в Дунайсткому районі (ShW_UA1) ртуть.





а) б)

Рисунок 3.3 – Вклад Кз окремих металів в забруднення морської води по районах у 2021 році: а) – поверхневий шар води; б) – придонний шар води.

3.1.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження (ОЗСП).

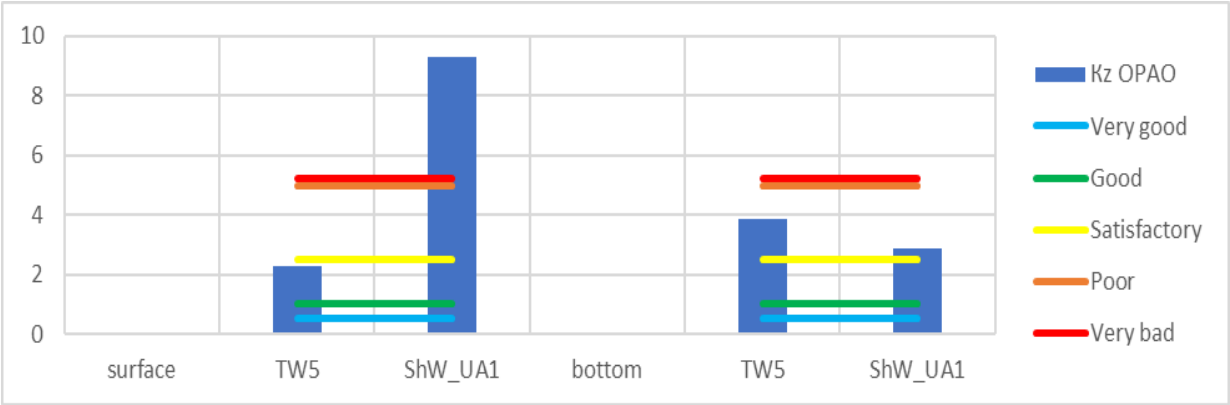
В таблиці 3.2 та на рисунку 3.4 наведені Кз для окремих ОЗСП та середній Кз для ОЗСП в поверхневому та придонному шарі води за даними 2021 року по районам. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Як видно із таблиці 3.2 та рисунку 3.4 в 2021 році Кз ОЗСП по районам вварюються від задовільного до дуже поганого екологічного стану. Основним забруднюючею речовиною серед групи ОЗСП є гептахлор, Кз гептахлору в поверхневому і придонному шарі води по всім районам відповідає дуже поганому екологічному стану.

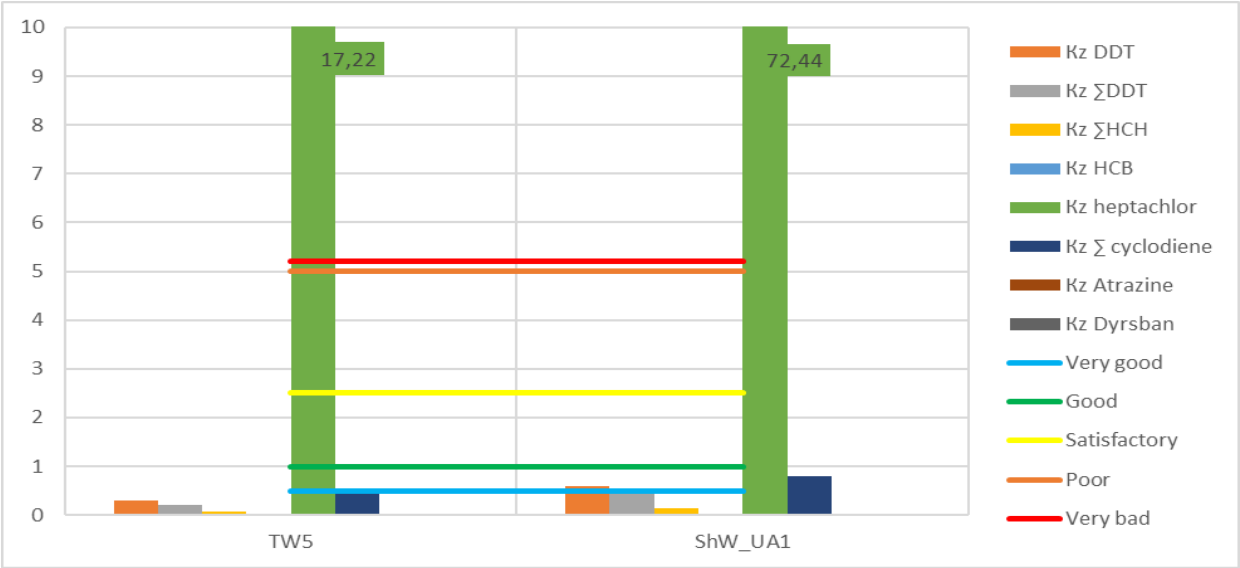
Таблиця 3.2 – Кз ОЗСП поверхневого та придонного шару морської води в 2021 році

Район	Горизонт	Kz OPAO	Kz DDT[1]	Kz ∑DDT[2]	Kz ∑HCH[3]	Kz HCB[4]	Kz heptachlor	Kz ∑ cyclodiene[5]	Kz Atrazine	Kz Dyrsban
TW5	поверхня	2,28	0,30	0,20	0,07	0,01	17,22	0,46	0,00	0,01
ShW_UA1	поверхня	9,32	0,59	0,51	0,15	0,02	72,44	0,79	0,00	0,02
TW5	дно	3,85	0,24	0,16	0,31	0,01	29,72	0,35	0,00	0,00
ShW_UA1	дно	2,89	0,32	0,20	0,29	0,01	21,64	0,54	0,01	0,15

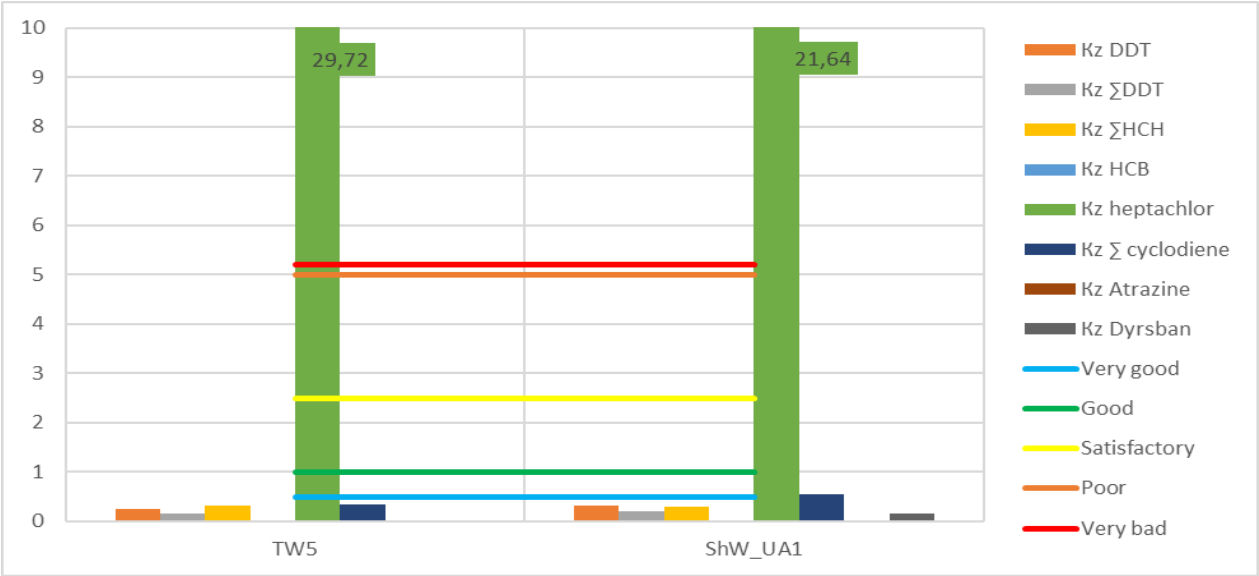
1 – p,p-діхлордіфенілтрихлоретан
2 – сума ДДТ та їх метаболітів
3 – сума ліндану та його ізомерів
4 – гексахлорбензол
5 – сума альдрину, діельдрину та ендрину



а)



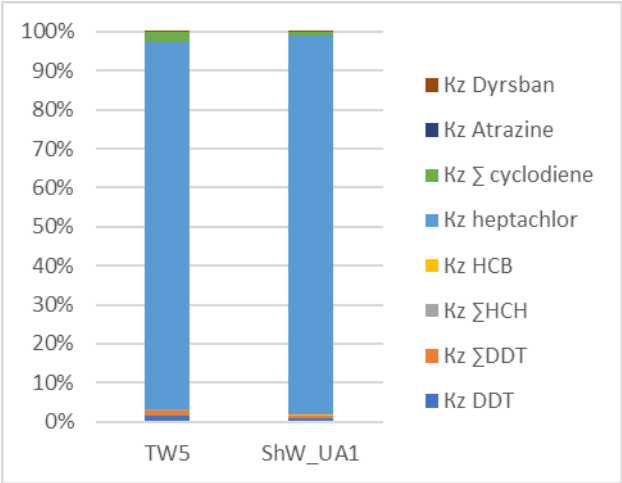
б)



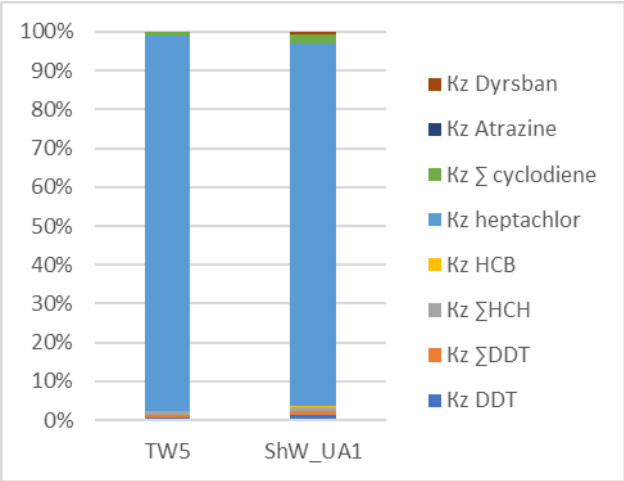
в)

Рисунок 3.4 – Кз ОЗСП морської води по районах в 2021 році: а) – Кз ОЗСП поверхневий та придонний шар води; б) – Кз окремих ОЗСП поверхневий шар води; в) – Кз окремих ОЗСП придонний шар води.

На рисунку 3.5 наведені вклади окремих ОЗСП в забруднення групи ОЗСП.



а)



б)

Рисунок 3.5 – Вклад Кз окремих ОЗСП в забруднення морської води по районах у 2021 році: а) – поверхневий шар води; б) – придонний шар води.

З рисунка 3.5 видно що найбільший вклад в забруднення групою ОЗСП вносить концентрація гептахлору по всім районам в поверхневому та придонному шарах води.

3.1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження

В таблиці 3.3 та на рисунку 3.6 наведені Кз групи ОЗПП та Кз індивидуальних ОЗПП поверхневого та придонного шару морської води по районам у 2021 році.

Оскільки в директиві ЄС 2013/39 не має обмежень по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, гранично допустимі концентрації для поліхлоровоних біфенилів (ПХБ) взяті з рекомендацій EAC, OSPAR SIME

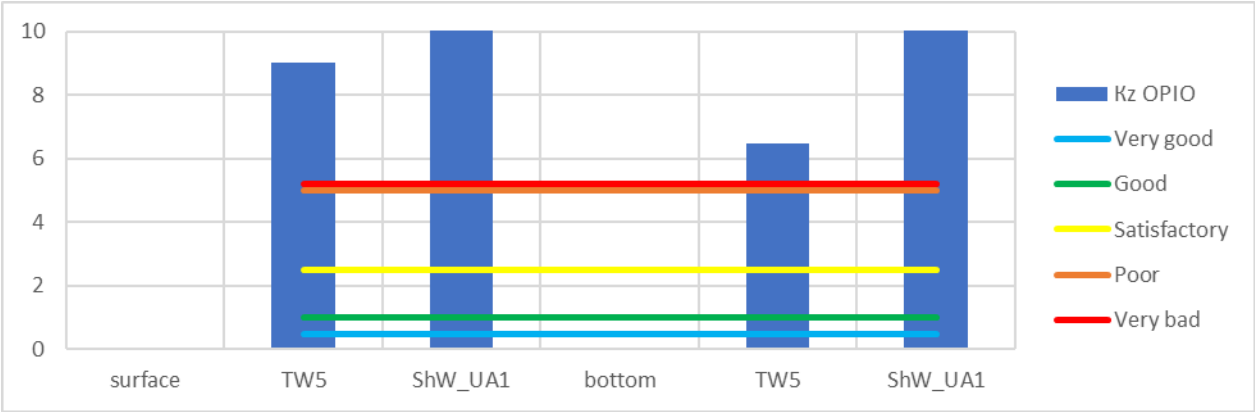
2008, також окремо розглядались групи індивідуальних ПХБ від ПХБ-16 до ПХБ-65 (Ar-1254) та від ПХБ-28 до ПХБ-73 (Ar-1260) відносно ЕН окремо не оцінювались так як з оцінки 2020 року видно що вимоги OSPAR SIME 2008 більш жорсткі.

Кз поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) розраховувався відносно MAC-EQS ЄС 2013/39.

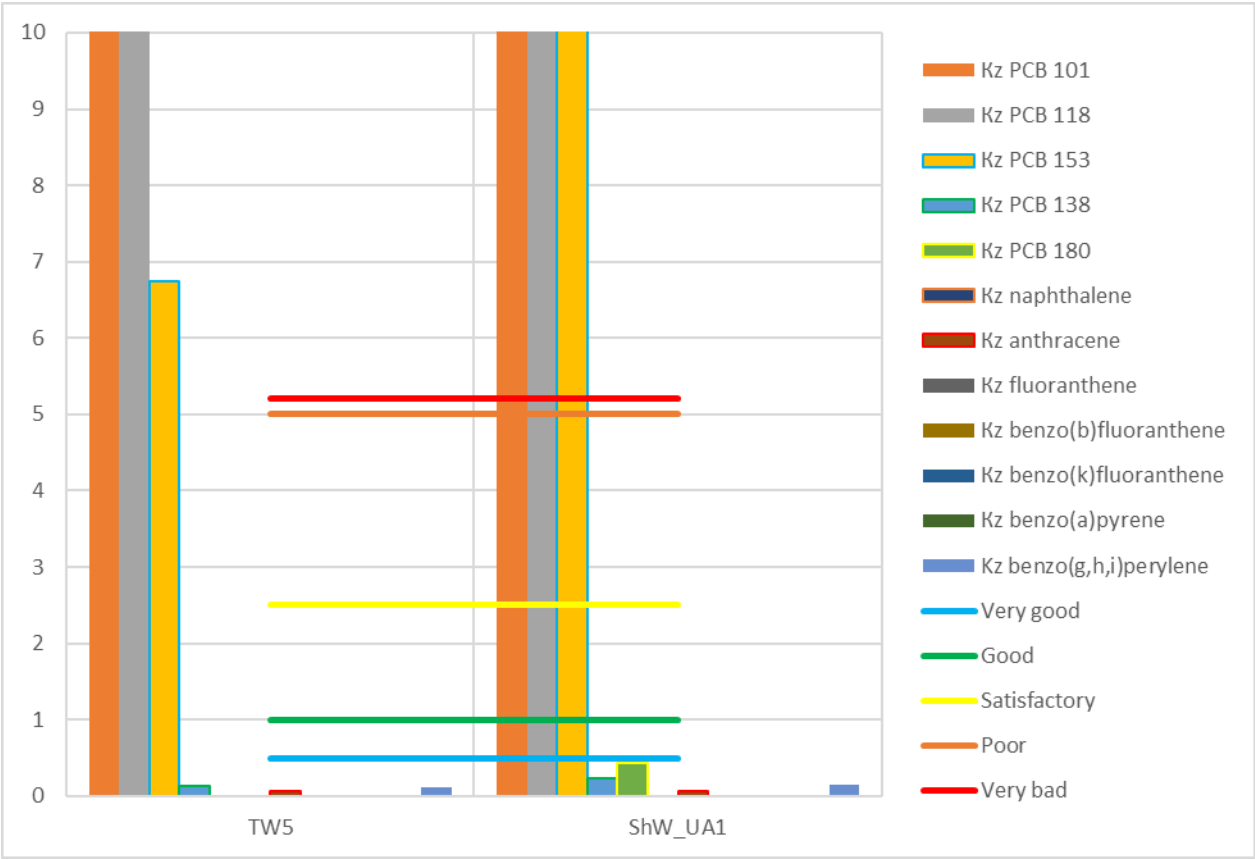
Таблиця 3.3 – Кз ОЗПП поверхневого та придонного шару морської води в 2021 році.

Район	Горизонт	Kz OPAO	Kz PCB 101	Kz PCB 118	Kz PCB 153	Kz PCB 138	Kz PCB 180	Kz naphthalene	Kz anthracene	Kz fluoranthene	Kz benzo(b)fluoranthene	Kz benzo(k)fluoranthene	Kz benzo(a)pyrene	Kz benzo(g,h,i)perylene
TW5	поверхня	9,04	85,25	16,09	6,75	0,14	0,00	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,11
ShW_UA1		11,29	82,04	27,60	24,88	0,24	0,44	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,15
TW5	дно	6,49	59,00	12,18	5,75	0,10	0,38	0,00	0,09	0,01	0,02	0,01	0,01	0,30
ShW_UA1		12,47	119,1	18,27	11,29	0,21	0,00	0,00	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,53

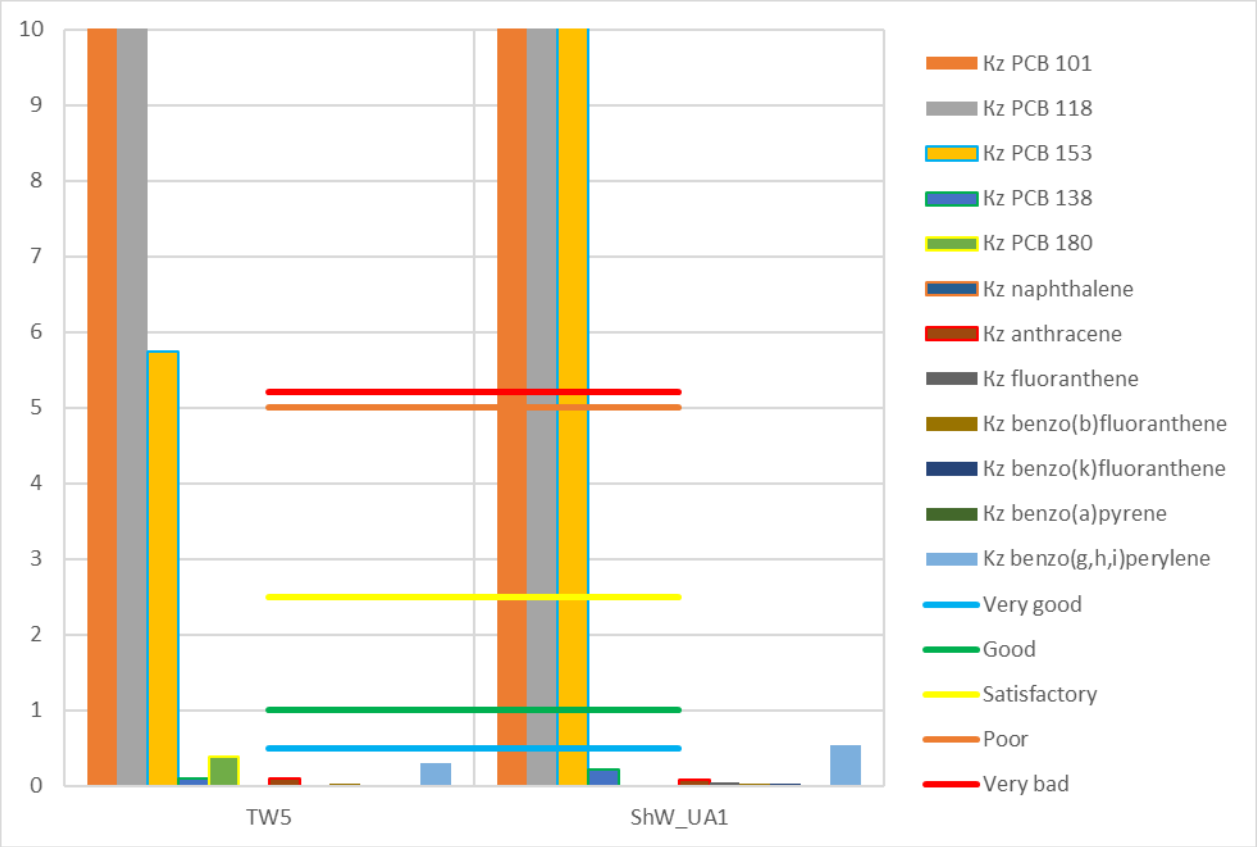
Як видно із таблиці 3.3 та рисунку 3.6 Кз ОЗПП у 2021 році по всім районам в придонному та поверхневому шарі води відповідають дуже поганому екологічному стану. По всім районам найбільше на екологічний стан вплинули концентрації індивідуальних ПХБ 101, 118, 153 їх Кз відповідає дуже поганому екологічному стану.


10
8
6
4
2
0
surface
TW5
ShW_UA1
bottom
TW5
ShW_UA1
Kz OPIO
Very good
Good
Satisfactory
Poor
Very bad

а)


10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
TW5
ShW_UA1
Kz PCB 101
Kz PCB 118
Kz PCB 153
Kz PCB 138
Kz PCB 180
Kz naphthalene
Kz anthracene
Kz fluoranthene
Kz benzo(b)fluoranthene
Kz benzo(k)fluoranthene
Kz benzo(a)pyrene
Kz benzo(g,h,i)perylene
Very good
Good
Satisfactory
Poor
Very bad

б)



в)

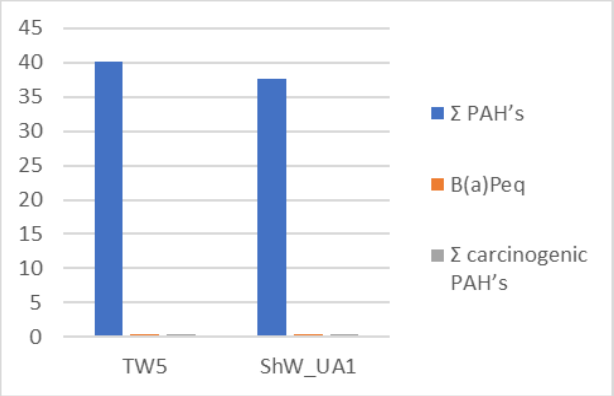
Рисунок 3.6 – Кз ОЗПП морської води по районам в 2021 році: а) – Кз ОЗПП поверхневий та придонний шар води; б) – Кз ПХБ поверхневий шар води; в) – Кз ПХБ придонний шар води.

В таблиці 3.4 та на рисунку 3.7 наведені середні значення суми ПАВ (∑ ПАВ), бензо(а)перенового еквіваленту (B(a)Peq) та суми канцерогенних ПАВ (∑ carc ПАВ) в поверхневому та придонному шарі морської води по районах у 2021 році. Показники ∑ ПАВ в знаходяться на низькому рівні.

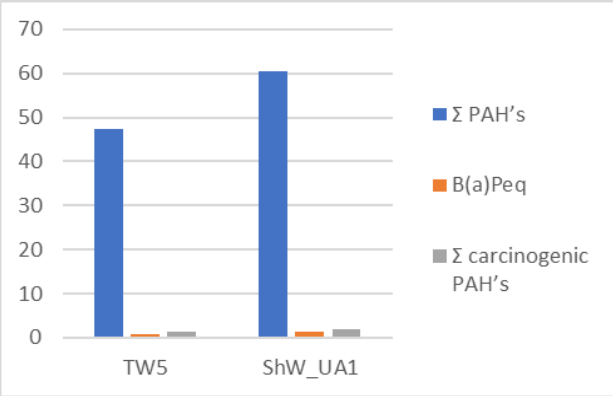
Забрудненість ПАВ морської води в цих районах порівняно з базовою оцінкою та оцінкою 2019 року більше, але порівняно з 2020 роком значно знизилась.

Таблиця 3.4 – Сума ПАВ, бензо(а)переновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ поверхневого та придонного шару морської води у 2021 році.

Район	Σ PAHs	B(a)Peq	Σ carc PAHs	Σ ПАВ	B(a)Peq	Σ carc PAHs
	поверхня			дно		
TW5	40,11	0,40	0,41	47,27	0,83	1,28
ShW_UA1	37,73	0,38	0,39	60,39	1,41	1,94



а)

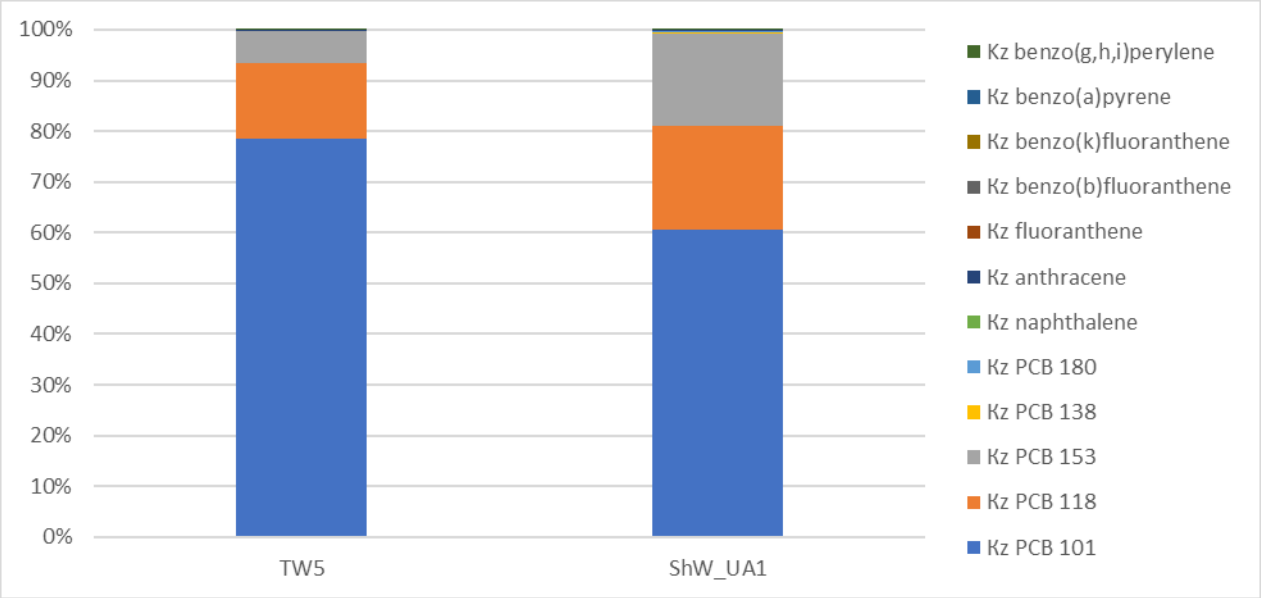


б)

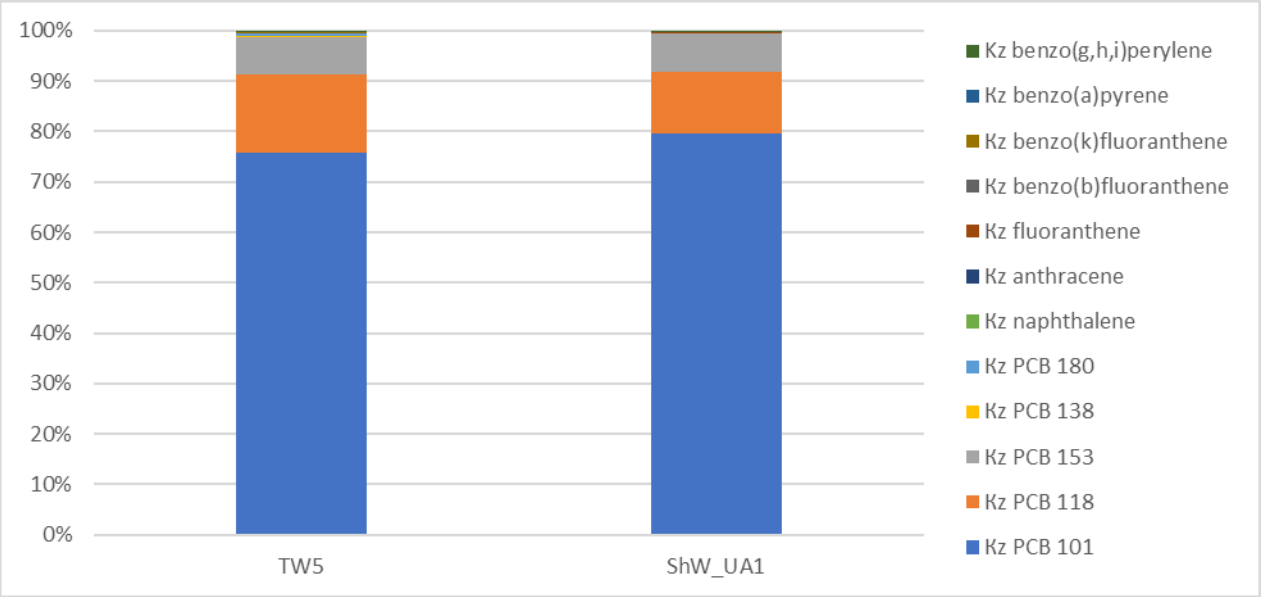
Рисунок 3.7 – Середні значення ∑ ПАВ, B(a)Peq та ∑ carc ПАВ в поверхневому та придонному шарі морської води по районах у 2020 році: а) – поверхневий шар води; б) – придонний шар води.

На рисунку 3.8 наведені вклади окремих ОЗПП в забруднення групи ОЗПП.

З рисунку 3.8 видно що в забруднення групою ОЗПП морської води в 2021 році найбільший вклад внесли PCB 101,118,153;



а)



б)

Рисунок 3.8 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення морської води по районах у 2021 році а) – поверхневий шар води; б) – придонний шар води.

3.2 Екологічний стан донних відкладень за вмістом забруднювачів

Стан донних відкладень оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ). В процесі оцінки розглядався 2021 рік.

Шкала оцінки екологічного стану донних відкладень за допомогою Кз:

для ТМ:		для органічних сполук:
Дуже добрий, коли Кз менше 0,5		Дуже добрий, коли Кз менше 0,2
Добрий, коли Кз від 0,5 до 1,0		Добрий, коли Кз від 0,2 до 1,0
Задовільний, коли Кз від 1,0 до 1,25		Задовільний, коли Кз від 1,0 до 5,0
Поганий, коли Кз від 1,25 до 2,5		Поганий, коли Кз від 5,0 до 25
Дуже поганий, коли Кз більше 2,5		Дуже поганий, коли Кз більше 25

3.2.1 Токсичні метали в донних відкладеннях

В таблиці 3.5 та на рисунку 3.9 наведені Кз ТМ та Кз індивідуальних ТМ в донних відкладеннях по районах в 2021 році. Для токсичних металів Кз розраховувався в відношенні ЕН.

Таблиця 3.5 – Кз ТМ в донних відкладеннях по районах в 2021 році.

Район	Kz TM	Kz Cd	Kz Cr	Kz Cu	Kz As	Kz Hg	Kz Pb	Kz Zn	Kz Ni	Kz Co
TW5	0,58	0,37	0,83	0,88	0,30	0,21	0,27	0,64	1,28	0,46
ShW_UA1	0,42	0,28	0,59	0,58	0,22	0,19	0,26	0,54	0,82	0,27

Як видно із таблиці 3.5 та на рисунку 3.9 Кз ТМ по всім районам відповідають доброму та дуже доброму екологічному стану. Але концентрації

нікелю в районі TW5 були підвищені и відповідали поганому екологічному стану.

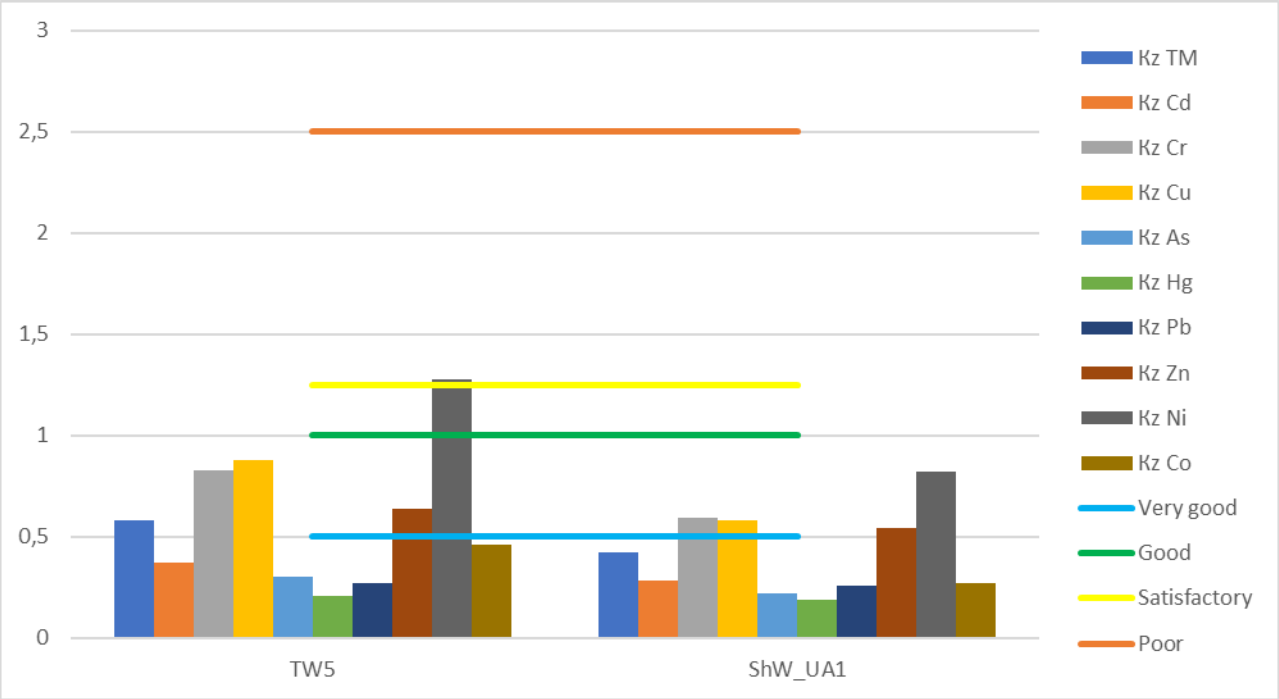


Рисунок 3.9 – Кз ТМ донних відкладень по районах в 2021 році

На рисунку 3.10 наведені вклади окремих ТМ в забруднення донних відкладень групою ТМ.

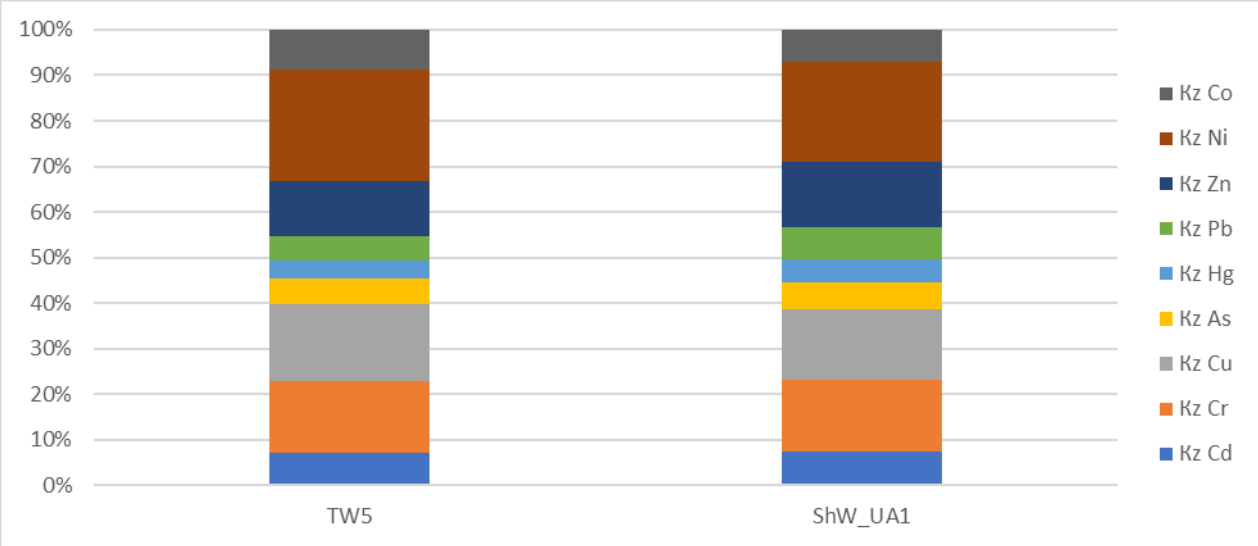


Рисунок 3.10 – Вклад Кз окремих ТМ в забруднення донних відкладень по районах у 2021 році.

З рисунка 3.10 видно що по дослідженим районам метали розподіляються практично однаково, більш присутні Ni, Zn, Cu, Cr та Cd.

3.2.2 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження

В таблиці 3.6 наведені Кз ОЗСП в донних відкладеннях по районах в 2021 році. Для ОЗСП Кз розраховувався по відношенню до граничних концентрацій з ЕН.

Таблиця 3.6 – Кз ОЗСП в донних відкладеннях по районах в 2021 році.

Район	Kz OPAO	Kz ∑DDT	Kz α-HCH	Kz β-HCH	Kz lindane	Kz ∑HCH	Kz HCB	Kz heptachlor	Kz aldrine	Kz dieldrine
TW5	22,91	21,56	1,07	105,9	47,95	22,2	1,11	1,64	1,57	3,20
ShW_UA1	28,91	37,13	1,79	22,9	177,4	7,25	3,01	3,36	2,95	4,47

Як видно із таблиці 3.6 та рисунку 3.11:

- в водному тілі TW5 Кз ОЗСП відповідає поганому екологічному стану, Кз ∑ДДТ та ∑НСН відповідає поганому екологічному стану та Кз β-НСН та ліндану відповідає дуже поганому екологічному стану, Кз α-НСН, гексахлорбензолу, гептахлору, алдріну та дільдрину відповідає задовільному екологічному стану.

- в районі ShW_UA1 Кз ОЗСП відповідає дуже поганому екологічному стану, зафіксовано високий рівень забруднення Кз ∑ДДТ та Кз ліндану відповідає дуже поганому екологічному стану, Кз β-НСН та ∑НСН відповідає поганому екологічному стану, Кз α-НСН, гексахлорбензолу, гептахлору, алдріну та дільдрину відповідає задовільному екологічному стану.

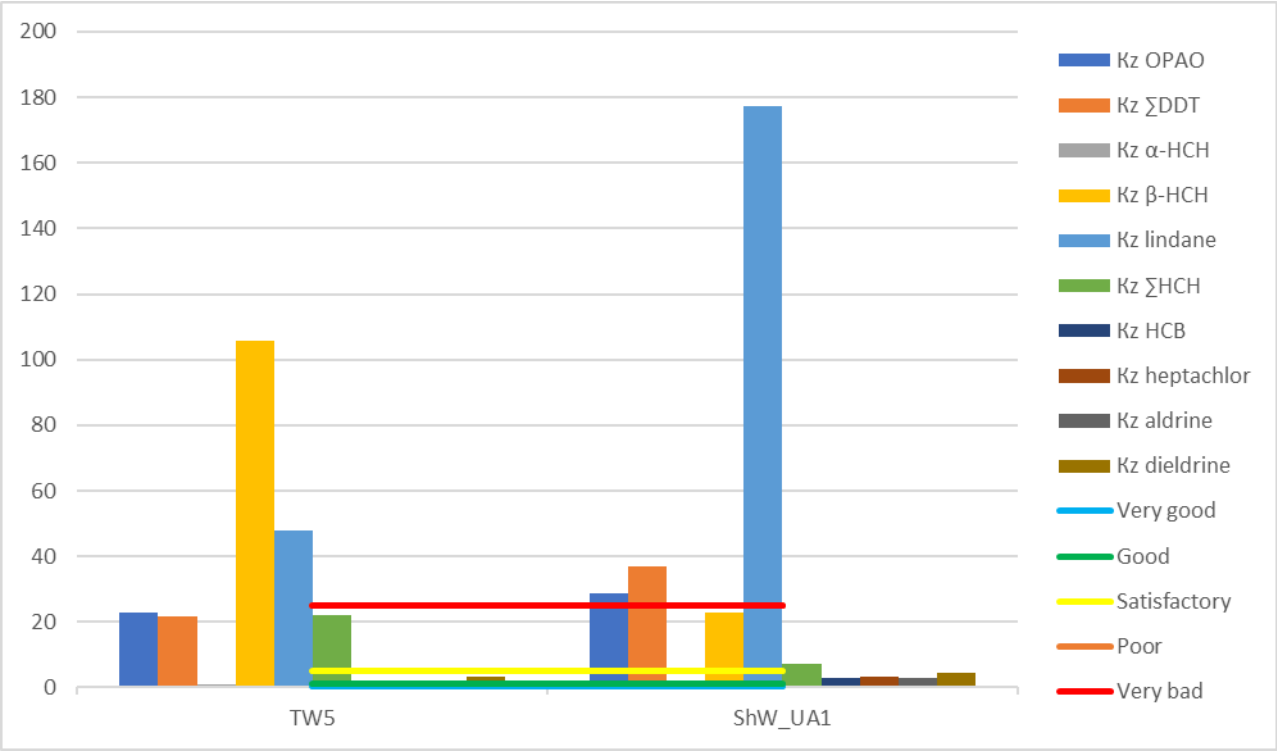


Рисунок 3.11 – Кз ОЗСП донних відкладень по районах в 2021 році

На рисунку 3.12 наведені вклади окремих ОЗСП в забруднення донних відкладень групою ОЗСП.

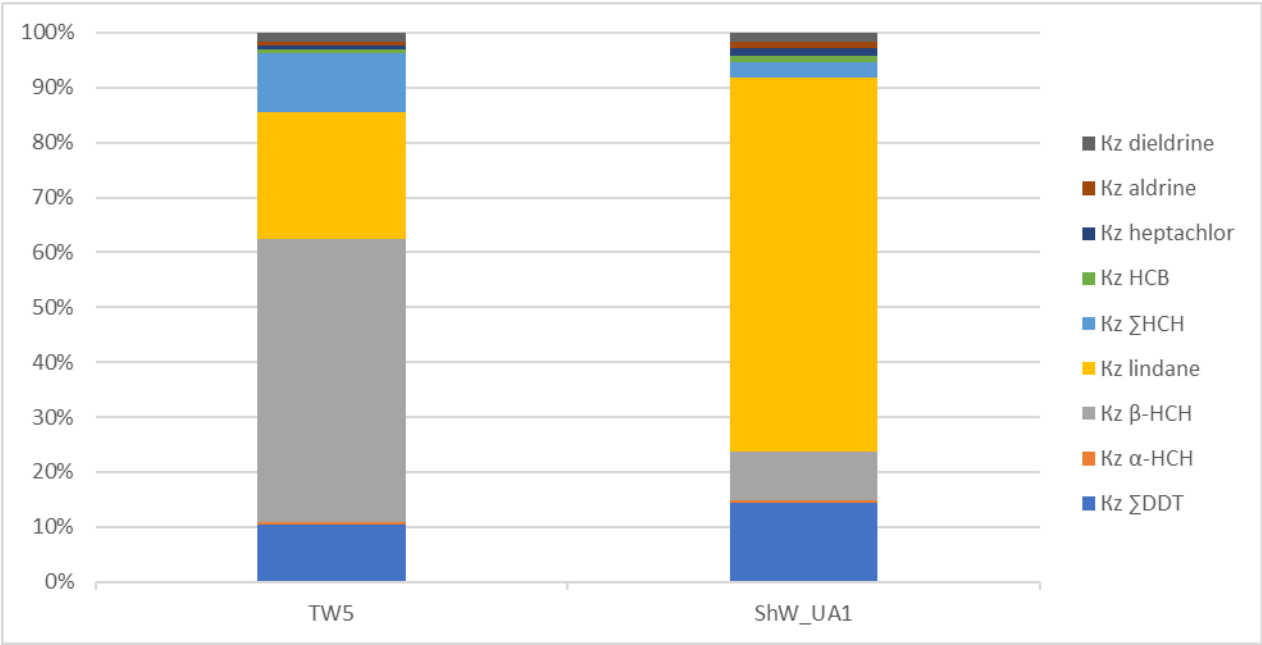


Рисунок 3.12 – Вклад Кз окремих ОЗСП в забруднення донних відкладень по районах у 2021 році.

З рисунка 3.12 видно що в районі TW5 основними забруднюючими

сполуками є ізомери гексахлоргексану з перевагою β-HCH, в районі ShW_UA1 основний вклад в забруднення вносять ізомери гексахлоргексану з перевагою ліндану.

3.2.3 Екологічна оцінка стану донних відкладень по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження

В таблиці 3.7 та на рисунку 3.13 наведені Кз ОЗПП в донних відкладеннях по районах в 2021 році. Кз окремих ОЗПП розраховувався в відношенні до граничних концентрацій за ЕН.

Таблиця 3.7 – Кз групи ОЗПП та окремих ОЗПП в донних відкладеннях по районам в 2021 році.

Район	Kz OPIO	Kz Ar-1254	Kz Ar-1260	Kz naphthalene	Kz phenanthrene	Kz anthracene	Kz fluoranthene	Kz benzo(a)anthracene	Kz Chrysen	Kz benzo(k)fluoranthene	Kz benzo(a)pyrene	Kz indeno(1,2,3cd)pyrene	Kz benzo(g,h,i)perylene
TW5	1,66	0,52	0,03	0,25	3,48	0,37	11,9	0,00	0,15	0,70	0,77	0,58	1,14
ShW_UA1	0,88	0,62	0,15	0,28	1,98	0,33	4,44	0,19	0,22	0,23	0,68	0,55	0,85

Як видно із таблиці 3.7 та рисунку 3.13:

- в районі TW5 Кз ОЗПП відповідає задовільному екологічному стану на це вплинули концентрації фенантрену (Кз - задовільно), флуорантену (Кз - погано), бензо(g,h,i)перілену (Кз – задовільно)

- в районі ShW_UA1 Кз ОЗПП відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовані підвищені концентрації фенантрену (Кз - задовільно), флуорантену (Кз – задовільно).

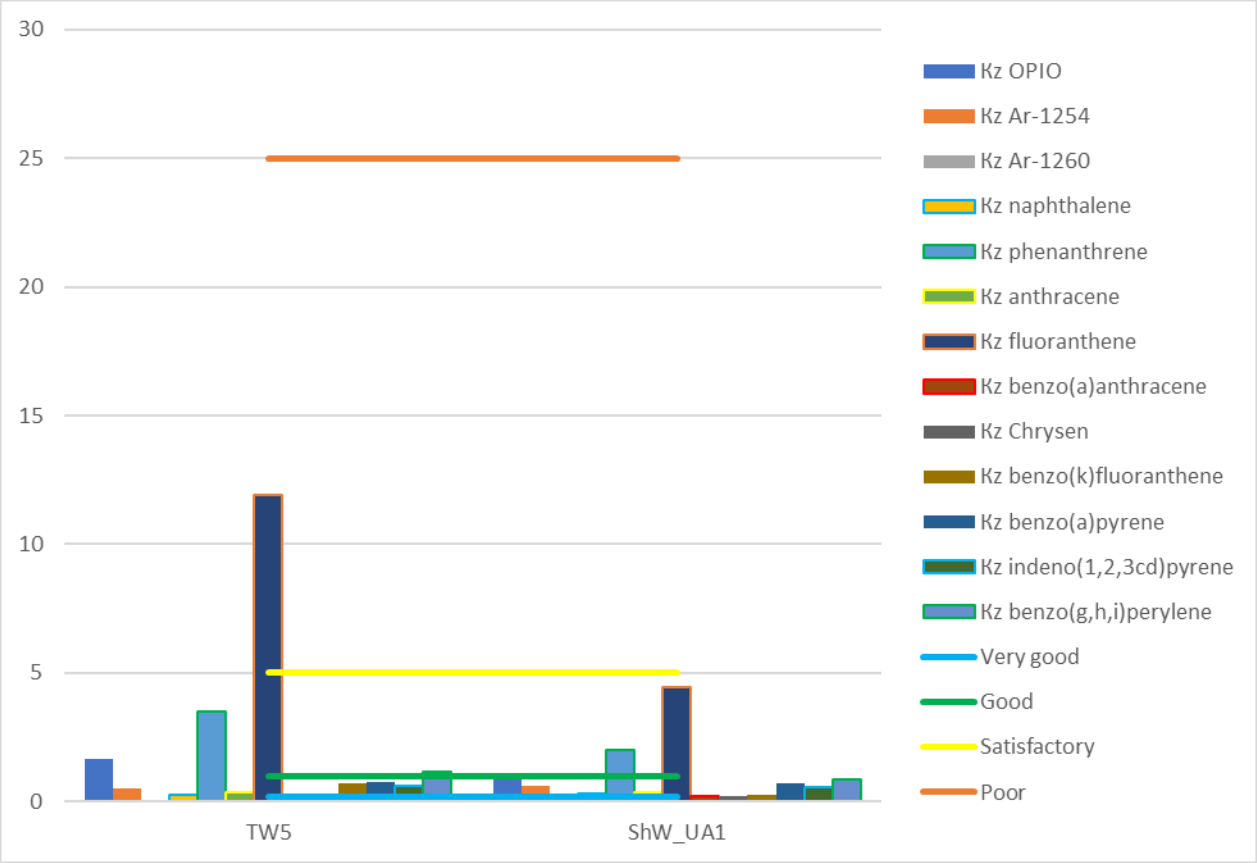


Рисунок 3.13 – Кз ОЗПП донних відкладень по районах в 2021 році

На рисунку 3.14 наведені вклади окремих ОЗПП в забруднення донних відкладень групою ОЗПП.

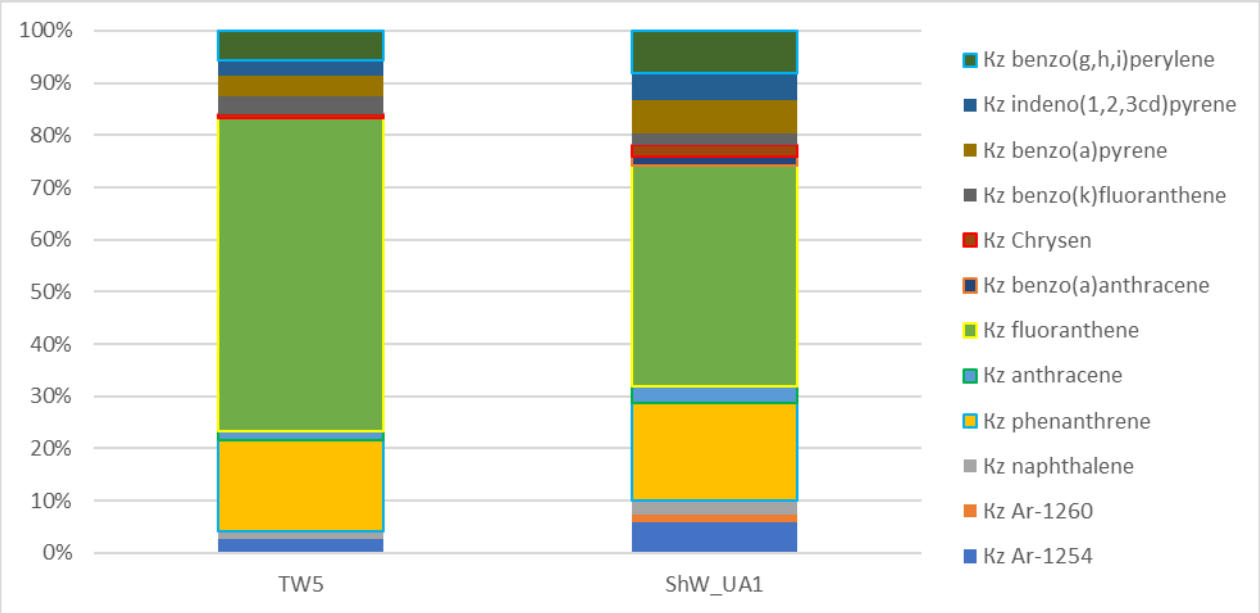


Рисунок 3.14 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення донних відкладень по районах у 2021 році.

З рисунка 3.14 видно що в районі TW5 та ShW_UA1 в 2021 році основними забруднюючими сполуками є флуорантен.

В таблиці 3.8 наведені середні значення ∑ ПАВ, B(a)Peq, Суми канцерогенних ПАВ [4] та геохімічні маркери розраховані по середнім значенням концентрацій ПАВ для донних відкладень по районах в 2021.

Таблиця 3.8 – Середні концентрації ПАВ та геохімічні маркери донних відкладень в 2021 році.

Район	∑ PAHs	B(a)Peq	Сума канце-роге-нних ПАВ	Ph/An	(Py+Flu)/ (Chr+Ph)	An/178	Flu/Py	Flu/ Flu+Py	BaA/ 228
TW5	572,57	63,71	221,07	8,43	1,41	0,11	3,89	0,80	0
ShW_UA1	412,75	55,24	134,77	5,36	1,87	0,16	0,62	0,38	0,46

За допомогою геохімічних маркерів, таки як відношення фенантрену до антрацену (Ph/An), відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрену ((Py+Flu)/(Chr+Ph)), відношення антрацену до суми сполук з молекулярною масою 178 (An/178), відношення флуорантену до пірену (Flu/Py), відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену (Flu/(Flu+Py)), відношення бензо(а)антрацену до суми сполук з молекулярною масою 228 (BaA/228) можливо оцінити характер забруднень та джерел надходження цих забруднень [5].

В таблиці 3.9 наведена оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень за геохімічними маркерами по районах в 2021, розрахунки проводились за середніми концентраціями ПАВ.

Із таблиці 3.8 видно що сума канцерогенних ПАВ перевищує B(a)Peq в досліджених районах, це характеризує присутність сполук що не надають високий токсичний вплив на біологічні об`єкти але можуть накопичуватись в них та викликати не зворотні зміни в генетичному апараті.

Як видно із таблиці 3.9 в донних відкладеннях досліджених районів переважають забруднення які надходять від процесів горіння сировини та

палива. Донні відкладення можна класифікувати на 3 категорії залежно від загального вмісту ПАУ, рекомендації [6]:

• <250 мкг/кг – незначно забруднені.

• 250 - 500 мкг/кг - забруднені.

• >500 мкг/кг – сильно забруднені

Відповідно до вказаної класифікації донні відкладеня водного тіла TW5 характеризуються як дуже забруднені, донні відкладення в районі ShW_UA1 характеризуються як забруднені дивись таблицю 3.9.

Таблиця 3.9 – Оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень в 2021 році.

Район	Оцінка Ph/An (вірогідність 66,7%)	Оцінка (Py+Flu)/	Оцінка An/178 (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Py (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Flu+Py (вірогідність 79,2%)	Район	Оцінка Ph/An (вірогідність 66,7%)
TW5	пірогенні ПАВ	пірогенні ПАВ	ПАВ з дизельного масла, сланцевого масла, вугілля та деякі зразки сирої нафти	петрогенні ПАВ	пірогенні ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	петрогенні ПАВ	дуже забруднені
ShW_UA1	пірогенні ПАВ	пірогенні ПАВ	ПАВ з дизельного масла, сланцевого масла, вугілля та деякі зразки сирої нафти	пірогенні ПАВ спалювання деревини	петрогенні ПАВ (більшість НП та продуктів їх горіння)	пірогенні ПАВ	забруднені

3.3 Виводи (порівняння екологічного стану досліджуваних районів ПЗЧМ в 2021 році з базовою оцінкою та оцінкою в 2019 та 2020 роках)

- Водне тіло TW5 загальна оцінка в 2021 році – дуже погано.
- Водне тіло ShW_UA1 загальна оцінка в 2021 році – дуже погано.

В таблиці 3.10 показана екологічна оцінка районів ПЗЧМ по роках.

Таблиця 3.10 – Екологічна оцінка районів ПЗЧМ по роках.

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
CW1 (о. Зміїний)								
Загальна оцінка	поганий		дуже поганий		дуже поганий		-	
поверхневий шар води	задовільний	гептахлор, Ar-1260	дуже добрий	бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	ДДТ, ∑ДДТ, гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138	-	-
придонний шар води	поганий		дуже поганий	ДДТ, гептахлор, бензо(g,h,i) перілен	-	-	-	-
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, β-НСН, ліндан, Ar-1254, флуорантен	поганий	∑ДДТ, β-НСН, ліндан, ∑ НСН, Ar-1254, фенантрен, флуорантен	дуже добрий	ХОП, ПХБ та ПАУ не досліджувались	-	-

Продовження таблиці 3.10

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
TW5 (дельта ріки Дунай)								
Загальна оцінка	задовільний		дуже поганий		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	добрий	гептахлор	дуже поганий	гептпхлор, бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	ртуть, ДДТ, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
придонний шар води	дуже добрий		дуже поганий	ртуть, гептпхлор, бензо(g,h,i) перілен	дуже поганий	ртуть, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
донні відкладення	задовільний	∑ДДТ, ліндан	задовільний	цинк, нікель, ∑ДДТ, ліндан, Ar-1254	задовільний	∑ДДТ, дільдрін, Ar-1254	поганий	нікель, ∑ДДТ, α-НСН, β-НСН, ліндан, ∑НСН, гексахлорбензол, гептахлор, алдрін, дільдрін, фенантрен, флуорантен, бензо(g,h,i) перілен

Продовження таблиці 3.10

Район	Базова		2019 рік		2020 рік		2021 рік	
	Екологічна оцінка	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**	**Екологічна оцінка**	**Сполуки, або аналізуєма група сполук Кз яких перевищує 1,0**
ShW_UA1 (Дунайський)								
Загальна оцінка	задовільний		дуже поганий		дуже поганий		дуже поганий	
поверхневий шар води	задовільний	гептахлор	дуже поганий	гептахлор	дуже поганий	ртуть, ДДТ, ∑ДДТ, ∑НСН, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101, ПХБ118,ПХБ153, ПХБ138,ПХБ180	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
придонний шар води	задовільний		дуже поганий	гептахлор	дуже поганий	ртуть, ДДТ, ∑ДДТ, ∑НСН, гептахлор, ∑ ціклодієнових, ПХБ101,ПХБ118, ПХБ153,ПХБ138	дуже поганий	гептахлор, ПХБ101, ПХБ118, ПХБ153
донні відкладення	добрий	∑ДДТ, ліндан, флуорантен	задовільний	Нікель, ∑ДДТ, ліндан, Ar-1254	поганий	∑ДДТ, ліндан, дільдрін, Ar-1254	дуже поганий	∑ДДТ, α-НСН, β-НСН, ліндан, ∑НСН, гексахлорбензол, гептахлор, алдрін, дільдрін, фенантрен, флуорантен

4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ПРИБЕРЕЖНИХ СПІЛЬНОТ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ДАНИМИ 2021 РОКУ

Біорізноманіття є однією з найважливіших екологічних характеристик морських екосистем. Біологічні організми є об'єктивними показниками стану навколишнього середовища. У прибережних водах водних екосистем особливо велика різноманітність гідробіонтів, структура їх спільноти відображає їх екологічний стан.

Біоценози відіграють важливу роль у ключових екосистемних процесах (первинна продукція, трофічні ланцюги, відновлення тощо). Але вони піддаються антропогенному впливу, що створює ризик для їх функціональних можливостей. Директива по Морський Стратегії (MSFD, Директива 2008/56/ЕС) вимагає від держав-членів ЄС досягнення доброго екологічного стану (ДЕС). Для досягнення ДЕС необхідно постійно контролювати стан морських екосистем.

Гідробіологічні дослідження північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) для оцінки якості екосистем морського середовища за біологічними методами проводилися з метою виконання оцінки та діагнозу стану угруповань гідробіонтів пелагіалі та бенталі різних районів морів України.

4.1 Фітопланктон

Протягом 2021 року у складі фітопланктону прибережних водних масивів Одеського регіону було відмічено 169 видів і різновидів мікроводоростей (Додаток Б), що відносяться до 11-ти систематичних відділів фітопланктону: Bacillariophyta (47 %), Dinophyta (18 %), Chlorophyta (12 %), Cyanophyta (11 %), Prymnesiophyceae (3 %), Chrysophyceae (3 %), Cryptophyceae (1 %), Euglenophyta (1 %), Dictyochophyceae (1 %), Choanoflagellatea (1 %) і Flagellata (2 %) (рис. 4.1).

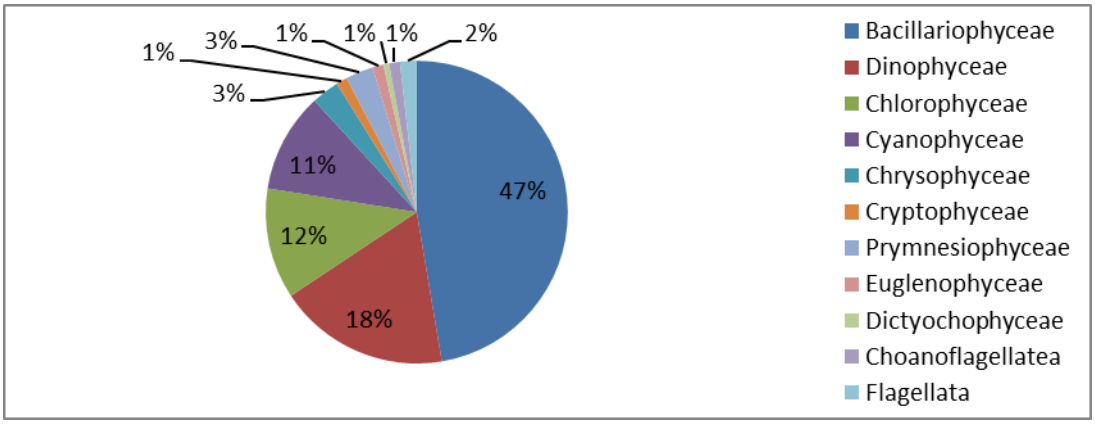


Рисунок 4.1 – Таксономічна характеристика фітопланктонного угруповання Одеської затоки в 2021 р.

Індекс видового різноманіття Шеннону у пробах мікроводоростей за період дослідження змінювався у широкому діапазоні від 0,82 до 2,88 біт • екз$^{-1}$. Річний хід зміни середньомісячних показників індексу можна побачити на рисунку 4.2.

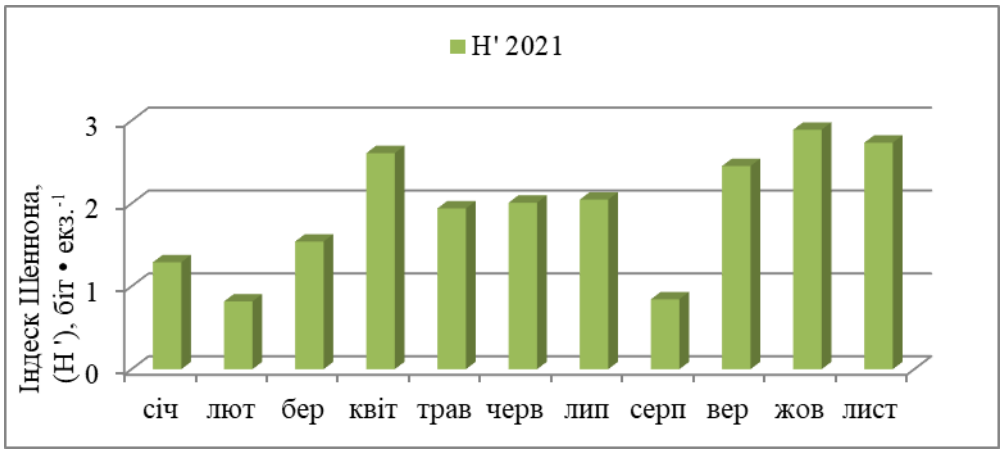
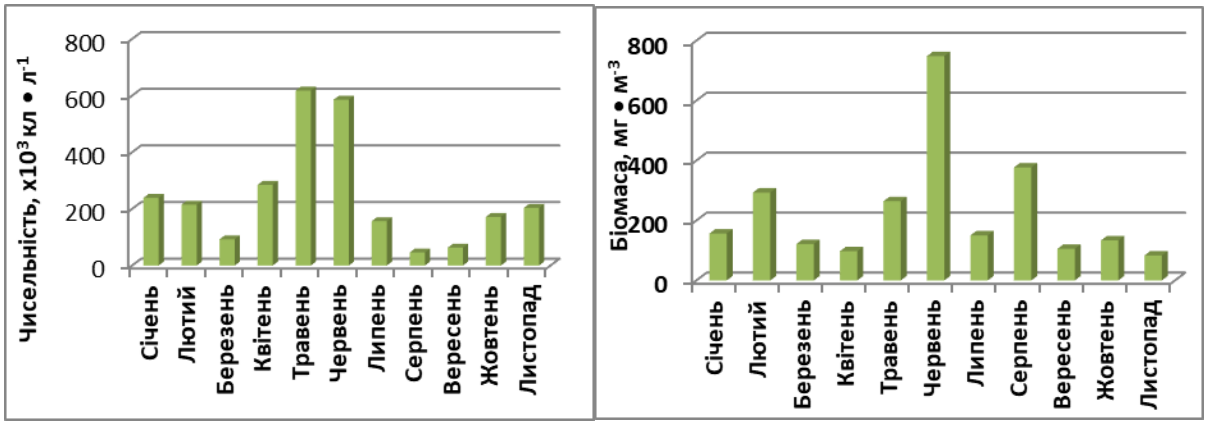


Рисунок 4.2 – Середньомісячні показники індексу видового різноманіття за Шенноном відкритий Одеського регіону в 2021 р.

Протягом 2021 року прибережний фітопланктон був сформований переважно морським комплексом видів. Середні показники чисельності склали 243 тис. кл·л$^{-1}$, що трохи більше, ніж у 2020 році; біомаси – 230 мг·м$^{-3}$, що трохи нижче, ніж у попередні роки, що відображено на рисунку 4.3.



а) б)

Рисунок 4.3 – Кількісні показники фітопланктону на станціях Одеського регіону у 2021 році: а) чисельність; б) біомаса.

У 2021 році, кількісні показники фітопланктону були досить високими. Влітку чисельність коливалась від 69 до 751 тис. кл. ·$л^{-1}$, восени від 629 до 1629 тис. кл. ·$л^{-1}$. Біомаса коливалась від 235 до 3516 мг · $м^{-3}$ влітку та від 242 до 2648 мг · $м^{-3}$ восени. У 2021 році в прибережних морських масивах спостерігали так званий «зелений приплив». Основним видом збудником якого була ціанобактерія Aphanizomenon flosaquae Ralfs ex Bornet & Flahault (біомаса склала 753,04 мг · $м^{-3}$). Це прісноводний вид, що формує макроскопічні пучкоподібні колонії. Занесений в перелік токсичних видів ЮНЕСКО, продукує нейротоксини (анатоксин та паралітичний токсин молюсків PSP). В Одеському регіоні цей вид масово розвивався у 2010 та 2015 роках. Оцінка якості води базується на кількісних та якісних показниках фітоплантону, тому зазнає значних сезонних та просторових коливань.

Оцінку якості води проводили за шкалою, розробленою УкрНЦЕМ в рамках державної науково-дослідної роботи «Базова оцінка та визначення доброго екологічного стану (ДЕС) біоценозів і біорізноманіття Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України», згідно з якою основним параметром для оцінки якості води за показниками фітопланктону є його біомаса. Для оцінки також використовувалися індекси BAC:DIN (навесні) MEC% (влітку) та Менхінік,, але треба брати до уваги, що ці індекси були розроблені для болгарського узбережжя, і знаходяться в процесі адаптації до

українських вод.

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

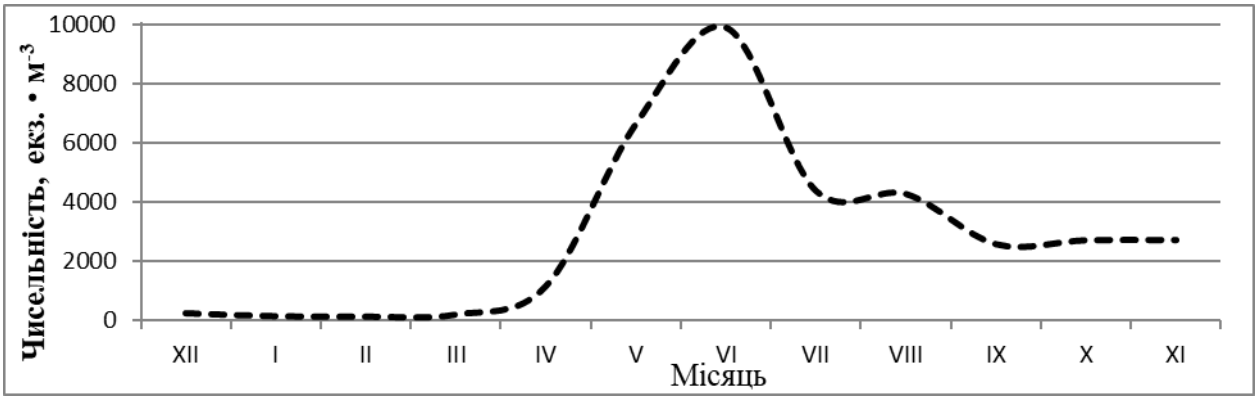
На станціях пляж сан. ім. Чкалова та Аркадія (CW5) за індексом Мехніка вона оцінювалась як «Середня», та на інших станціях як «Погана» та «Дуже погана». В осінній період на жодної станції якість води не досягала рівня «Середня» за індексом Менхініка. Таким чином, якщо узагальнювати, то в літній період за межами категорії ДЕС знаходилися станції Лузанівка, порт Одеса та Затока, в осінній період, навпаки, якість води відповідала ДЕС тільки на двох станціях – пляж «Дельфін» та Дача Ковалевського.

4.2 Зоопланктон

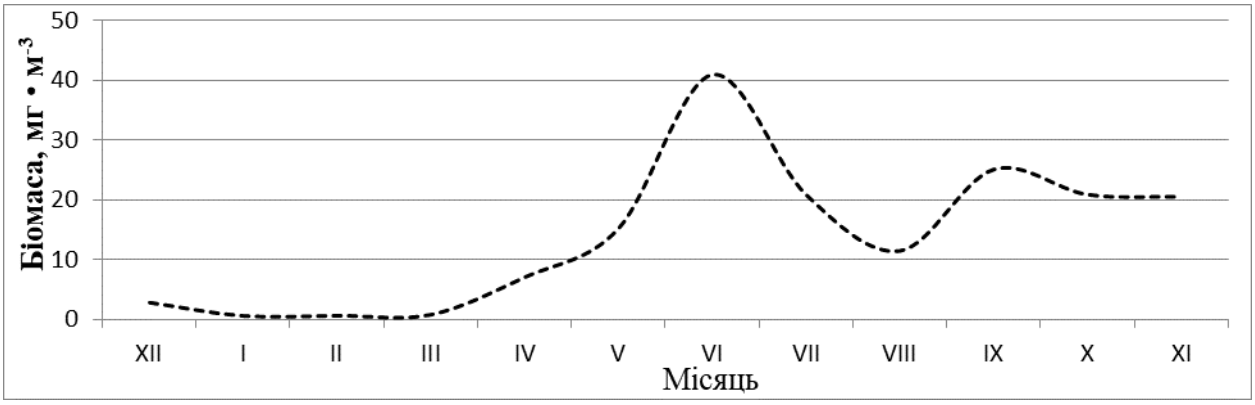
Протягом 2021 р. у всіх досліджуваних акваторіях було ідентифіковано 43 таксони рангу виду та вище морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів зоопланктону. Це значно меньше, ніж у попередні роки (61 та 63 таксони у 2019 та 2020 рр. відповідно). Основу розмаїття складали копеподи (15 таксонів), різноманітним був меропланктон – 5 таксонів, кладоцери були представлені 3 таксонами, коловертки – 4 таксонами, найпростіші – 3 таксонами, желетілі – 4 таксонами. Інші організми були представлені 9 таксонами. Чисельним зоопланктон був тільки в теплу частину року, коли температура води була вище за +8°С. Протягом року спостерігалося два максимуми розвитку мезозоопланктону, – весняний та осінній. Так чисельність

та біомаса в середньому за рік складали 2684 екз. ·м-3 та 13,10 мг·м-3

Зміну чисельності ти біомаси мезозоопланктону протягом 2021 року в Одеському регіоні відображено на рисунку 4.4.



а)



б)

Рисунок 4.4 – Середня чисельність (а) та середня біомаса мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2021 році.

За критеріями якості води по кількісним показникам зоопланктону екологічний стан морських масивів можна оцінити як «Поганий» за чисельністю та біомасою. Як «Відмінний» оцінено за показником частки Noctiluca scintillans. За часткою копепод - як «Добрий». Загалом екологічний стан морських масивів можна охарактеризувати як «Добрий». В цілому, зоопланктон морських масивів продемонстрував досить типову для регіону картину. Зберігаються низькі показники біомаси, що можливо є наслідком пригніченого стану угруповання, однак зареєстровано низькі показники біомаси N. scintillans та високі показники частки у біомасі копепод, що свідчить про низький рівень евтрофування.

4.3 Макрозообентос

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють ракоподібні (Crustacea), молюски (Mollusca) і черви (Vermes). В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя Одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 до 10 м) протягом 2019-2021 рр. зареєстровано 23 таксони, що представлено на рисунку 4.5.

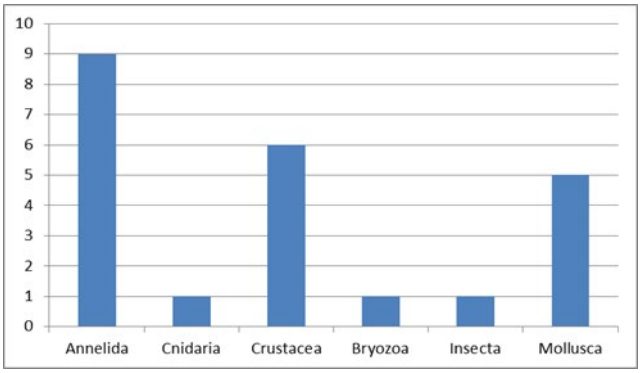


Рисунок 4.5 - Таксономічний склад макрозообентосу Одеського морського регіону у 2021 році.

Індекс бетарізноманіття Уіттакера мав низьке значення 3,07. Максимальної зустрічальністю володіли такі види Alitta succinea, Capitella capitata, Lentidium mediterraneum, Mytilus galloprovincialis, Spio filicornis). Число видів на станцію варіювало від 2 до 9. Чисельність не перевищувала 2,7 тис. екз•м$^{-2}$, біомаса варіювала в широких межах від 2 до 500 г•м$^{-2}$. В досліджуваних прибережних водних масивах виявлено 6 угруповань макрозообентосу. Характеристики угруповань водних масивів подано у відповідності до дескрипторів 1, 4 та 6.

Угруповання Cerastoderma glaucum-Spio filicornis

D1: угруповання має 3 види (Cerastoderma glaucum, Capitella capitata, Spio filicornis). Чисельність складала до 0,2 тис. екз. • м$^{-2}$, а біомаса від 19 г • м$^{-2}$, індекс Шеннона – 3,6 біт • екз.$^{-1}$.

D4: домінантом по біомасі та чисельності в угрупуванні є двостулкові молюски виду Cerastoderma glaucum на частку яких доводилося 99%.

D6: угруповання формується на субстраті пісок-мул. Співвідношення груп видів по відношенню до органічної речовини має наступний характер I – 0 %, II - 0%, III - 80%, IV - 0%, V – 20% , AMBI – 3,6, m-AMBI - 0,35, m-AMBI (n) - 0.31. Таким чином Екологічний стан угруповання макрозообентосу можна охарактеризувати як той, що не відповідає ДЕС (Не-ДЕС).

Угруповання Chamelea gallina – Polychaeta varia

D1: угруповання відрізняється відносно великим біорізноманіттям, 11 видів: Chamelea gallina, Lentidium mediterraneum, Spio filicornis, Alitta succinea, Aonides paucibranchiata, Chironomus salinaruis, Gastrosaccus sanctus, Idotea balthica, Capitella capitata, Oligochaeta sp., Mytilus galloprovincialis. Чисельність складає 2,3 тис. екз. • $м^{-2}$, а біомаса 54 г • $м^{-2}$, індекс Шеннону 0.86-1.84 біт • $екз.^{-1}$.

D4: домінують по біомасі в угрупованні фильтратори Chamelea gallina (Linnaeus, 1758) на частку яких доводилося до 85% біомаси угруповання, Polychaeta varia забезпечували більш як 50% від загальної чисельності.

D6: формується субстраті пісок-ракуша. Співвідношення груп видів по відношенню до органічного речовини має наступний характер I – 8,15%, II – 12,82%, III – 60,40%, IV - 1%, V – 17,63%, AMBI – 3,11, m-AMBI - 0,48, m-AMBI(n) – 0,42. Таким чином Екологический статус угруппованя макрозообентосу можна охареткрізовать як Не-ДЕС.

Угруповання Lentidium mediterraneum – Polychaeta varia

D1: угруповання відрізняється низьким біорізноманіттям – всього 6 видів – Lentidium mediterraneum, Spio filicornis, Alitta succinea, Chironomus salinaruis, Capitella capitata, Tubificoides sp, Abra nitida. Чисельність складала 0,6 тис. екз. • $м^{-2}$, а біомаса 10 г • $м^{-2}$, індекс Шеннону 1,36-1.52 біт • $екз.^{-1}$. Таким чином всі три показники були нижчі за торішні в 1.5-2 рази.

D4: в угрупованні Lentidium mediterraneum на частку виду домінанта припадає 95% біомаси. Також припадає значна частина чисельності – до 41%.

D6: угруповання формується на субстраті пісок-ракуша. Співвідношення груп видів по відношенню до органічного речовини має наступний характер I - 0%, II – 17,16 %, III – 44,36%, IV – 5,88%, V – 32,6, AMBI – 3,81, m-AMBI -

0,42, 0,37. Таким чином екологічний стан угрупування макрозообентосу можна охарактеризувати як Не-ДЕС.

Угруповання Mytilus galloprovincialis

D1: до складу макрозообентосу входило 8 таксонів макрозообентосу ранагом виду та вище: Mytilus galloprovincialis, Alitta succinea, Amphibalanus improvises, Mysta picta, Actinia equina, Spio filicornis, Harmothoe reticulata, Microdeutopus gryllotalpa. Чисельність складала від 1,3 до 2,7 екз. • $м^{-2}$, а біомаса від 340 до 500 г • $м^{-2}$, індекс Шеннону 0.96-1,94 біт • $екз.^{-1}$.

D4: доминант по біомасі в угрупованні є фільтратори Mytilus galloprovincialis на частку яких доводилося від 80 до 95% біомаси та чисельности бентосу.

D6: співвідношення груп видів по відношенню до органічного речовини має наступний характер I – 8,02 %, II – 11,13 %, III – 80,85 %, IV - 0 %, V – 0 %, що відповідає помірно порушеному стану. Індекси складали: AMBI - 2,59, m-AMBI – 0.57 , m-AMBI(n) – 0.80. Таким чином екологічний стан угрупування макрозообентосу можна охарактеризувати як Не-ДЕС.

Угруповання Mytilus galloprovincialis - Alitta succinea

D1: до складу угрупування входило 14 таксона макрозообентосу ранагом виду і вище: Alitta succinea, Mytilus galloprovincialis, Idotea balthica, Chamelea gallina, Spio filicornis, Nephtys hombergii, Microdeutopus gryllotalpa, Capitella capitata, Mysta picta, Dexamine spinosa, Chironomus salinaruis, Lentidium mediterraneum, Aonides paucibranchiata,Polydora limicola. Чисельність складала від 0.5 до 1.1 екз. • $м^{-2}$, а біомаса від 1.5 до 11 г • $м^{-2}$, індекс Шеннона 1,41-1,6 біт • $екз.^{-1}$.

D4: доминантами по біомасі в угрупованні є фильтратори Mytilus galloprovincialis та детритофаги Alitta succinea на частку яких припадало по 40 % від загальной біомаси.

D6: Співвідношення груп видів по відношенню до органічного речовини має наступний характер I – 0,76 %, II – 8,74 %, III – 77,87 %, IV – 4,69 %, V - 7.95 %, що відповідає помірно порушеному стану. Індекси складали: AMBI – 3,16, m-AMBI – 0.57, m-AMBI(n) – 0.63. Таким чином екологічний стан

угрупування макрозообентосу можна охарактеризувати як Не-ДЕС.

Угруповання Polychaeta varia

D1: у цю групу об'єднували спільні угрупування, що мають подібні списки видів-домінатів: Capitella capitata-Spio filicornis, Idotea balthica-Alitta succinea-Spio filicornis-Tubificoides sp., Palaemon elegans-Alitta succinea-Spio filicornis. Загально угруповання мают 10 видів. Чисельність складали від 1,5 тис. екз. • $м^{-2}$, а біомаса від 2 г • $м^{-2}$, індекс Шеннона – 0,5-1,88 біт • $екз.^{-1}$.

D4: доминанти Spio filicornis та Alitta succinea по біомасі та численности в угрупованні на частку яких припадає приблизно 70% загальної біомаси. Осноних трофічні групи безхребетних в цьому угрупуванні – детритофаги.

D6: угруповання формується на субстраті пісок-ракуша-камінь. Співвідношення груп видів по відношенню до органічної речовини має наступний характер I – 0,78 %, II – 15,31 %, III – 68,67 %, IV – 0 %, V – 15,24 %, AMBI – 3,2, m-AMBI – 0,45, , m-AMBI (n) – 0.47. Таким чином екологічний стан угрупування макрозообентосу можна охарактеризувати як Не-ДЕС.

Для розрахунку AMBI і m-AMBI використано безкоштовне програмне забезпечення, доступне на www.azti.es, для структурних індексів (Fisher, Brillouin (H), Simpsons (1-D), Margalef (d), Whittaker) - PAST 3.14 (доступно на http://folk.uio.no/ohammer/past/), Шеннону (H') log2, Пиелу (J'), агрегування - Біорізноманіття PRO PRO (доступно на http://www.sams.ac.uk / питер-Ламонт / біорізноманіття про). Багатофакторний аналіз (кластерний аналіз, неметрія MDS, PCA, CCA) та ANOVA були виконані в PAST 3.14 і Statistica 10.

У 2021 році спостерігалася зміна співвідношень числа станцій з ДЕС/не-ДЕС, таким чином що лише 5% мало добрий еколочиній стан, тоді як раніше близько 40%. Слід відмінити, що це співвідношення сильно коливається рік у рік. Так наприклад, у 2014 воно становило 20%/80%, а 2015 навпаки 88%/12%. Ці показники у тому числі пов'язані з температурним режимом моря та умовами осідання молоді двостулкових молюсків.

В цілому, донні угрупування прибережної зони ПЗЧМ є достатньо дінамічними у порівнянні з угрупуваннями більш глибоководної шельфової зони. З одного боку це обумовлено динамікою сустрату прибою, з іншого –

антропогенним навантаженням та концентрацією органічних речовин у воді та донних відкладеннях. Значення інтегральних показників якості середовища AMBI та M-AMBI у 2021 році дещо нижчі ніж у 2019-2020 рр. Проте через обмежену кількість спостережень говорити про загальний тренд на погіршення на даний момент передчасно.

4.4 Макрофітобентос

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

В умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних акваторій у всіх досліджуваних районах переважали зелені водорості, від 5 до 9 видів на різних станціях. На другому місті червоні водорості - від 4 до 8 видів. Низьким біорізноманіттям відрізняються акваторії біля порту Південний (CW7) та Дачі Ковалевського (CW5). Присутні були дрібні види-епіфіти на деяких акваторіях, що свідчить про евтрофування цих районів. Так, в районі порту Південний на дрібній Cladophora albida епіфітували діатомові водорості з дуже високим коефіцієнтом питомої поверхні: роду Diatoma (S/W 957,10±27,51 $м^2$ $кг^{-1}$, роду Navicula (S/W від 644,77 ± 36,63 $м^2$ $кг^{-1}$ до 732,72 ± 17,57 $м^2$ $кг^{-1}$. На інших акваторіях було незначне заселення макрофітів дрібними видами-епіфітами роду Acrochaetium (S/W від 398,4 ± 14,5 $м^2$ $кг^{-1}$ до 424,1 ± 12,1 $м^2$ $кг^{-1}$) і ендофітом Ulvella leptochaete (S/W 427,2 ± 21,5 $м^2$ $кг^{-1}$). Наявність значної кількості дрібних видів-єпифітів, крім того, значно

збільшує середню екологічну активність видів, яка знаходиться в протилежній залежності від якості морського середовища (чим більше тим гірше). Дійсні біомаси при існуючому проективному покритті 80 % коливалися незначно та зменшувалися на осінь: від 0,700 кг·м-2 до 1,000 кг·м$^{-2}$ навесні й від 0,500 кг·м$^{-2}$ до 0,900 кг·м$^{-2}$ восени. За екологічними оціночними індексами $(S/W)_{3Dp}$, $S/W)_x$ більший відсоток акваторій можна віднести до «задовільного» екологічного стану. За показником SI_{ph}, який безпосередньо залежить від біомаси віднесено до «доброго» стану. Важливим для оцінки екологічного стану є наявність чутливих і толерантних видів. Великі, багаторічні види з низьким значенням питомої поверхні є показниками досягнення доброго стану. Велика кількість або значна біомаса дрібно розгалужених видів вказує на високий рівень евтрофікації та низькі категорії класів екологічного статусу. На прибережних ділянках відсоток чутливих видів макроводоростей таких як, Punctaria latifolia, Lomentaria clavellosa, Chaetomorpha linum та морських трав – Zostera marina, Z.noltei, був низьким й складав близько 11 %, що не відповідає доброму екологічному стану.

Восени на 2-ох відкритих ділянках пляжу Лузанівка у штормових викидах знайдена червона водорість Chondria capillaris з S/W_p 28,6 ± 1,8 м^2 кг$^{-1}$. Вид новий для Одеської затоки. Цей вид притаманний для фітоценозу Cystoseira barbata Тилігульского лиману. Chondria capillaris часто епіфітує на таломах харових водоростей в Тендровській та Ягорлицькій затоках, в межах акваторії Національного природного парку «Джарилгацький», на акваторії Малого філофорного поля в Каркінітській затоці. До 2012 року ближче до приморської ділянки Тузловських лиманів відзначалася асоціації Chondria tenuissima.

4.5 Мікрофітобентос

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

4.6 Оцінка якості морського середовища методами біотестування біоіндикації.

У 2020 році були проведені оцінка та діагноз екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ за методами біотестування та біоіндикації з використанням фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку тест-об‘єктів та організмів-індикаторів різних систематичних рівнів і чутливості.

На екологічний стан досліджуваних акваторій впливали, як антропогенні чинники (рекреаційне навантаження, скиди господарсько-побутових,

дренажних та санаторних стоків, проведення портових операцій, тощо), так і природні (температура та солоність водних мас, штормові явища та ряд інших), що позначилося на показниках розвитку застосованих тест-об‘єктів (дорослих мідій та їхніх личинок а також модельні культури мікроводоростей) і організмів-індикаторів (водоростей мікрофітобентосу).

За результатами моделювання процесів впливу екстрагованих забруднювачів води та донних відкладень морського середовища у лабораторних умовах на популяцію мікроводорості було встановлено, що найгіршими екологічними властивостями для життєдіяльності гідробіонтів характеризувалися поверхневі шари води масивів CW5 пляжу Дача Ковалевського; CW7 – пляжу Лузанівка та порту Южний. Токсичні речовини знаходилися також у поверхневих водах масивів CW5 - санаторію імені Чкалова; CW6 – район Одеса порт (30,88-33,83 % від контролю); акваторії пляжу CW7 – Коблево та у донних відкладеннях CW4 - пляжу Затока. Донні відкладення у максимальних досліджуваних концентраціях району CW5 - пляж Дельфін (23,70 % від контролю) мали значну токсичність, та характеризуються як такі, що відносяться до екологічного класу «летальний».

Вперше за 20 років моніторингових досліджень стану чорноморського довкілля методом біотестування якості вод на личинках мідій вищенаведені середовища ділянок водних масивів відповідали класу екологічного стану вод «добрий», а всі інші досліджені прибережні зони моря – класу «задовільний».

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

За даними біотестування на личинках мідій, якість прибережних вод масивів ПЗЧМ (CW4-CW7) в осінній сезон 2021 року, в середньому, відповідала, як і за Базовою оцінкою за осінні періоди 2009-2018 років, класу екологічного стану «задовільний». Порівняння середньої оцінки показників розвитку личинок мідій нормальної морфології за осінній сезон 2021 року (що склала 32,0 %) вказує на покращення в 1,9 рази екологічного стану водних масивів CW4-CW7 відносно показника визначеної Базової оцінки якості

довкілля даних ділянок моря (16,7 % морфологічно нормальних тест-об’єктів).

Проведені впродовж 2021 року біотестування на личинках та дорослих особинах мідій та біоіндикація якості вод Дністровського та Дніпро-Бузького районів ПЗЧМ виявили, що акваторія, розташована біля мису Малий Фонтан (CW5), мала, в цілому, найкращі екологічні властивості для розвитку морських організмів, тобто залишилася умовно-чистою в прибережжі м. Одеси.

5 ЕВТРОФІКАЦІЯ

Діапазон варіацій поживних речовин у різних районах українських національних вод в 2021 році наведено у таблицях 5.1, 5.2 та рисунках 5.1 – 5.4.

Таблиця 5.1 – Діапазон варіацій поживних речовин у поверхневому шарі українських національних вод в 2021 році.

	Фосфати, μМ	Загальний фосфор, μМ	Амонійний азот, μМ	Нітрити, μМ	Нітрати, μМ	Загальний азот, μМ
Дельта Дунаю (травень)						
Мінімальне	0,28	0,81	0,30	0,45	14,1	62,4
Максимальне	1,11	1,92	2,01	0,87	91,3	211,6
Середнє	0,58	1,23	0,94	0,62	46,0	109,6
Дельта Дунаю (жовтень)						
Мінімальне	0,23	1,17	0,33	0,08	2,01	10,4
Максимальне	2,40	4,65	4,20	1,25	71,8	142,2
Середнє	1,16	2,13	1,64	0,56	24,1	73,3
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)						
Мінімальне	0,10	0,10	0,14	0,21	0,00	15.2
Максимальне	0,52	2,62	2,57	1,57	4,78	37,4
Середнє	0,23	0,86	0,91	0,43	0,90	26,2

Таблиця 5.2 – Діапазон варіацій поживних речовин в придонному шарі українських національних вод в 2021 році.

	Фосфати, μМ	Загальний фосфор, μМ	Амонійний азот, μМ	Нітрити, μМ	Нітрати, μМ	Загальний азот, μМ
Дельта Дунаю (травень)[1)]						
Мінімальне	0,18	0,78	0,00	0,10	6,33	43,4
Максимальне	1,09	1,79	4,30	0,84	108,6	322,6
Середнє	0,47	1,11	0,77	0,41	25,7	115,1
Дельта Дунаю (жовтень)[2)]						
Мінімальне	0,20	0,75	0,00	0,07	0,95	15,6
Максимальне	1,95	2,80	2,90	1,21	66,5	143,9
Середнє	0,53	1,42	0,76	0,32	14,9	54,1
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)[3)]						
Мінімальне	0,10	0,26	0,14	0,07	0,07	17,9
Максимальне	0,61	1,26	3,93	2,78	4,64	54,3
Середнє	0,27	0,77	1,75	0,65	1,33	30,9

[1)] На глибині від 4,0 м до 25,0 м.
[2)] На глибині від 4,5 м до 23,5 м.
[3)] На глибині 8,0 м.

За даними багаторічних спостережень 2000-2021 рр. в прибережних водах

масиву CW5 Одеського регіону ЧМ спостерігається тенденція зменшення мінерального і загального фосфору. Середній річний вміст мінерального фосфору в цей період змінювався в діапазоні від 23,9 мкг/дм^3, на початку XXI сторіччя, до 9,3 мкг/дм^3 в 2015 р. (рис. 5.1). В останні п'ять років середній річний вміст мінерального фосфору в прибережних водах в цьому районі знаходився в діапазоні від 10,6 мкг/дм^3 до 14,9 мкг/дм^3, при середньому 12,8 мкг/дм^3. Рівень вмісту середніх річних значень концентрації мінерального фосфору в рекреаційній зоні водного масиву CW5 відповідає доброму екологічному стану при значенні ДЕС 16,4 мкг/дм^3.

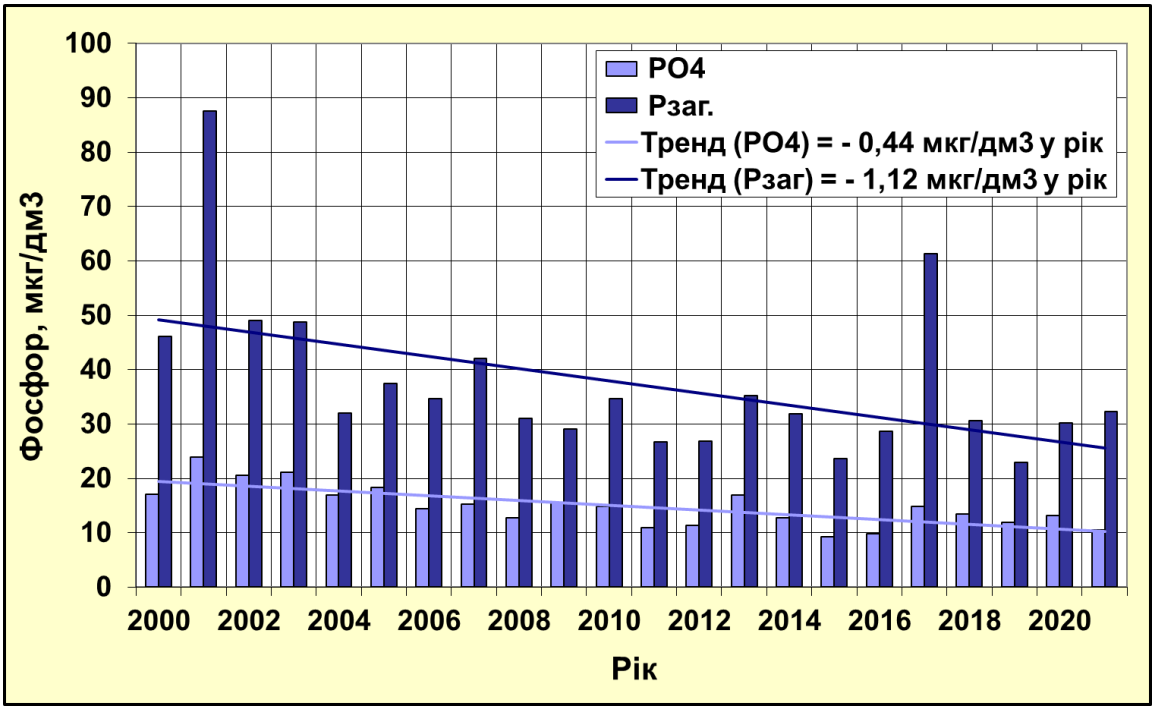


Рисунок 5.1 – Багаторічні зміни вмісту фосфору фосфатного і загального в прибережних водах масиву CW5 в рекреаційній зоні району м. Одеса

В багаторічному плані 2000 - 2021 рр. вміст середньої річної суми мінеральних форм азоту (DIN) в прибережному масиві вод CW5 ЧМ виявляє тенденцію до зменшення її концентрації з 182,9 мкг/дм^3 в 2001 р. до 85,9 мкг/дм^3 в 2021 р. (рис. 5.2). В останні п'ять років середній річній вміст DIN знаходився в діапазоні від 47,7 мкг/дм^3 до 85,9 мкг/дм^3, при середньому значенні 66,5 мкг/дм^3. В 2021 р. за показником середньої річної концентрації DIN прибережні води в даному районі відповідали ДЕС <52,7 мкг/дм^3. Загальна

тенденція до зниження вмісту DIN в період 2000 - 2021 рр. складала 3,45 мкг/дм^3 у рік.

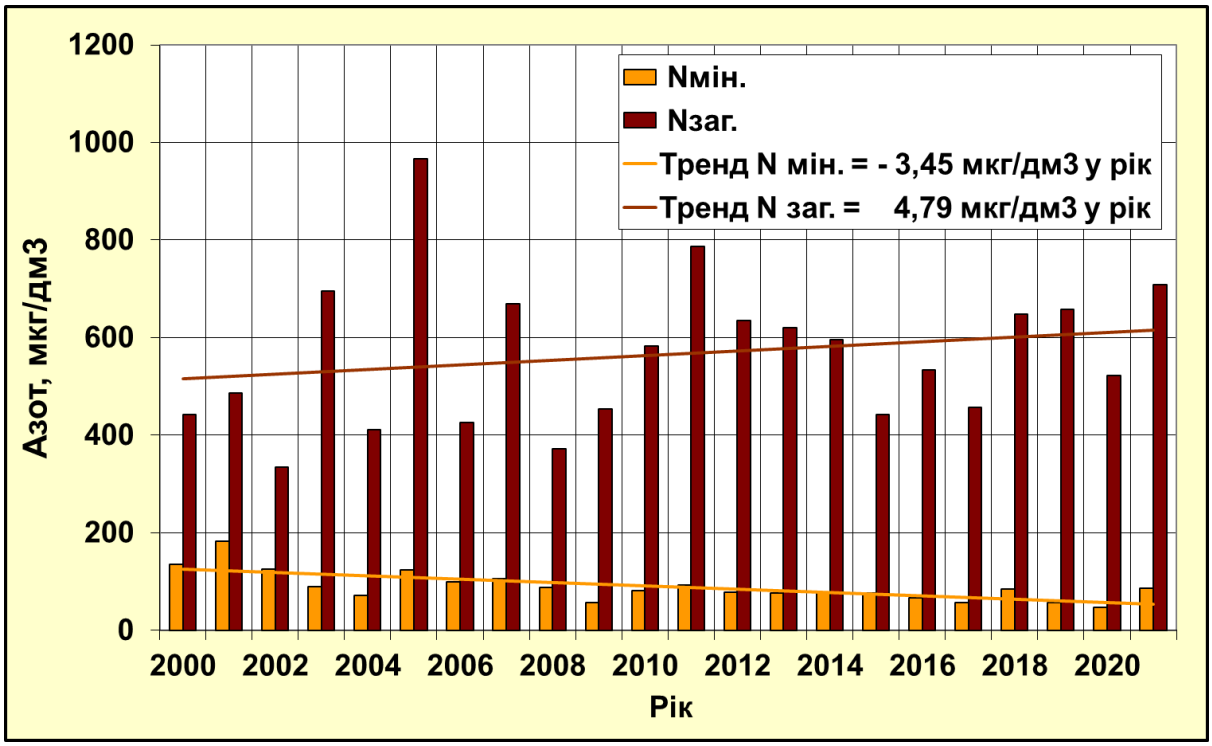


Рисунок 5.2 – Багаторічні зміни вмісту азоту мінерального і загального в прибережних морських водах масиву CW5 в рекреаційній зоні району м. Одеса

Тенденція до зниження вмісту мінеральних сполук азоту визначається і за його індивідуальними показниками нітритного, нітратного і амонійного азоту, що відображено на рисунку 5.3.

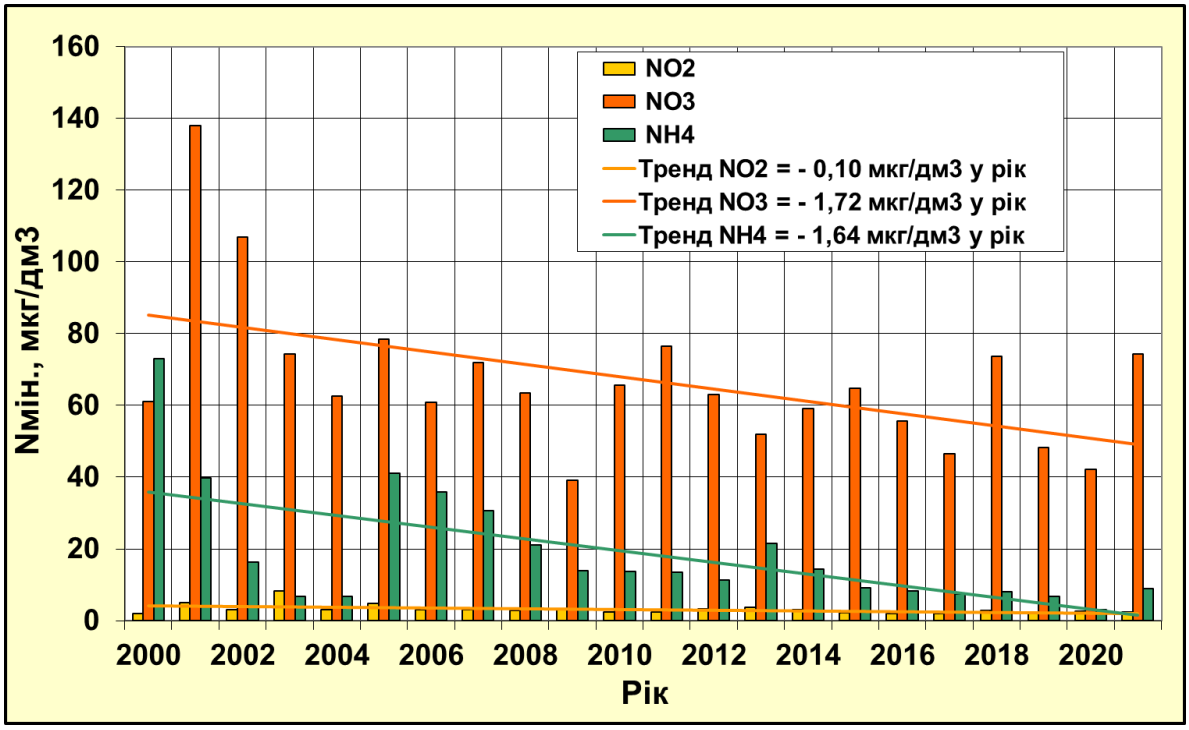


Рисунок 5.3 – Багаторічні зміни вмісту мінеральних форм азоту в прибережних морських водах масиву CW5 в рекреаційній зоні району м. Одеса

У районах, віддалених від промислових зон, у 2021 р. трофність прибережних вод за середньорічним значенням індексу TRIX (5,2 одиниць) відповідала "середньому" рівню трофності. (рис. 5.4).

У довгоперіодній мінливості показника трофності в прибережних водах зони відпочинку в Одеському регіоні спостерігається тенденція до зменшення та деяке поліпшення якості морських прибережних вод, порівняно з початком 2000-х років. Лінійний тренд індексу трофності TRIX має кутовий коефіцієнт - 0,039 одиниць на рік.

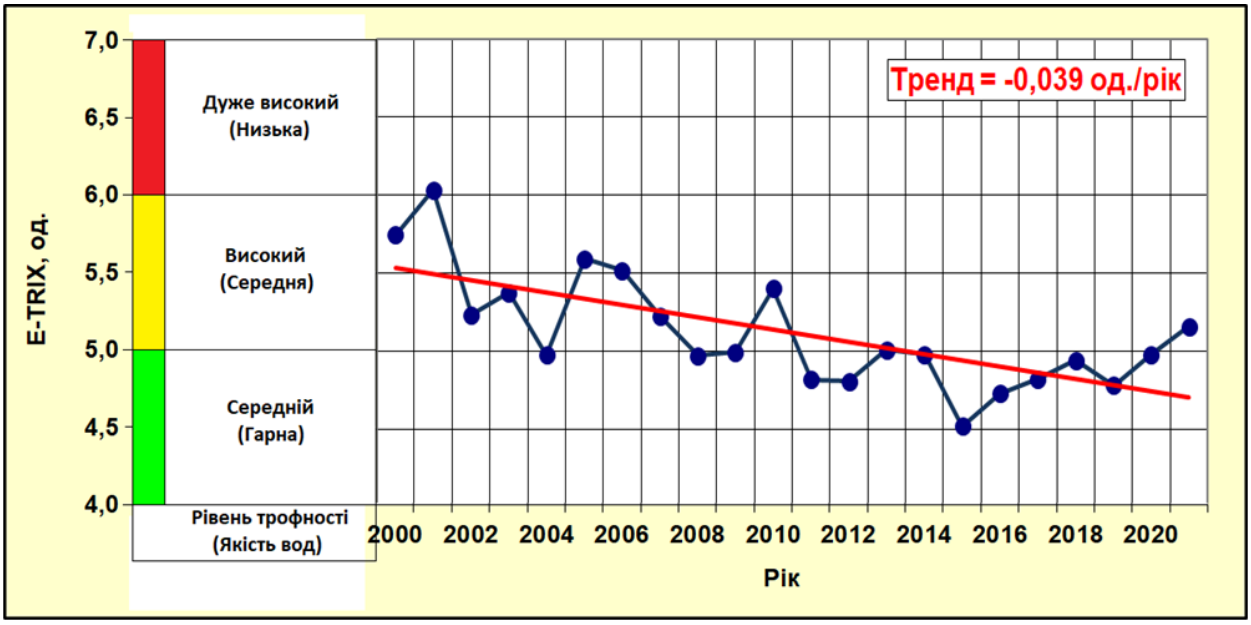


Рисунок 5.4 – Багаторічна мінливість трофічного та якості прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ за показником індексу TRIX.

6 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ

6.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень Чорноморської інформаційної системи

РБД-З є одним з компонентів чорноморській інформаційній системи (BSIS). Вона містить дані про забруднюючі речовини у воді, д/в і біоті, що збираються по країнах в процесі реалізації Чорноморської програми комплексного моніторингу та оцінки і щорічно звітуються до ЧМК. Дані про біогенні речовини складають основну частину бази даних.

Регіональний екологічний моніторинг в Чорному морі здійснюється в рамках BSIMAP, що впроваджується ЧМК з 2001 року. BSIMAP направлена на основні транскордонні екологічні проблеми в регіоні Чорного моря: евтрофікацію, забруднення води і якості води, зміни в біорізноманітті та його скорочення, знищення ареалів проживання. BSIMAP надає щорічно звіти загального формату до ЧМК.

Подальший розвиток бази даних РБД-З отримує місце в проекті «EMBLAS», фінансованого ЕС. «EMBLAS» включає в себе діяльність де РБД-З, в якості компонента бази данних «BSIS», планується удосконалити для мережі Бази даних якості води Чорного моря.

У рамках «EMBLAS» роль Постійного секретаріату ЧМК є важливою, оскільки несе відповідальність за щорічний збір даних з Чорноморських країн та підготовки різних регіональних звітів.

6.2 Огляд потоків даних моніторингу регіональної бази даних по забрудненню України в 2021 році

В нижче наведених таблицях і рисунках представлена статистика моніторингових даних України з 2010 року (табл.6.1 –6.7, рис. 6.1 –6.6).

Таблиця 6.1– Статистика наявності типів зразків за роками.

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Україна	Вода для купання	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Біота	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Седіменти	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Вода	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблиця 6.2 – Статистика кількості параметрів за роками у воді.

Група параметрів	рік											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Детергенти	1	1	1		1							
Гідрохімія	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6
Гідрологія	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Біогенні речовини	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ПАВ	17	1	16				16	17	17	18	18	18
ПХБ	11	19	22	19	19	22	23	23	23	32	26	34
Пестициди	13	13	11	13	13	12	12	12	12	14	14	14
НВ	1	1	1	1	1	1	1	1		1		
Феноли	1	1										
Фотосинтетичні пігменти			1									
Радіонукліди	1											
Токсичні метали	10	11	11	11	11	10	11	10	10	10	10	10

Таблиця 6.3 – Статистика кількості параметрів за роками у біоті

Група параметрів	рік									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ПХБ	20	19	20	23	23	23	30	31	26	-
Пестициди	11	11	11	12	12	12	12	14	14	-
Слідові залишки (важких) металів	11	10	11	10	11	11	11	11	11	-
ПАВ	-	-	-	-	16	16	16	17	18	-

Таблиця 6.4 – Статистика кількості параметрів за рокамив д/в.

Група параметрів	рік											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Гідрохімія		2	2	2	2	2	2	2	2			2
ПАВ	17	17	17				16	17	17	18	18	18
ПХБ	9	12	22	20	19	21	23	23	31	32	26	34
Пестициди	13	11	11	13	11	12	12	12	12	14	14	14
НВ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Феноли	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Токсичні метали	11	11	12	11	12	10	12	12	11	12	11	12

Таблиця 6.5– Статистика кількості зразків за групами параметрів і за роками у воді

Група параметрів	рік											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Детергенти	72	219	10		10							
Гідрохімія	1 190	1 596	1 245	333	210	204	560	807	189	530	204	316
Гідрологія	292	371	665	134	212	312	302	409	48	275	124	168
Біогенні речовини	1 369	2 203	778	399	646	678	999	1337	288	957	396	552
ПАВ	34	7	208				889	1564	867	1422	432	486
ПХБ	42	365	831	384	342	657	1 357	2139	1179	2560	624	1632
Пестициди	52	235	401	235	214	346	708	1116	612	1120	336	630
Нафтові вуглеводні	159	299	39	27	18	4	61	64		30		24
Феноли	149	168	15									
Радіонукліди	7											
Токсичні метали	112	492	433	194	180	480	525	990	509	780	240	480

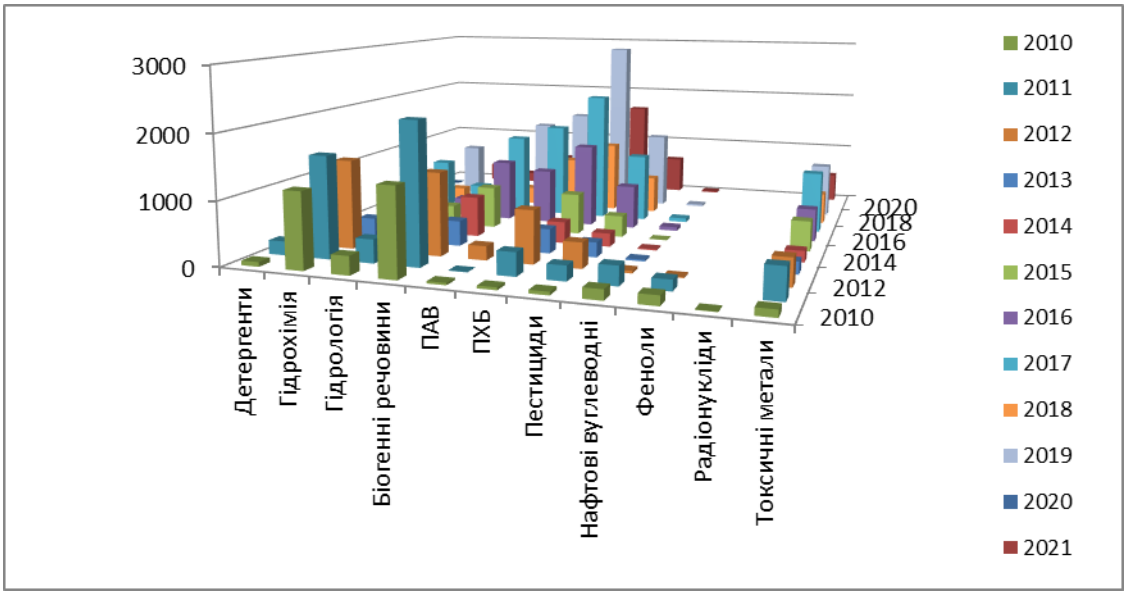


Рисунок 6.1 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у воді

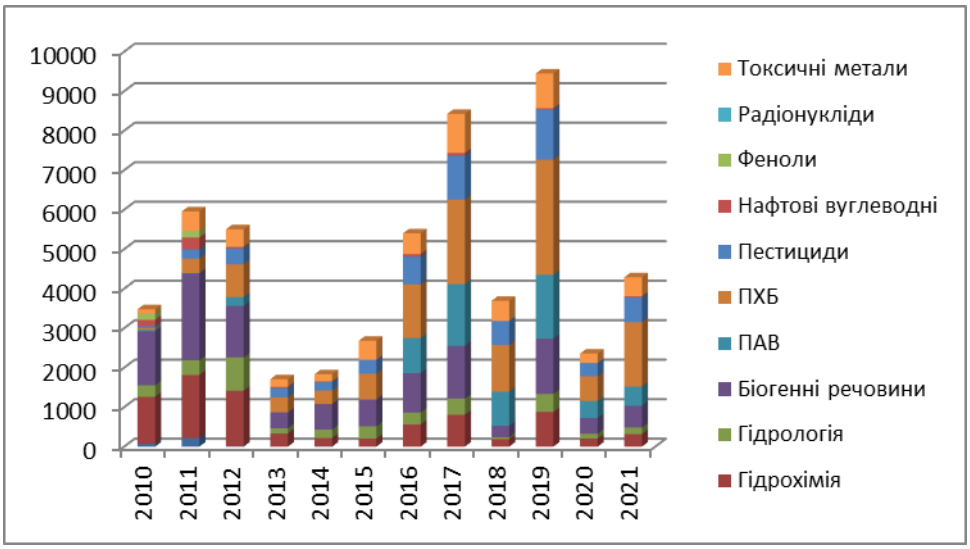


Рисунок 6.2 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у воді.

Таблиця 6.6 – Статистика кількості зразків за групами параметрів і за роками у д/в.

Група параметрів	рік											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Гідрохімія		84	41	34	20	56	64	88	24			48
ПАВ	204	289	374				416	833	442	702	216	198
ПХБ	32	489	707	723	266	684	621	1081	614	1344	312	888
Пестициди	52	495	350	415	154	359	324	564	312	582	168	310
Нафтові вуглеводні	47	45	43	37	15	26	39	49	44	24	12	24
Феноли	43	42	41	34	10	19	39	44	24	39	12	24
Токсичні метали	300	492	422	352	180	330	348	588	312	504	132	

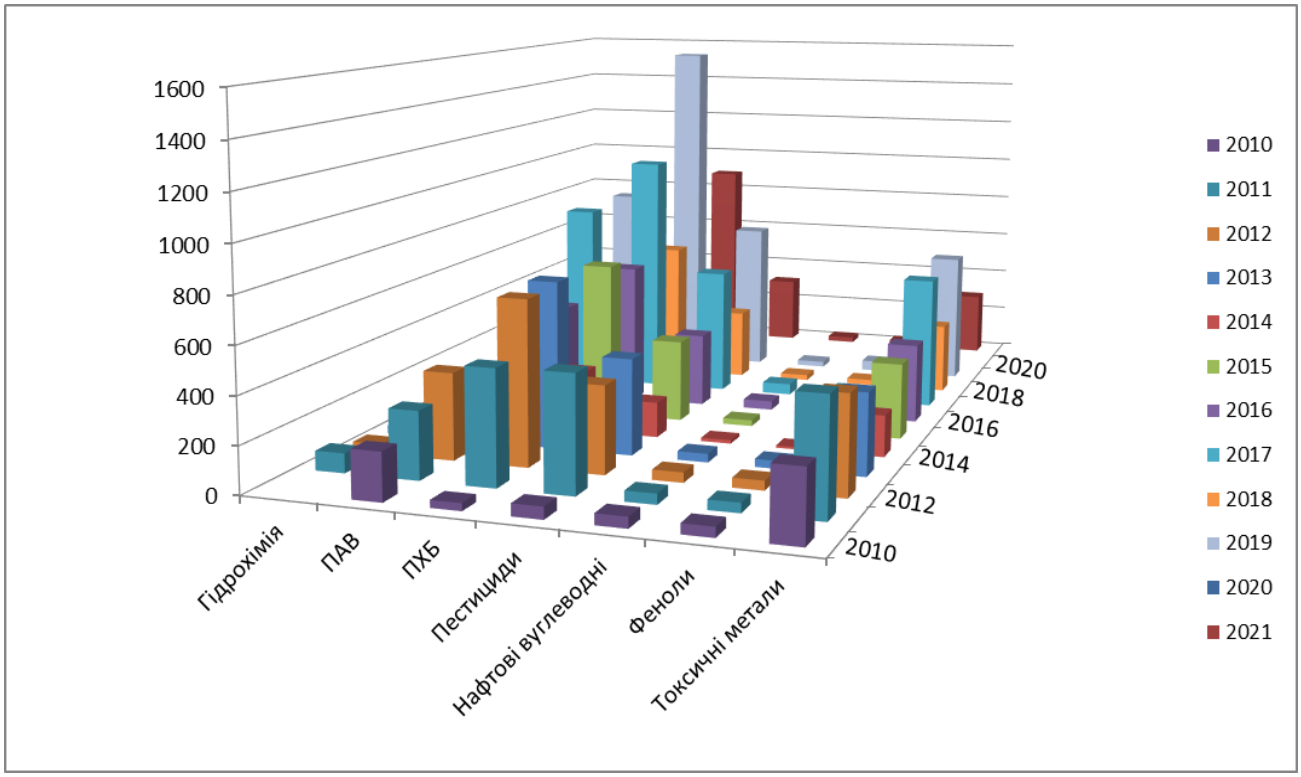


Рисунок 6.3 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у д/в.

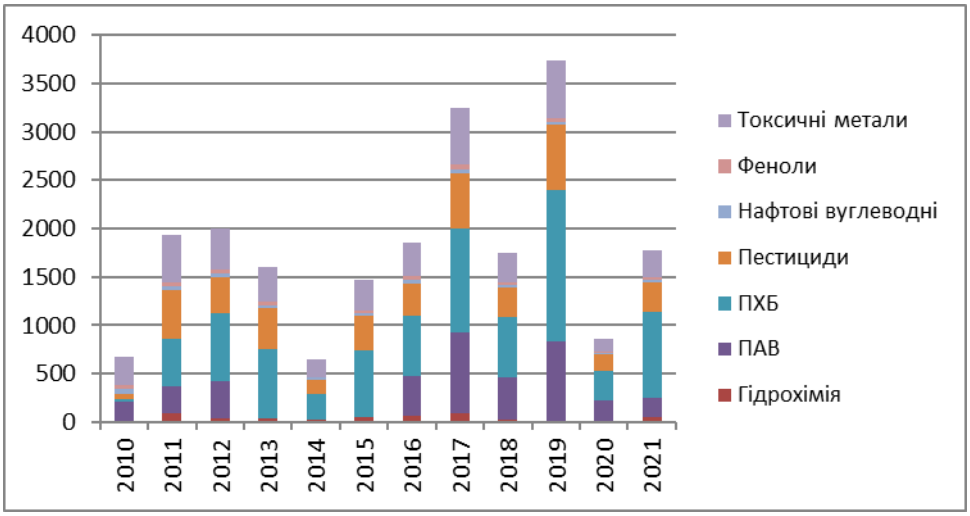


Рисунок 6.4 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у д/в.

Таблиця 6.7– Статистика кількості зразків за групами параметрів і за роками у біоті.

Група параметрів	рік									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ПХБ	160	361	320	128	414	529	120	186	234	
Пестициди	88	209	176	69	216	276	48	84	126	
Токсичні метали	106	193	176	70	190	242	44	77	121	
ПАВ					288	368	64	102	162	

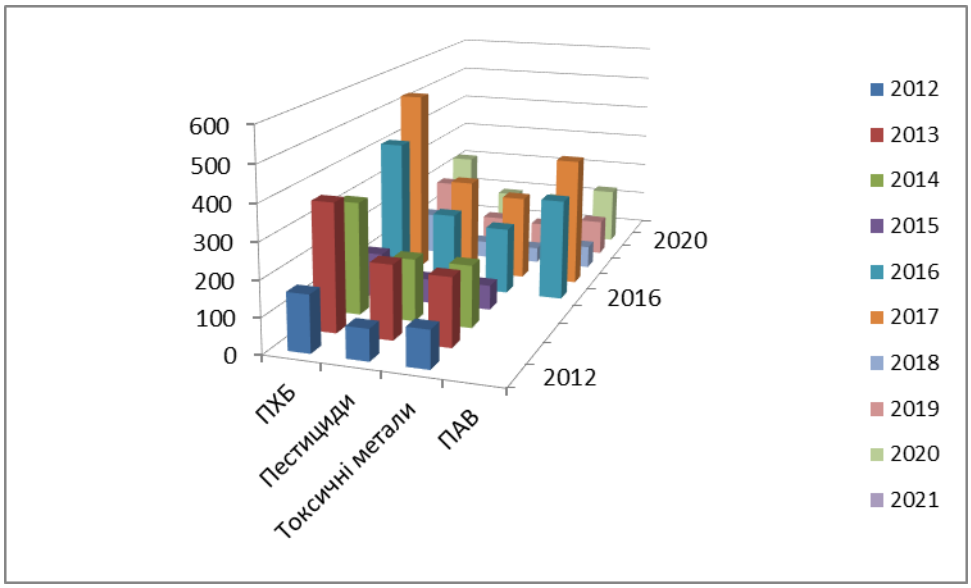


Рисунок 6.5 – Розподіл кількості зразків по групах параметрів і за роками у біоті.

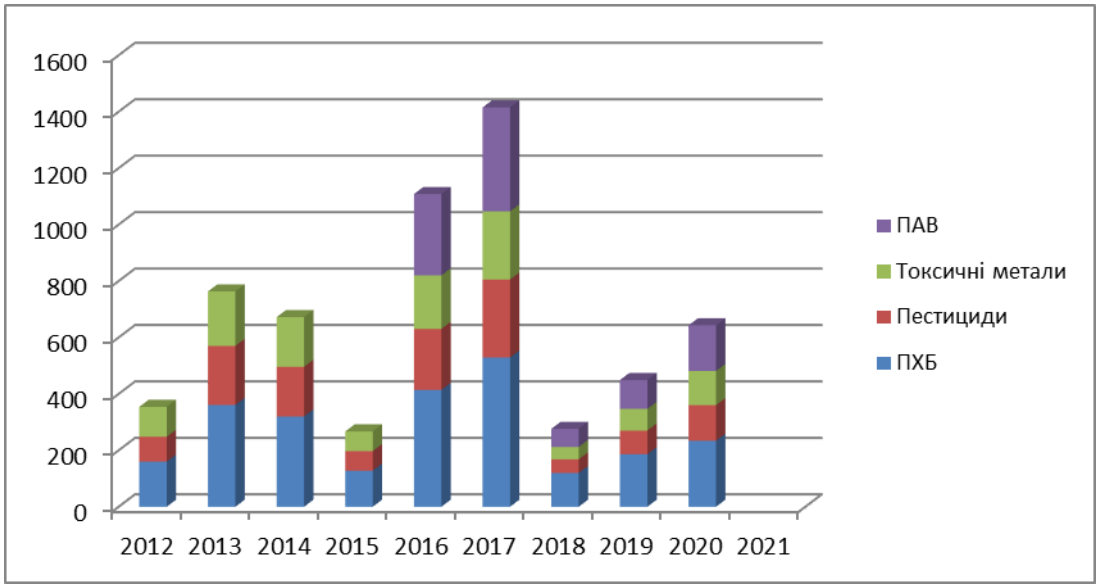


Рисунок 6.6 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у біоті.

ВИСНОВКИ

Розробки Українського наукового центру екології моря зі створення сучасного інформаційного простору та її компонентів забезпечують доступ широкого кола користувачів до наукової інформації та результатів багаторічних досліджень фахівців держав Чорноморського регіону шляхом інтерактивних запитів і отримання картографічних образів і даних.

Інформаційна система стану забруднення Чорного моря за результатами регіонального моніторингу Причорноморських країн - це єдиний інформаційний ресурс, який включає в себе дані по гідрохімії, гідробіології та хімічному забрудненню води, д/в і біоти, що дає можливість оцінити стан екосистеми Чорного моря. Всі дані представлені в часі і просторі з прив'язкою до географічної системі координат.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Екологічні нормативи якості морського середовища. Одеса: УкрНЦЕМ, 2008. 15 с.

2. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник [Текст] / І.Г. Орлова, М.Ю. Павленко, В.В. Український [та ін.]; відповід. ред. І.Д. Лоєва. – К.: КНТ, 2008. – 616 С.

3. Iarochevitch Alexei Proposal. For Delineation of Transitional and Coastal Water Bodies in the Ukrainian and Georgian part of the Black Sea and related maps (Draft). [Text] / Developed by: Alexei Iarochevitch/ This report has been produced with the assistance of the European Union. May 2017. – 28 p.

4. Larsen J.C., Larsen P.B. Chemical carcinogens. In: Hester R.E., Harrison R.M., editors. Air Pollution and Health. The Royal Society of Chemistry; Cambridge, UK: 1998. pp. 33–56.

5. Хаустов А.П. Полициклические ароматические углеводороды как геохимические маркеры нефтяного загрязнения окружающей среды / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Экология. –2014. – №2. – С. 92 – 96

6. Traven L. CYP1A Induction potencial and the focus of pollutants in morske sediment simples – In vitro evaluation using the PLH - 1 fish hepatoma cell line / L.Traven, R. Zaja, J. Loncar // Toxicology in vitro. – 2008. – T. 22 – N 6. – C. 1648 – 1656

Додаток А

Публикації в 2021 році

1. Большаков В.Н. Климат Одессы. (Справочник для любознательных) - Одесса «Астропринт», 2021 – 40 с. (у друку).

2. Большаков В.Н., Сытов В.Н., Мартынюк М.О., Соколов Е.В. Простой метод определения прозрачности атмосферы / Другий Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд 7-9 жовтня 2021, Одеса, Україна. Тези доповідей. – С. 153-154.

3. Большаков В.Н. Простой способ регулирования солености Куяльницкого лимана /Другий Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд 7-9 жовтня 2021, Одеса, Україна. Тези доповідей. – С. 199-200.

4. Грандова М.О., Набокін М.В., Дядичко В.Г. (2021) Структура угруповання фіто- та зоопланктону шельфових вод північно-західної частини Чорного моря влітку 2019 року. // Морський екологічний журнал. – 2021. – №1, С. 34-44.

5. Коморін В.М., Большаков В.М., Диханов Ю.М., Мельник Є.А. Основні результати океанографічних досліджень в Південної Атлантики та Атлантичному секторі Південного океану за даними сезонів 2018-2020 рр. Тези доповіді на Х Міжнародній антарктичній конференції, м. Київ. 11-13 травня 2021 року.

6. Сєрга Е.М. «Вплив процесів у системі атмосфера-підстильня поверхня Північної Атлантики на регіональні клімати Східної Європи» (монографія). Тов. «505».Житомир.2021, 300 с.

7. Снігірьова, А.О., Сілантьєв, С.О., Гончаров, О.Ю., та ін. Вплив екологічних факторів на мікроводорості псамону на прикладі Одеської затоки (Чорне море, Україна). Альгология. 2021. Вип. 31, №. 3. С. 228–248.

8. Тітяпкин А.С., Український В.В. Щодо методів комплексної оцінки стану евтрофікації та якості морських вод // Матеріали Третьої Всеукраїнської науково-практичної конференції «Євроінтеграція екологічної політики

України», Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2021. – С. 57-64.

9. Харитонова Ю. В., Набокін М.В., Дядичко В. Г. Багаторічні зміни біомаси Noctiluca scintillans ((Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales) в Одеському та Дунайському районах Чорного моря як показника якості водного середовища // Морський екологічний журнал. – 2021. – №1, С. 79-85.

10. Шурда К.Е. Сучасне уявлення про кліматичні ресурси, економіко-екологічна класифікація та використання. – Вісник науки, 2021, № 28, С. 20 -36.

11. Dewaele, L., Gol'din, P., Marx, F. G., Lambert, O., Laurin, M., Obadă, T., & de Buffrénil, V. (2021). Hypersalinity drives convergent bone mass increases in Miocene marine mammals from the Paratethys. Current Biology: Volume 32, Issue 1, 10 January 2022, pp. 248-255.e2 https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.10.065.

12. Gol'din, P., Popov, D., Paiu, M., Vishnyakova, K., Tonay, A., Düzgüneş, E., Timofte, C., Meshkova, G., Panayotova, M., Öztürk, A. (2021). Cetacean Bycatch in The Black Sea: An Update from New Research and Testing Mitigation Measures. Document ACCOBAMS-SC14/2021/Doc20. pp. 1-10 p.

13. J. Ivanchikova, K. Vishnyakova PHOTO-IDENTIFICATION STUDY OF HUMPBACK WHALES (MEGAPTERA NOVAEANGLIAE) NEAR THE SOUTHERN ORKNEY ISLANDS DURING AUSTRALIAN SUMMER 2020-2021. X International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 11-13, 2021, p.54

14. Lebedenko, L., Nabokyn, M., Andreev, N., Kovalyshyna, S. The state of zooplankton communities in the lower Dniester area under the conditions of river regulation and actual climatic changes // Sustainable use and protection of animal world in the context of climate change. – 2021. – С. 55-64.

15. Lazăr, L.; Boicenco, L.; Denga, Y.; Tolun, L.; Kurt, G.; Bişinicu, E.; Filimon, A.; Marin, O.; Oros, A.; Spînu, A.; Tabarcea, C.; Timofte, F.; Vlas, O.; Grandova, M.; Nabokin, M.; Oleinink, Y.; Kovalishina, S.; Chuzhekova, T.; Atabay, H.; Tan, İ.; Beken, C.; Aslan, E.; Partal, F. B.; Evcen, A.; Sahin, F.; Üstün, F.; Bat, L. ANEMONE Deliverable 2.2 "Anthropogenic Pressures and Impacts on the Black Sea Coastal Ecosystem"; Lazăr, L., Ed.; Editura CD Press, Romania: BUCUREȘTI,

2021.

16. Lazăr L., Boicenco L., Todorova V., Denga Y., Atabay H., Kurt G., Paiu M., Tonay A., Abaza V., Bişinicu E., Coatu V., Filimon A., Galaţchi M., Harcotă G., Marin O. Oros A., Spînu A., Tabarcea C., Timofte F., Toţoiu A., Vlas O., Moncheva S., Stefanova K., Stefanova E., Slabakova N., Grandova M., Nabokin M., Oleinik Y., Kovalishina S., Tolun L., Aslan E., Kaman G, Beken C., Sahin F., Üstün F., Bat L., Timofte C., Paiu A., Cândea M. ANEMONE Deliverable 2.3 "Black Sea State of Environment Based on ANEMONE Joint Cruise"; Lazăr L., Ed.; Editura CD Press, Romania: BUCUREȘTI, 2021.

17. Kovalyshyna, S., Chuzhekova, T., Grandova, M., et al. Ecological Conditions of the Lower Dniester and Some Indicators for Assessment of the Hydropower Impact. Applied Sciences. 2021. Vol. 11, No. 21. pp. 1-33. Режим доступу: https://doi.org/10.3390/app11219900

18. Kovalishina, S.; Chuzhekova, T.; et al., E. ANEMONE Deliverable 2.1 "Impact of the Rivers on the Black Sea Ecosystem"; Lazăr L., Ed.; Editura CD Press, Romania: BUCUREȘTI, 2021.

19. Kovalyshyna S.; Chuzhekova T.; Grandova M.; Onishchenko, E.; Zubcov, E.; Ukrainskyy V.; Goncharov O.; Munjiu, O.; Nabokin M.; Ene, A. Ecological Conditions of the Lower Dniester and Some Indicators for Assessment of the Hydropower Impact. Appl. Sci. 2021, 11, 9900. https://doi.org/10.3390/app11219900B

20. Kovalyshyna S., Ukrainskiy V., Tityapkin A. Regarding Complex methods of Assessing the State of the Marine Environment / International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations”: Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine) // Odessa-Istanbul, 2021. – P. 37.

21. Kharytonova, Y. V., Dyadichko, V. G., Nabokin, M. V., Mgeladze, M. M., & Vadachkoria, P. A. Current state and long-term changes in the mesozooplankton community of the Ukrainian and Georgian parts of the Black Sea as indicators of its ecological status //Biosystems Diversity. – 2021. – Т. 29. – №. 1. – С. 47-58.

22. Khokhlov, V., Serga, E., & Neodstrelova, L. (2021). Object ive selection

of model run from regional climate models ensemble. Ukrainian Hydrometeorological Journal, (28), 29-36. https://doi.org/10.31481/uhmj.28.2021.03

23. Khokhlov, V., E. Serga, L. Nedostrelova Using Ensemble of Regional Climate Models for Assessment of Future Climate in North-Western Coast of Black Sea. I 73 International Research-to-Practice Conference on 'Climate Services : Science and Education': Conference Proceedings. Odesa : Odessa State Environmental University, 2021. S.105-107.

24. Сєрга Е.М., Хохлов В.М., Сєрга І.М. Регіональні процеси взаємодії атмосфери й океану у Північній Атлантиці. Тези доповідей другого всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду. Одеса. ОДЕКУ, 2021. С.130-141.

25. B. A Krafft, G. Macaulay, G. Skaret, T. Knutsen, O. A Bergstad, A. Lowther, G. Huse, S. Fielding, P. Trathan, E. Murphy, S.-G. Choi, S. Chung, I. Han, K. Lee, X. Zhao, X. Wang, Y. Ying, X. Yu, K. Demianenko, V. Podhornyi, K. Vishnyakova, et al. Standing stock of Antarctic krill (Euphausia superba Dana, 1850) (Euphausiacea) in the Southwest Atlantic sector of the Southern Ocean, 2018–19, Journal of Crustacean Biology, Volume 41, Issue 4, December 2021, pp. ruab071, https://doi.org/10.1093/jcbiol/ruab071

26. Krasota L. L. Bioassay of the Black Sea water quality on mussels' larvae of early stages of development. // International scientific conference "Marine ecosystems: research and innovations" : Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine). / Minicheva G.G., Snigirova A.A. (eds.) Odessa-Istanbul, 2021. – P. 38. – Режим доступу: http://www.blacksea-commission.org/Downloads/MarineEcosystems2021BoA.pdf.

27. Alexander Matygin, Nadejda Andreev, Elena Zubcov, Antoaneta Ene, Ilya Trombitsky, Svetlana Kovalishina Assessing the impact of hydropower constructions and climate changes on functioning of dniester river ecosystem// Geological Society of America Abstracts with Programs, October 10, 2021. Vol 53, No. 6, 2021 doi: 10.1130/abs/2021AM-369095© Copyright 2021 The Geological Society of America (GSA), all rights reserved.

28. Paiu, R.M., Panigada, S., Cañadas, A., Gol'din, P., Popov, D., David, L., Amaha Ozturk, A., Panayotova, M., Mirea-Candera, M. (2021). Deliverable 2.2.2.

Detailed Report on cetacean populations distribution and abundance in the Black Sea, including proposal for threshold values. CeNoBS project - contract No 110661/2018/794677/SUB/ENV.C2. Constanta. 96 p.

29. Semenova O. Analysis of the ecological condition of water and bottom substrates Ukrainian costal water bodies and the shelf zone of NWBS biotesting method on microalge. : Сб.науч. статей / Academician Leo Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles Международная ассоциация хранителей реки „Eco-TIRAS" / Образовательный фонд им.Л.С. Берга / Бендерский историко-краеведческий музей. – Bendery: Eco-TIRAS, 21 march 2021 – P.444 – 447.

30. Olga Semenova. Analisys of the ecological conditions of water and bottom substrates of the lower dniester by the method of biotesting of microalgae: X-th International Conference of Zoologists "Sustainable use and protection of animal world in the context of climate changes" , Chisinau. - 2021. p. 93-98.

31. Oros A., Coatu V., Tolun L., Atabay H., Denga Y., Damir N., Aslan E., Litvinova M., Oleinik Y., Kolosov V.). Hazardous substances assessment in Black Sea biota. Cecretari Marine/Marine Research Journal. 2021.- 98 p.

32. Rachynska O. V. Bioindication of the Black Sea environment quality by the state of microphytobenthos // International scientific conference "Marine ecosystems: research and innovations" : Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine) / Minicheva G.G., Snigirova A.A. (eds.) Odessa-Istanbul, 2021. – P. 57. – Режим доступу: http://www.blacksea-commission.org/Downloads/MarineEcosystems2021BoA.pdf.

33. Snigirova, A. O., Silantyev, S. O., Goncharov, O. Y., et al. Epipelic and epipsammic microalgae responses to environmental parameters: the Black Sea case study (the Gulf of Odesa, Ukraine). International Journal on Algae. 2021. Vol. 23, No. 3. (in press).

34. Shurda K.E. Features of marine economic activities, classification and types in the context of marine nature-exploitation. – Економіка природокористування і сталий розвиток, 2021, 10 (29), у друку.

35. Tityapkin A. On one method of a point localization in a polygon in relation to ecological and geographical problems / Міжнародна науково-практична

конференція «Інтелектуальні системи та інформаційні технології» // Матеріали конференції. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2021. – С. 165-169.

36. Terenko G.V., Alexander Krakhmalnyi (2021) Red tide of the Lingulodinium polyedrum (Dinophyceae) in Odesa Bay (Black Sea). Turkish Jornal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 22. (Preprint).

37. Sawinykh-Paltseva L. V., Tretiak I. P. Exploring the possibilities of applying international experience in creating the first Blue Park in Ukraine. //International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations”: Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine) – 38 P.

38. Vladimir Ukrainskiy, Svitlana Kovalyshyna, Yuriy Denga, Anastasia Ivanova, Nadejda Andreev, Elena Zubcov, Antuaneta Ene. Concentration of organochlorine pesticides in water and bottom sediments of the Dniester river ecosystem: X-th International Conference of Zoologists "Sustainable use and protection of animal world in the context of climate changes", Chisinau. - 021. p. 109-112.

39. K. Vishnyakova, J. Ivanchikova CETACEAN SPATIAL DISTRIBUTION NEAR THE SOUTHERN ORKNEY ISLANDS DURING ANTARCTIC KRILL FISHERY, AUSTRALIAN SUMMER 2020-2021. X International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 11-13, 2021, p.55.

40. Zinenko, O, Vishnyakova, K. A., Stoyanov, L., Gol’din, P. E. (2021). The northernmost record of the loggerhead sea turtle, Caretta caretta (Testudines, Cheloniidae), in the Black Sea with the review of the species occurrence in the region. Zoodiversity 55 (2): pp. 127-132.

41. A.ZOTOV, O.MIASNIKOVA, O.ZOTOVA, M.PAVLOVSKA, A.DZHULAI. THE VARIABILITY OF COASTAL PHYTOPLANKTON OF THE NORTH-WESTERN BLACK SEA REGION, ISSN 2415-3680 (Online), ISSN 1810-7834 (Print), Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів, 2021, том 19, №1-2.