

УДК 556.11, 502.2.08; 504.423

КП 70.03.07

№ держреєстрації 0119U103548

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
НДУ "УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ" (УКРНЦЕМ)
65009, м. Одеса, Французький бульвар, 89. тел. (0482) 63 66 22, факс (0482) 637322
e-mail: accem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор УкрНЦЕМ

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

Віктор КОМОРИН

03. лютого 2022 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА ЗВІТІВ РЕГІОНАЛЬНОГО АКТИВНОГО ЦЕНТРУ ПО
МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНЦІ ЗАБРУДНЕННЯ У 2020 Р. У ФОРМАТІ
СЕКРЕТАРІАТУ ЧОРНОМОРСЬКОЇ КОМІСІЇ

Науковий керівник
начальник ВАД та ОМ

Ю.М. Деньга

2021

Рукопис закінчено 27 грудня 2021 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ,
протокол № 1 від 03 лютого 2022

СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець,
начальник відділу аналітичних досліджень
та організації моніторингу (ВАДтаОМ)


27.12.2021

Ю.М. Деньга
(розділ 1, 2, 3, 6)

Виконавці:

Начальник відділу - начальник Морського
інформаційного аналітичного центру
(МІАЦ), канд. геогр. наук


27.12.2021

В.В. Український
(розділ 4, 5)

Наук. співроб. відділу фізичної
океанографії та математичного
моделювання, канд. геогр. наук


27.12.2021

Ю.І. Попов
(розділ 2)

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


27.12.2021

С.П. Ковалишина
(розділ 4, 5)

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


27.12.2021

М.О. Грандова
(розділ 4, 5)

Завідувач сектором геоінформаційного
аналізу


27.12.2021

О.В. Лепьошкін
(картографічний
матеріал)

Начальник відділу управління
екологічними даними


27.12.2021

О.В. М'яснікова
(розділ 2, 3, 6)

Завідувач лабораторії хіміко-аналітичних
досліджень ВАДтаОМ


27.12.2021

Ю.В. Олейнік
(розділ 3)

Наук. співроб. відділу аналізу морських
екосистем та антропогенного
навантаження МІАЦ


27.12.2021

А.С. Тітяпкін
(розділ 2,3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 84 с., 42 рис., 27 табл., 3 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 2020 році виконано 1 експедиція в Чорному морі (13 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

	C.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	9
1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2020 році	9
1.2 Кількість станцій (місця відбору, карта)	9
1.3 Перелік параметрів моніторингу	12
1.4 Національні установи	13
1.5 Презентація даних	13
1.6 Фінансування	13
1.7 Розмір фінансування	14
1.8 Гарантія якості та організація контролю якості в залучених лабораторіях	14
1.9 Імена авторів щорічної доповіді	15
1.10 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2020 році	15
2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	17
2.1 Матеріали та методи	18
2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у серпні 2020 року	20
2.3 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2020 році	24
3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2020 РОКУ	28
3.1 Екологічний стан морських вод за змістом забруднювачів	28
3.1.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних Металів.	30
3.1.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників сільськогосподарського походження	32

3.1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом органічних забрудників промислового походження	36
3.2 Екологічний стан донних відкладень за вмістом забруднювачів	41
3.2.1 Токсичні Метали В Донних Відкладеннях	41
3.2.2 Екологічна Оцінка Стану Донних Відкладень По Районах за вмістом Органічних Забрудників Сільськогосподарського Походження	43
3.2.3 Екологічна Оцінка Стану Донних Відкладень По Районах За Вмістом органічних забрудників промислового походження	45
3.3 Екологічний стан біологічних об'єктів за змістом забруднювачів	49
3.3.1 Коефіцієнт забруднення біологічних об'єктів, оцінка стану забруднення	49
4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ПРИБЕРЕЖНИХ СПІЛЬНОТ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ДАНИМИ 2020 РОКУ	53
4.1 Фітопланктон	53
4.2 Концентрація Хлорофілу-А	56
4.3 Зоопланктон	57
4.4 Макрозообентос	60
4.5 Макрофітобентос	64
4.6 Мікрофітобентос	67
5 ЕВТРОФІКАЦІЯ	69
6 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ	73
6.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень чорноморської інформаційної системи	73
6.2 Огляд потоків даних моніторингу регіональної бази даних по забрудненню України в 2020 році	74
ВИСНОВКИ	79
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	80
ДОДАТОК А	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВАД та ОМ – відділ аналітичних досліджень та організації моніторингу;
АМВІ – 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 – р,р-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-3 – регіональна база даних по забрудненню;
С_{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;
AAS – атомно-абсорбційний спектрофотометр;
Ar-1254 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-16 по ПХБ-65;
Ar-1260 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-28 по ПХБ-73;
В – біомаса гідробіонтів: $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$ – для планктонних та $\text{мг} \cdot \text{м}^{-2}$ – для бентосних;
BSIMAP – Чорноморська Програма Комплексного Моніторингу та Оцінки;
BSIS - Чорноморська інформаційна система;
BS-SAP – Стратегічний план дій по відновленню і захисту Чорного моря;
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);
GES – добрий екологічний статус (Good Environmental Status);
Kz - коефіцієнт забруднення;
MAC – максимальна допустима концентрація (Maximum Allowed Concentration);
OBIS – Інформаційна система біорізноманіття океану (Ocean Biodiversity Information System);
SPDICM – стратегічна програма досліджень та інновацій для Чорного моря;
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 2020 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 2020 році.

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2020 році

УкрНЦЕМ провів одну експедицію по моніторингу та оцінці забруднення Чорного моря у серпні 2020 році, в рамках якої 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 2020 році включає 13 станцій. Опис цих станцій представлений в таблиці 1.1. Місця розташування станцій представлені на рисунку 1.1.

Таблиця 1.1 – Українські станції BSIMAP у 2020 році

н/п	Номер станції	Широта	Довгота	Місце розташування	Виконавець
1	2	3	4	5	6
Дельта Дунаю (серпень 2020 року)					
1	6	45°20,980'	029°51,865'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
2	10-2	45°19,027'	029°52,472'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
3	10-3	45°18,836'	029°52,158'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
4	10	45°19,189'	029°51,989'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
5	10-4	45°19,202	029°51,393'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
6	17	45°15,113'	029°51,531'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
7	18	45°16,407'	029°49,333'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
8	19	45°17,570'	029°47,672'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
9	8	45°19,322'	029°47,787'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
10	7-2	45°19,713'	029°47,212'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
11	7-1	45°20,130'	029°46,419'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
12	7	45°20,305'	029°45,885'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Острів Зміїний (2020 рік)					
1		45,2575	30,2050	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ

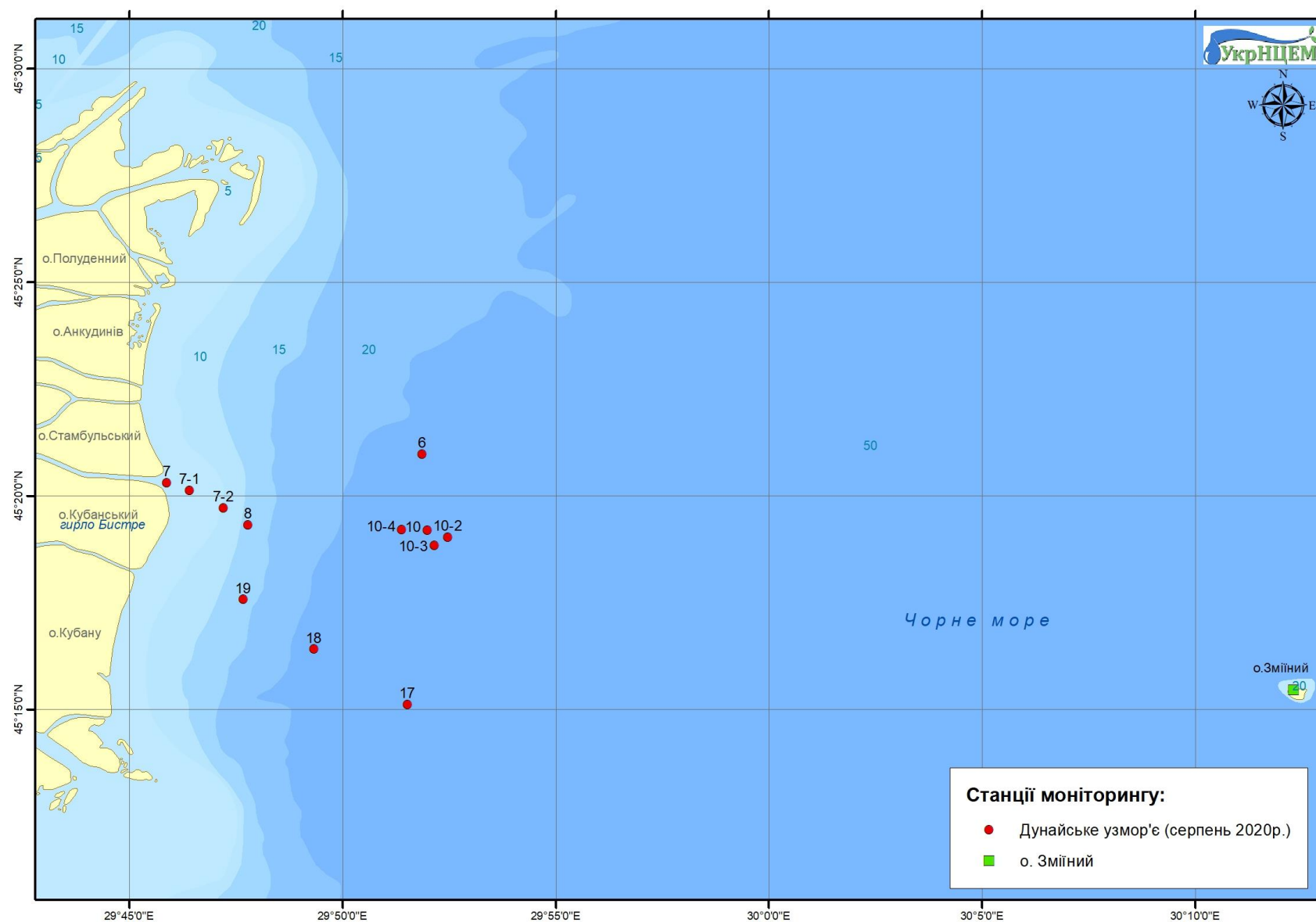


Рисунок 1.1 – Станції у 2020 році дельти Дунаю та о.Зміїний

Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб			
	2020 р.	2019 р.		2020 р.	2019 р.		2020 р.	2019 р.		
Гідрохімічні (вода)			Метали (вода)			ПАВ ¹⁾	вода	д/в	вода	д/в
Температура	62	255	Fe	24	88	Нафталін	24	12	90	46
Солоність	62	203	Mn	0	0	Аценафтілен	24	12	90	46
Водневий показник рН	62	211	Zn	24	88	Флуорен	24	12	90	46
Розчинений кисень (O ₂)	48	162	Co	24	88	Аценафтен	24	12	90	46
Завислі речовини	86	86	As	24	88	Фенантрен	24	12	90	46
Прозорість	24	65	Hg	24	88	Антрацен	24	12	90	46
БСК ₅ ²⁾	0	38	Cu	24	88	Флуорантен	24	12	90	46
Сорг. ³⁾	24	94	Cd	24	88	Пірен	24	12	90	46
Сірководень	0	60	Pb	24	88	Бензо[а]антрацен	24	12	90	46
Фосфати	62	211	Ni	24	88	Хризен	24	12	90	46
Фосфор загальний	62	197	Cr	24	88	Бенз(б)флуорантен	24	12	90	46
Азот амонійний	62	211	Al	0	0	Бенз(к)флуорантен	24	12	90	46
Азот нітритний	62	211	Інші органічні забруднювачі (вода)			Бенз[а]пірен	24	12	90	46
Азот нітратний	62	200	Феноли	0	0	Дибензо[а,h]антрацен	24	12	90	46
Загальний азот	62	200	СПАР ⁴⁾	0	0	Індено(1,2,3-с,d)пірен	24	12	90	46
Кремній	24	167	Сума НВ ⁵⁾	30	0	Бензо[ghi]перилен	24	12	90	46
Метали (д/в)			ПХБ ⁷⁾ сум. (вода)			ХОП ⁶⁾				
Zn	12	49	Ar-1254 ¹⁴⁾	24	91	ДДТ ⁸⁾	24	12	91	49
Co	12	49	Ar-1260 ¹⁵⁾	24	91	ДДД ⁹⁾	24	12	91	49
As	12	49	ПХБ (21 шт.)	23	29	ДДЕ ¹⁰⁾	24	12	91	49
Hg	12	49	ПХБ сум. (д/в)			Ліндан	24	12	91	49
Cu	12	49	Ar-1254 ¹³⁾	12	49	α-ГХЦГ ¹¹⁾	24	12	91	49
Cd	12	49	Ar-1260 ¹⁴⁾	12	49	β-ГХЦГ ¹²⁾	24	12	91	49
Pb	12	49	ПХБ (21 шт.)	23	29	ГХБ ¹⁵⁾	24	12	91	49
Ni	12	49	Інші органічні забруднювачі (д/в)			Гептахлор	24	12	91	49
Al	12	49	Феноли	12	46	Альдрін	24	12	91	49
Fe	12	49	Сума НВ	12	24	Дільдрін	24	12	91	49
Cr	12	49	Сорг.	0	0	Ендрін	0	0	0	0
1) Поліциклічні ароматичні вуглеводні.										
2) Біохімічне споживання кисню.										
3) Вуглець органічний.										

Кінець таблиці 1.2

- 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 енергетики та природних ресурсів України та Міністерством транспорту України.

1.7 Розмір фінансування

Розмір фінансування склав 50 000 євро від Міністерства екології 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 Українською організацією стандартизації.

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

- використання високоякісних аналітичних стандартів для калібрування приладів;
- використання високоякісного посуду 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, С. Ковалишина, В. Український, Ю. Олейнік, М. Грандова, В. Медінець, О. М'яснікова, О. Лепьошкін, А. Тітяпкін.

1.10 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2020 році

1. Участь у ZOOM - нараді консорціуму «BRIDGE», 17-18 березня 2020 р.
2. Участь у ZOOM - нараді проекту Anemone BSB319 по бентосним організмам, яка була організована Інститутом океанології Академії наук Болгарії (партнер 3 проекту Anemone BSB319), 3 квітня 2020 р.
3. Участь у ZOOM - нараді проекту Anemone BSB319 по фітопланктону, макрозoopланктону і мезозoopлактону, яка була організована Інститутом океанології Академії наук Болгарії, 3 квітня 2020 р.
4. Участь у ZOOM - нараді проекту Anemone BSB319, яка була організована аплікантом проекту по проблемам так званих «Гарячих точок» 22 квітня 2020 р.
5. Участь у регіональній зустрічі EMODnet з хімії - Чорне море - 19 червня 2020 р.
6. Участь у інтернет-зустрічі керівників робочої групи "BRIDGE", 26 червня 2020 р.
7. Участь у інтернет-зустрічі EASME/EMFF/2018/1.2.1.5/01/SI2.806725 - Консультативної Ради MARSPLAN-BS II, 9 липня 2020 р.
8. Участь у ZOOM - Міжнародна конференція «Екологічні токсичні речовини в прісноводних та морських екосистемах басейну Чорного моря»

(Кавала, Греція) 8-11 вересня 2020 р.

9. Участь у Турецькому національному Чорноморському семінарі щодо стратегічних програм досліджень та інновацій для Чорного моря (SPDICM), 16 вересня 2020 р.

10. Участь у Black Sea CONNECT - 2-е засідання Керівного комітету, 18 вересня 2020 р.

11. Участь у ZOOM - Міжнародна конференція «Екологічні проблеми в басейні Чорного моря: вплив на здоров'я людини» в Галаці, Румунія, 23-25 вересня 2020 р.

12. Участь у щорічній зустрічі EMODnet Biology, 24 вересня 2020 року.

13. Участь у зустрічі Чорноморських молодих послів із національними наставниками – 29 вересня 2020 р.

14. Участь у ZOOM - Міжнародна конференція «Інтеграція до ЄС та управління басейном річки Дністер», 8-9 жовтня 2020 р., Кишинів, Молдова.

15. Участь у Національному онлайн-семінарі України щодо стратегічних програм досліджень та інновацій для Чорного моря (SPDICM) в рамках проекту Black Sea Connect, 15 жовтня 2020 р.

16. Участь у Всеукраїнській конференції «Європейська інтеграція екологічної політики України», м. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 21-23 жовтня 2020 р.

17. Участь у заключному пленарному веб-засіданні проекту SeaDataCloud 29 - 30 жовтня 2020 р.

18. Участь у роботі керівної групи IODE для OBIS (SG-OBIS), дев'ята сесія, 17 - 20 листопада 2020 р.

19. Участь у 8-й сесії Інтернет-зустрічі Керівного комітету проекту Океанографічних даних та інформації Чорного моря (ODINBLACKSEA), 9 - 10 грудня 2020 р.

Перелік наукових публікацій співробітників УкрНЦЕМ в 2020 році наведений у Додатку А.

2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Система моніторингу морського середовища у 2020 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, рН, 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, $C_{орг.}$, феноли, ХОП, ПХБ, ПАВ, слідові залишки металів);
- гранулометричний аналіз д/в;

- визначення фотосинтетичних пігментів (хлорофіл а, b, с, 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 електронного 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) рН-метр: «pH-530»;
- л) лабораторні ваги: «BR110D», BR 211D «Sartorius» та E 04130 – «OHAUS».

Протягом 2020 року УкрНЦЕМ провів 1 експедицію згідно програми моніторингу морського середовища біля глибоководного судноплавного каналу Дунай–Чорне море (через рукав «Бистрий»).

Експедиція проводилася у серпні 2020 року. Станції дослідження представлені на рисунку 2.1.

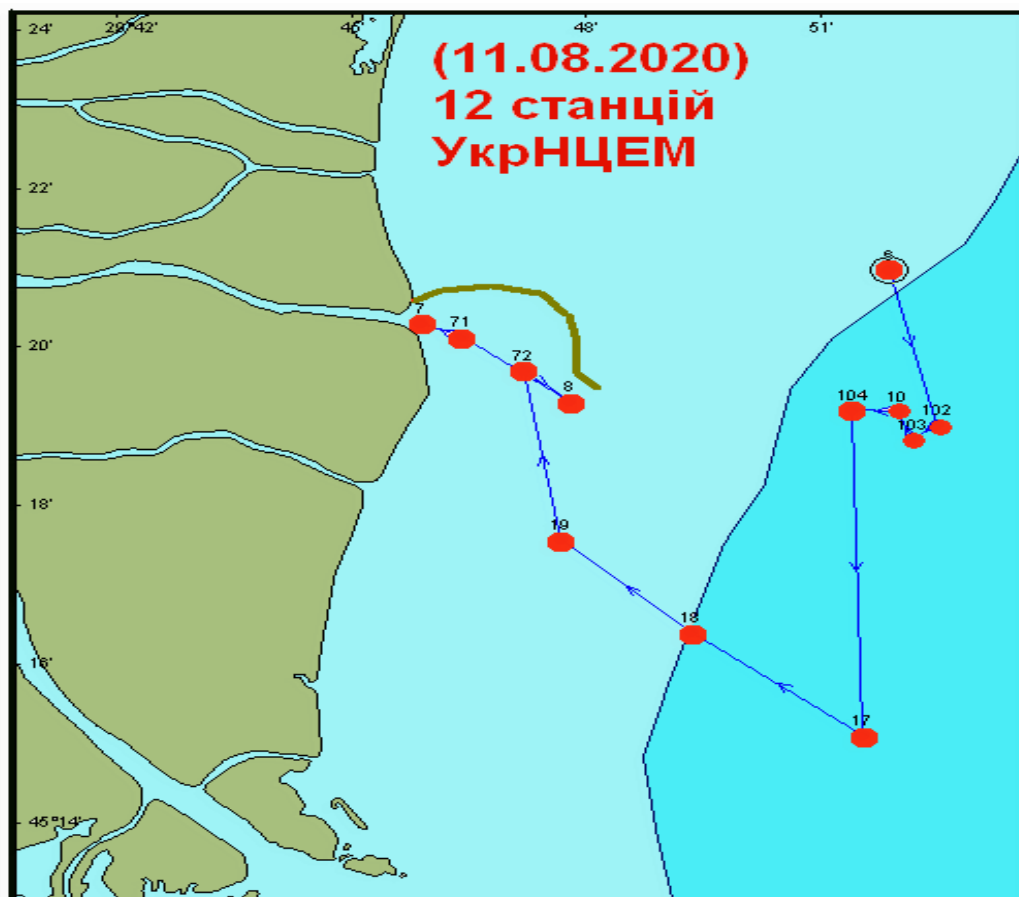


Рисунок 2.1 – Схема станцій моніторингу в районі дельти Дунаю у серпні 2020 року

2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у серпні 2020 року

Для з'ясування найбільш загальних характеристик екологічного стану вод на істотно більшій акваторії вод північно-західного шельфу (ПЗШ) Чорного моря представлені супутникові дані про розподіл поверхневої температури води (рис. 2.2 а) і хлорофілу-а (рис. 2.2 б), отримані синхронно з виконанням морських робіт. Поверхнева температура води на більшій частині шельфу змінювалася в межах 25-26 °С і лише на невеликій ділянці в північній частині Одеської улоговини і в придунайській області, на південь від Кілійської ділянки дельти, вона була вище на 0,5-1,0 °С.

Розподіл хлорофілу-а (рис. 2.2 б) проявляє наявність щодо відносно невисоких концентрацій в придніпровському районі (3-7 мг/м³). Можливо концентрації були і вище, але дані по району, на жаль, неповні. Більш високі концентрації (10-12 мг/м³) відзначаються у вузькій прибережній зоні у Кілійській ділянці дельти, яка далі на південь розширюється в міру накопичення і поширюється в основному на південь від Дунайського стоку.

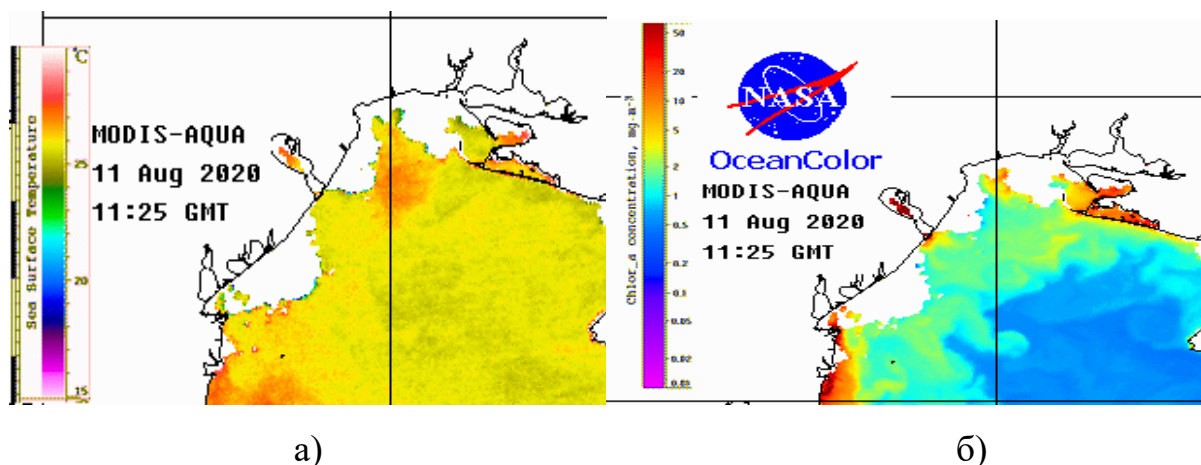


Рисунок 2.2 – Розподіли характеристик просторової мінливості вод в поверхневому шарі північно-західного шельфу (ПЗШ) Чорного моря за даними супутника «MODIS» 11.08.2020 р.: а) температура; б) хлорофіл-А;

Дані і інструментальні спостереження температури поверхневих вод (рис. 2.3) показують, що в баровій області судноплавного ходу гирла Бистрого температура води становила 25,2-25,9 °C і була в інтервалі 24,2-25,0 °C у відкритих східних районах полігону. Температура придонних вод була трохи нижче поверхневих характеристик на мілководді (0,3-0,7 °C) і була трохи нижчою (в середньому на 0,8-1,0 °C) в більш глибоких районах (рис. 2.3 б).

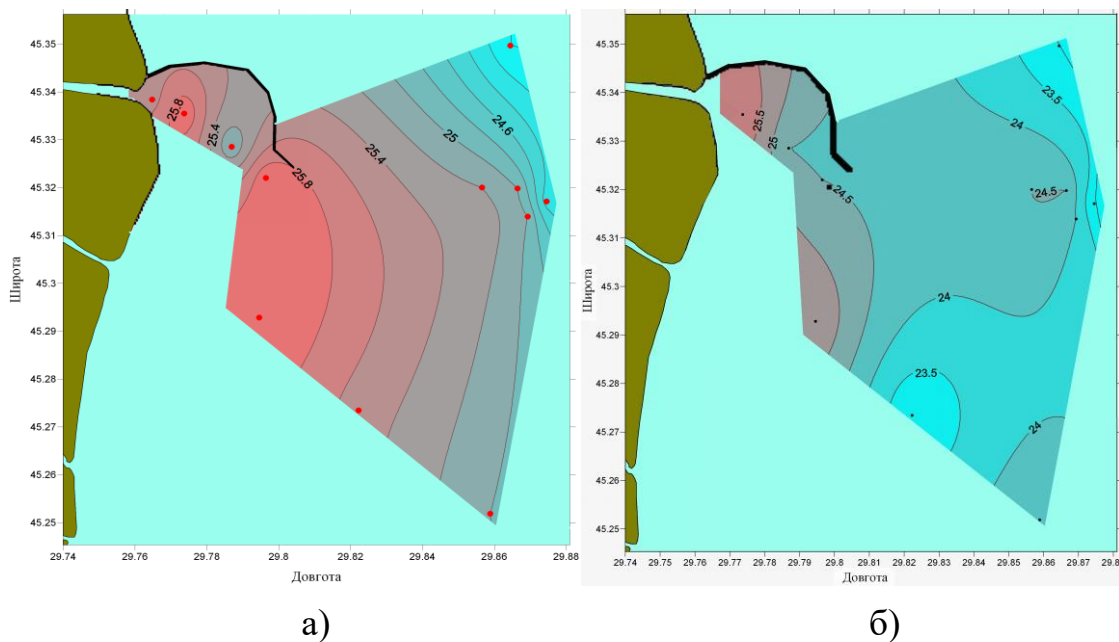


Рисунок 2.3 – Розподіл температури води на Дунайському полігоні 11.08.2020 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Солоність вод на полігоні поступово зростала з віддаленням від гирла Бистрого і в поверхневому шарі у східній частині перевищувала 14 ‰ (рис. 2.4 а). В придонному шарі, відносно поверхні, солоність вод була вище і в східній частині полігону на глибинах понад 20 м була більш 16 ‰ (рис. 2.4 б).

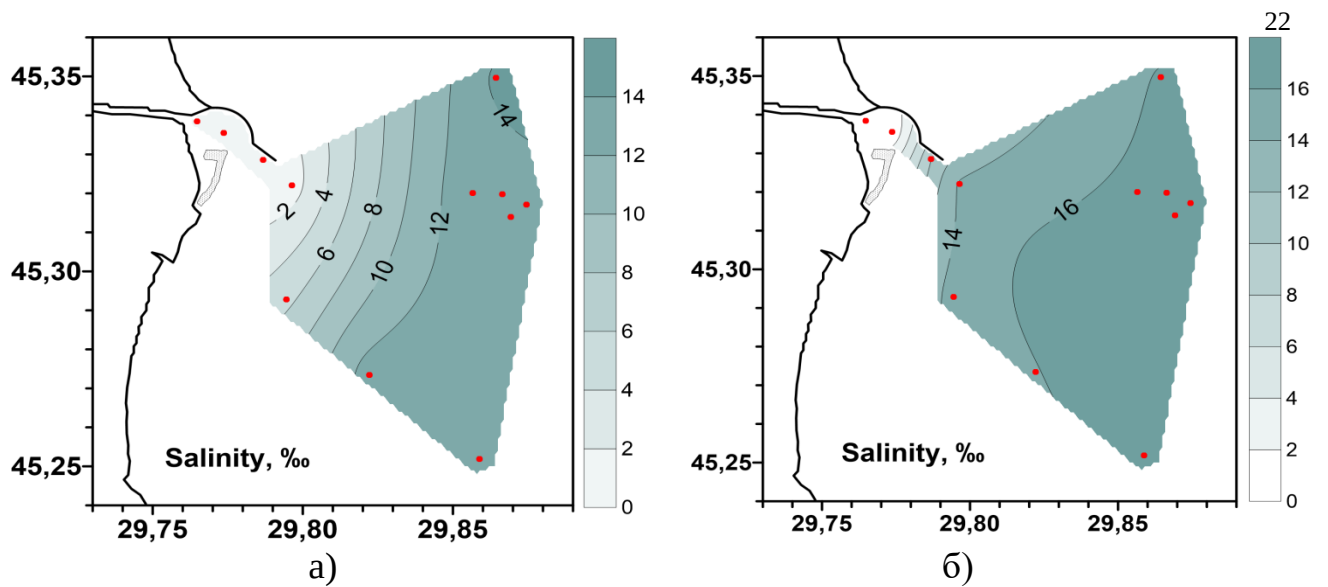


Рисунок 2.4 – Розподіл солоності на полігоні «Дунайський», серпень 2020 року:
а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Параметри просторового розподілу прозорості води коливалися в межах 0,5-1,0 м в зоні судноплавного ходу і збільшувалися до 5,0-7,5 м у віддалених районах полігону (рис. 2.5 а).

Відбір проб донних відкладень проводився на всіх звалищах. Лише три станції показали наявність зон вторинного замулення (рис. 2.5 б), це глибинна частина барів судноплавної ділянки (ст. № 7-2 і 8) і ділянка на схід від острова Пташиний (ст. 19).

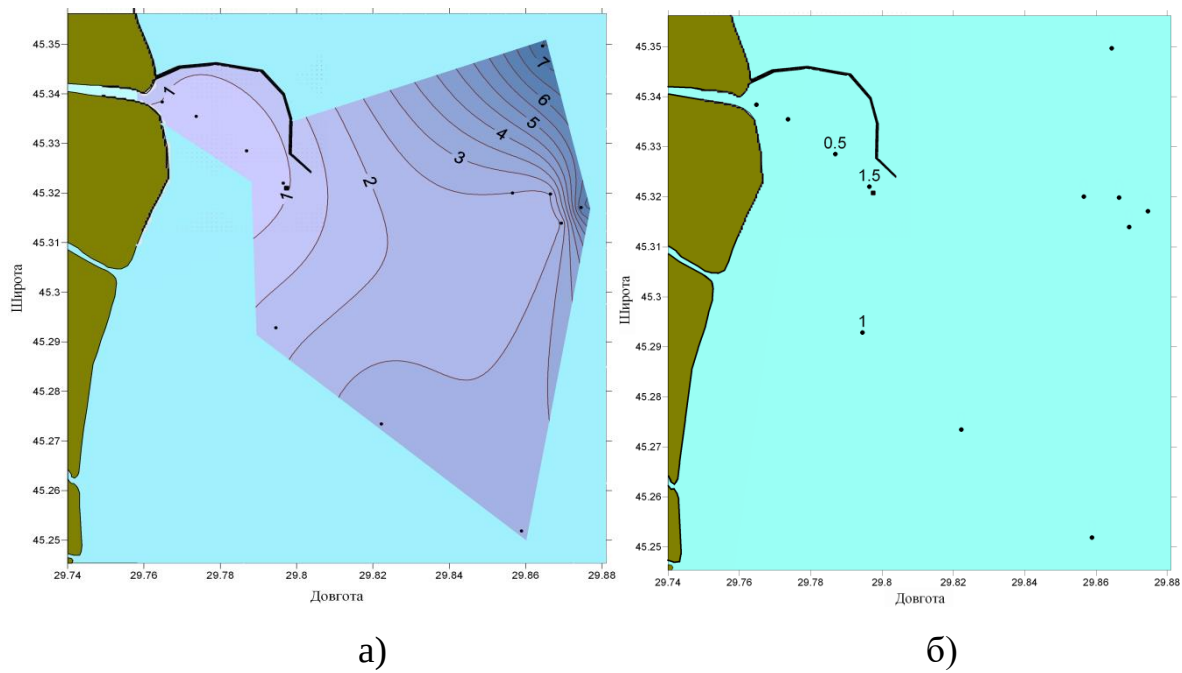


Рисунок 2.5 – Просторовий розподіл параметрів прозорості води на Дунайському полігоні 11 серпня 2020 року: а) прозорість морської води; б) товщина мулу (см) у донному шарі відкладень.

2.3 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2020 році

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

Діапазон варіацій загальних параметрів в українських національних водах в 2020 році представлений в таблицях 2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1 – Діапазон варіацій загальних параметрів в поверхневому шарі українських національних вод у 2020 році

	Т, °С	Солоність, ‰	рН	О ₂ , мг/л	О ₂ %	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (серпень 2020)						
Мінімальне	24,0	0,20	8,24	10,7	125	4,00
Максимальне	26,0	14,4	8,59	12,2	155	20,7
Середнє	25,2	8,44	8,49	11,5	141	11,1
Острів Зміїний 2020						
Мінімальне	11,6	9,27	8,20			
Максимальне	25,8	17,9	8,74			
Середнє	21,0	16,13	8,38			

Таблиця 2.2 – Діапазон варіацій загальних параметрів в придонному шарі українських національних вод в 2020 році

	T, °C	Солоність, ‰	pH	O ₂ , мг/л	O ₂ %	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (травень 2020) ¹						
Мінімальне	23.0	0.20	8.30	5.47	69.9	4.73
Максимальне	26.0	16.4	8.53	12.0	138	28.8
Середнє	24.4	12.8	8.44	9.35	114	12.7
Острів Зміїний ² 2020						
Мінімальне	11.6	15.8	8.21			
Максимальне	25.2	17.9	8.54			
Середнє	20.6	16.6	8.37			
¹ На глибині 5,0 м – 22,0 м						
² На глибині 8,0 м.						

Концентрації водневого показника pH в районі дельти Дунаю в поверхневому шарі води були мінімальними - 8,24 (од. pH) на станції 19 і максимальними - 8,59 (од. pH) на станції 10-4 (табл. 2.1, рис. 2.6 а). У придонному шарі мінімальне значення pH (8,30 од. pH) зафіксовано на глибині 20 м в районі станції 18, а максимальне pH (8,53 од. pH) на станції 6 в північній частині полігону (табл.2.2, рис.2.6 б).

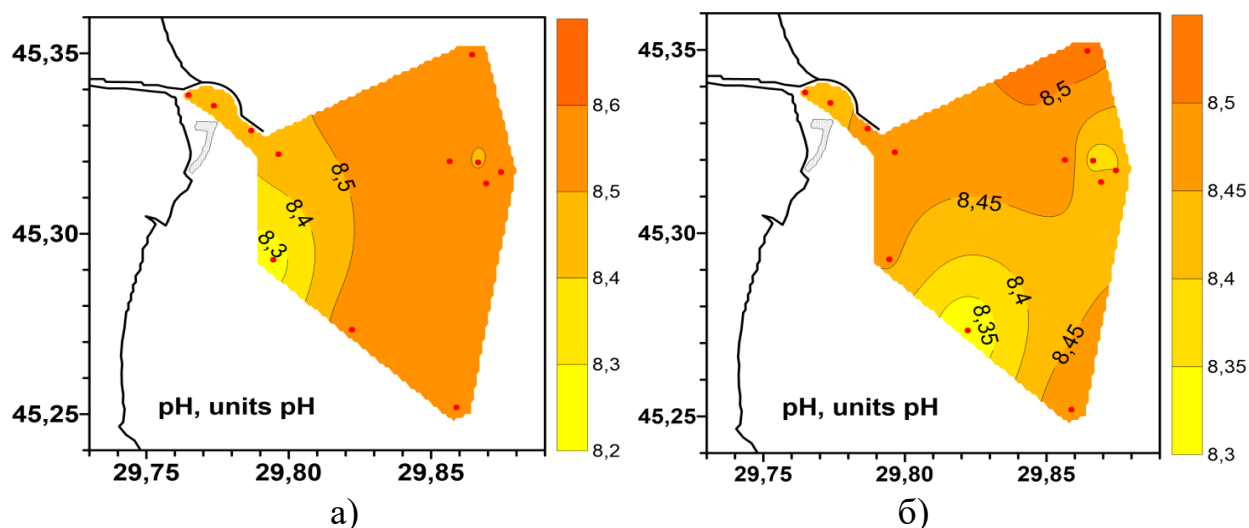


Рисунок 2.6 – Просторовий розподіл pH (од. pH) у морській частині дельти Дунаю у серпні 2020 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Концентрація розчиненого кисню в поверхневому шарі вод коливались від 10,7 мг/л до 12,2 мг/л (табл. 2.1). Максимум кисню був зареєстрований в районі дельти Дунаю у серпні на станції 10-2, (рис. 2.7 а), мінімум – на станції 8 (рис. 2.7 а). В придонному шарі розчинений кисень змінювався від 5,47 мг/л до 12,0 мг/л (табл. 2.2). Максимум кисню в районі дельти Дунаю був зареєстрований на станції 10-2 (рис. 2.7 б), мінімум – на станції 18 (рис. 2.7 б).

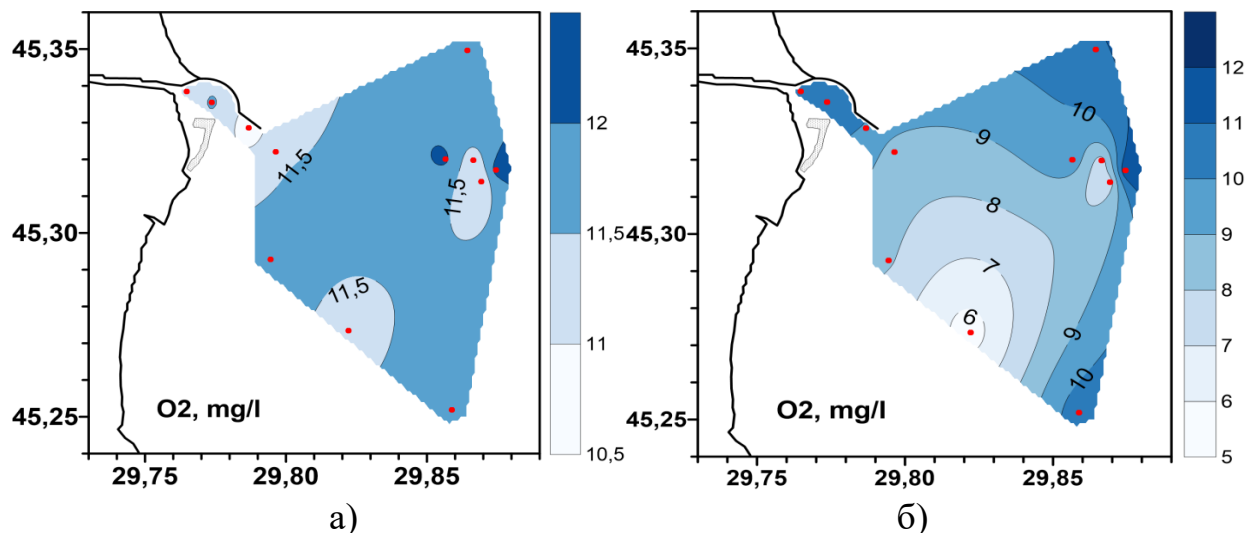


Рисунок 2.7 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у серпні 2020 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Діапазон зміни вмісту розчиненого кисню в поверхневому шарі води становив від 125 до 155 % насичення (табл. 2.1, рис. 2.8 а), що свідчить про покращення кисневого режиму на досліджуваній території. Явищ гіпоксії, характерних для придонних вод досліджуваної території у серпні 2020 року не виявлено. Мінімальне значення насичення води киснем у придонному шарі (69,9 %) зафіксовано на станції 18 у південно-східній частині полігону (табл. 2.2, рис. 2.8 б).

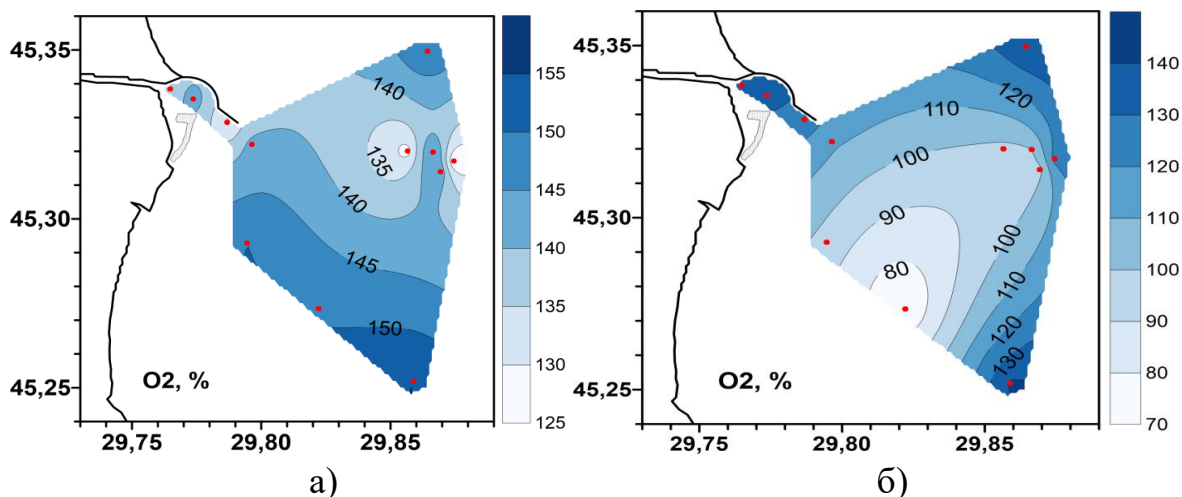


Рисунок 2.8 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (% насичення) у морській частині дельти Дунаю у серпні 2020 року:

а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Концентрації завислих у воді речовин були максимальними на станціях 7 - 7-2 каналу судноплавства. Максимум 28,8 мг/л зафіксовано у придонному шарі станції 7 (табл. 2.2., рис. 2.9 б).

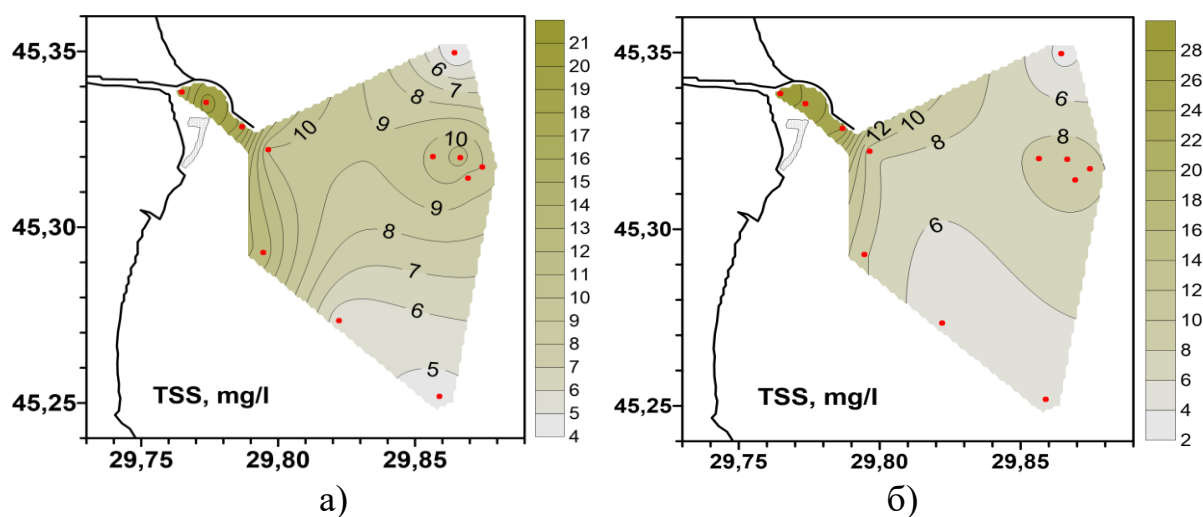


Рисунок 2.9—Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у серпні 2020 року: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2020 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 (K_z).

K_z 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 директиви ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимої концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН) 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:

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

Де: CR - коефіцієнт забруднення

Екологічний стан морської води за допомогою Кз оцінюється:

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

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 [1] та по водних тілах визначених районів «Перехідних вод» та «Прибережних вод» відповідно до Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС (WFD) [2] (рис 3.1).

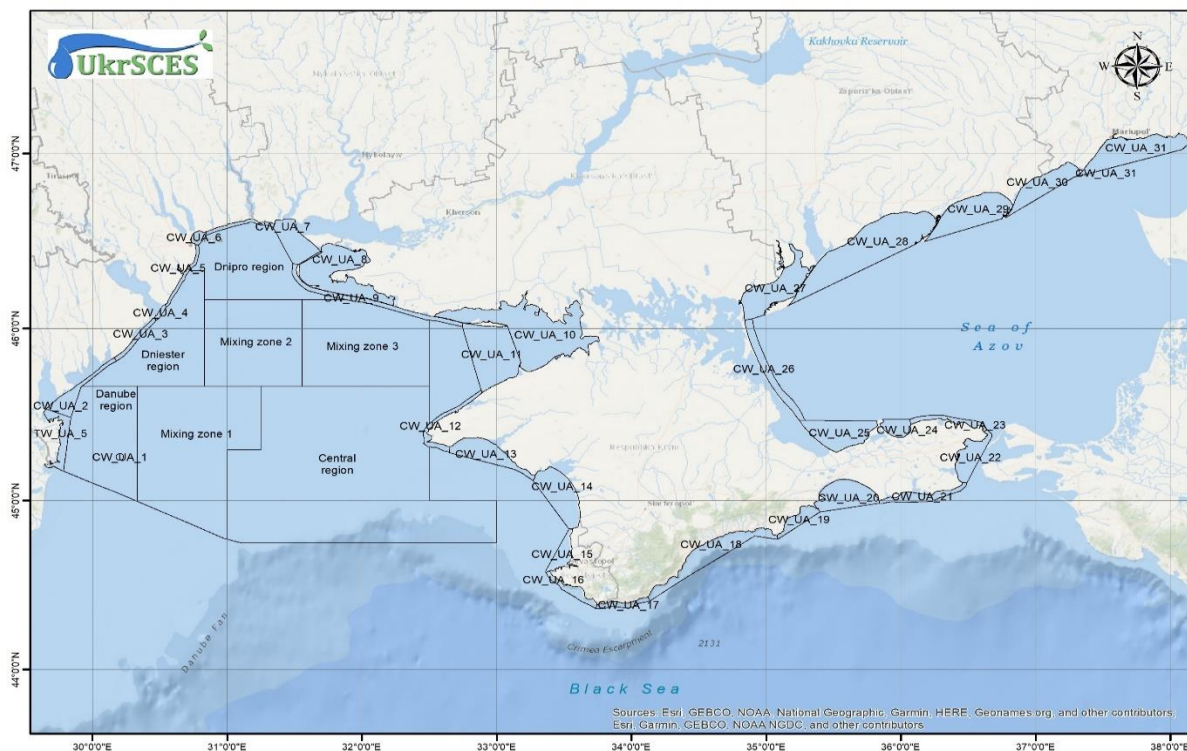


Рисунок 3.1 – Карта районів морського середовища ПЗЧМ.

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 2020 року по районах. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Таблиця 3.1 Кз ТМ морської води по районах у 2020 році

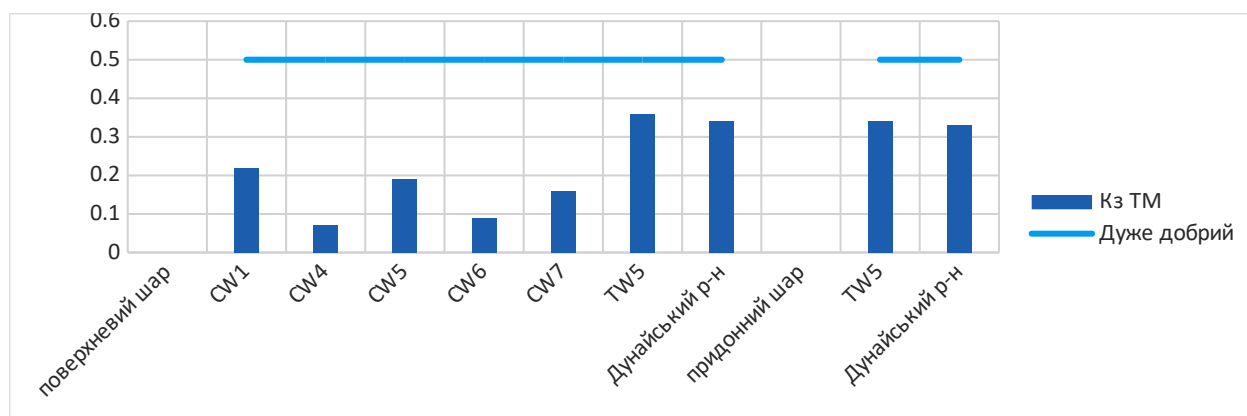
Район	Depth of station	Кз ТМ	Кз Cd	Кз Hg	Кз Pb	Кз Ni
CW1	поверхня	0,22	0	0,89	0	0
CW4	поверхня	0,07	0,26	0	0	0
CW5	поверхня	0,19	0,30	0,36	0,09	0
CW6	поверхня	0,09	0,16	0	0,21	0
CW7	поверхня	0,16	0,58	0	0,04	0
TW5	поверхня	0,36	0,04	1,39	0	0
TW5	дно	0,34	0,13	1,24	0	0
Дунайський р-н	поверхня	0,34	0,06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

В 2020 році Кз ТМ по всім районам відповідають дуже доброму екологічному стану, але в районі TW5 та Дунайському районі в поверхневому та придонному шарах води зафіксовані підвищені концентрації ртуті Кз Hg відповідає задовільному екологічному стану.

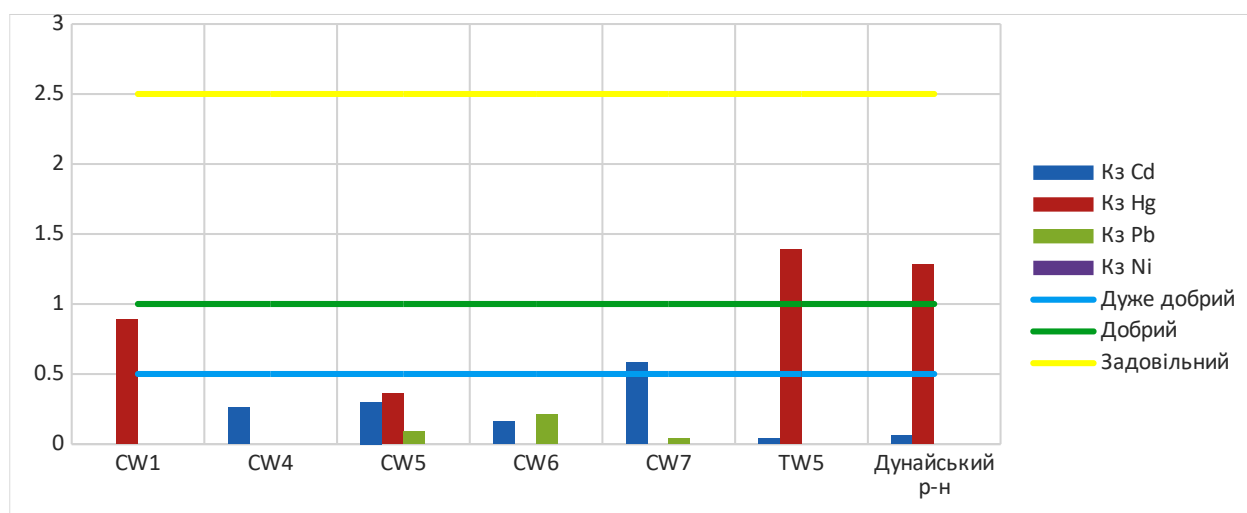
На рисунку 3.3 наведені вклади окремих металів в забруднення групи ТМ.

В забруднення групи ТМ найбільший вклад внесли:

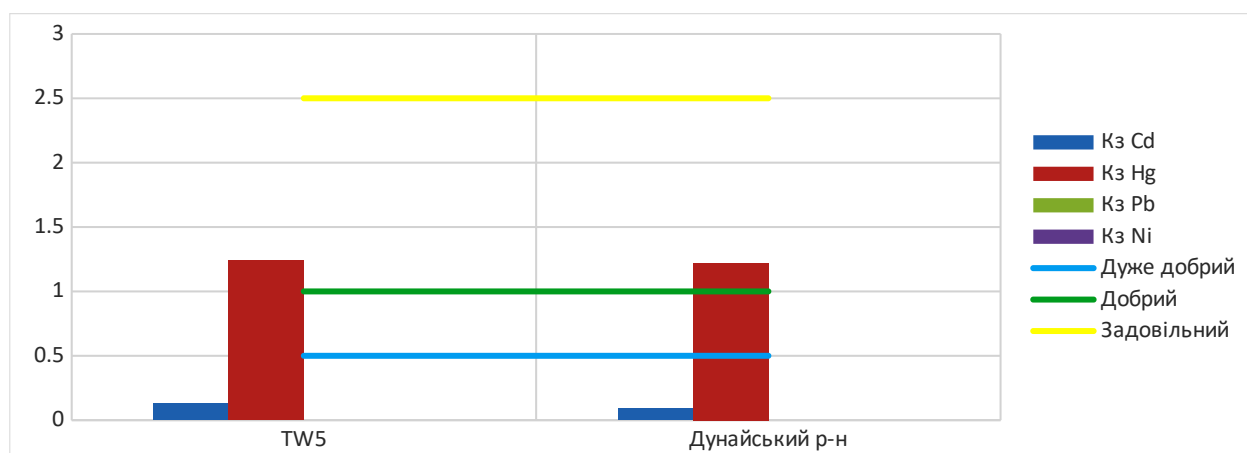
- Район CW1 – ртуть в поверхневому шарі води;
- Район CW4 – кадмій в поверхневому шарі води;
- Район CW5 – кадмій та ртуть в поверхневому шарі води;
- Район CW6 – кадмій та свинець в поверхневому шарі води;
- Район CW7 – кадмій в поверхневому шарі води;
- Район TW5 – ртуть в поверхневому та придонному шарах води;
- Дунайський район – ртуть в поверхневому та придонному шарах води.



а)

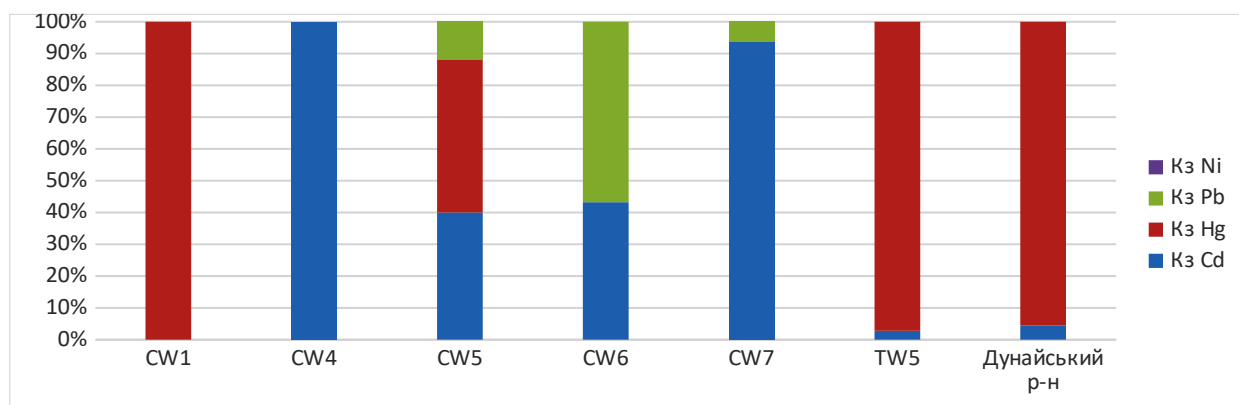


б)

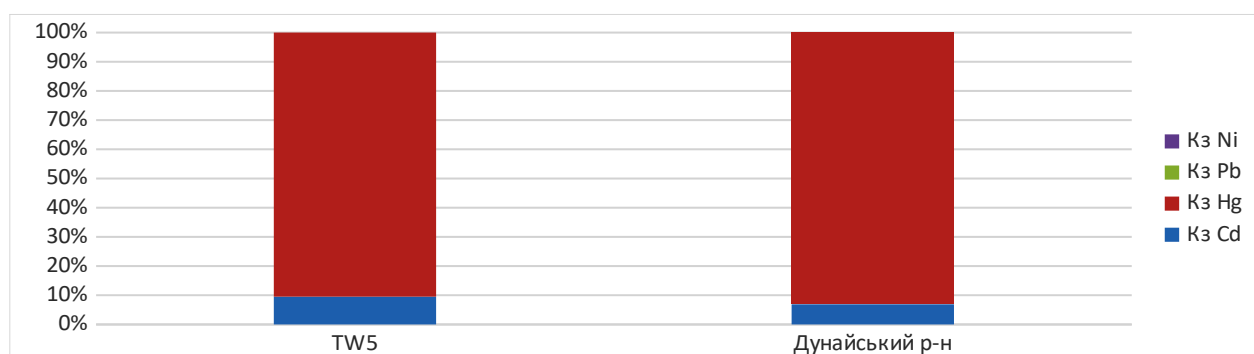


в)

Рисунок 3.2 – Кз ТМ морської води по районах у 2020 році: а) – Кз ТМ поверхневий та придонний шар води; б) – Кз окремих ТМ поверхневий шар води; в) – Кз окремих ТМ придонний шар води.



а)



б)

Рисунок 3.3 – Вклад Кз окремих металів в забруднення морської води по районах у 2020 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 2020 року по районам. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Таблиця 3.2 Кз ОЗСП поверхневого та придонного шару морської води

В

2020 році

Район		Кз ОЗСП	Кз ДДТ ¹	Кз Σ ДДТ ²	Кз Σ НСН ³	Кз ГХБ ⁴	Кз гептахлору	Кз Σ циклодієнових ⁵	Кз Атразін	Кз Дурсбан
CW1	поверхня	6,31	7,58	3,42	0,95	0	38	0,5	0	0
CW4	поверхня	28,8	0,78	0,34	0,12	0	226	2,92	0,04	0
CW5	поверхня	11,8	1,65	0,87	0,55	0,02	90,3	1,23	0,02	0
CW6	поверхня	8,53	0,46	0,2	0,06	0	65,9	1,63	0,01	0
CW7	поверхня	40,0	0	0	0,1	0	319	0,77	0	0
TW5	поверхня	69,5	1,78	0,89	0,32	0	552	1,01	0	0
Дунайський р-н	поверхня	48,1	7,58	3,75	1,56	0	370	1,99	0	0
TW5	дно	128	0,87	0,62	0,74	0	1023	1,45	0	0
Дунайський р-н	дно	156	2,84	1,44	1,12	0	1240	1,37	0,01	0
1 – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан 2 – сума ДДТ та його метаболітів 3 – сума ліндану та його ізомерів				4 – гексахлорбензол 5 – сума алдріну, ділдріну та ендріну						

В 2020 році Кз ОЗСП по всіх районах відповідає дуже поганому екологічному стану. Основним забрудником серед групи ОЗСП є гептахлор, Кз гептахлору в поверхневому і придонному шарі води по всіх районах відповідає дуже поганому екологічному стану.

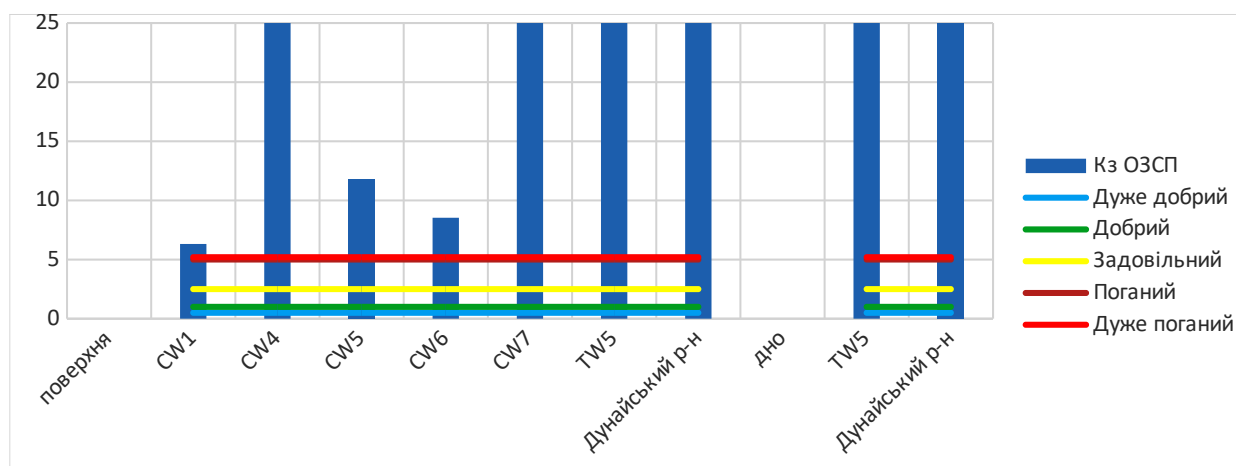
Також в багатьох районах були зафіксовані підвищені концентрації наведених далі забруднюючих речовин:

- ДДТ та його метаболітів, Кз ДДТ в поверхневому шарі води в районах CW1, CW5, TW5, Дунайському р-н та придонному шарі води в Дунайському р-н, відповідає дуже поганому, поганому та задовільному екологічному стану.

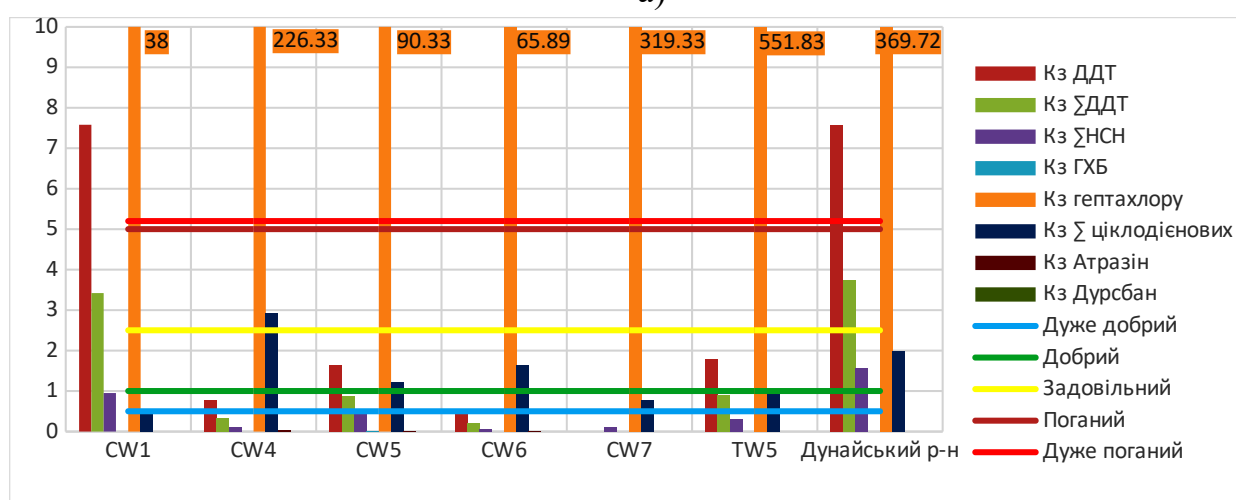
- ліндану та його ізомерів, Кз Σ НСН в поверхневому та придонному шарі води в Дунайському р-н, відповідає задовільному екологічному стану.

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

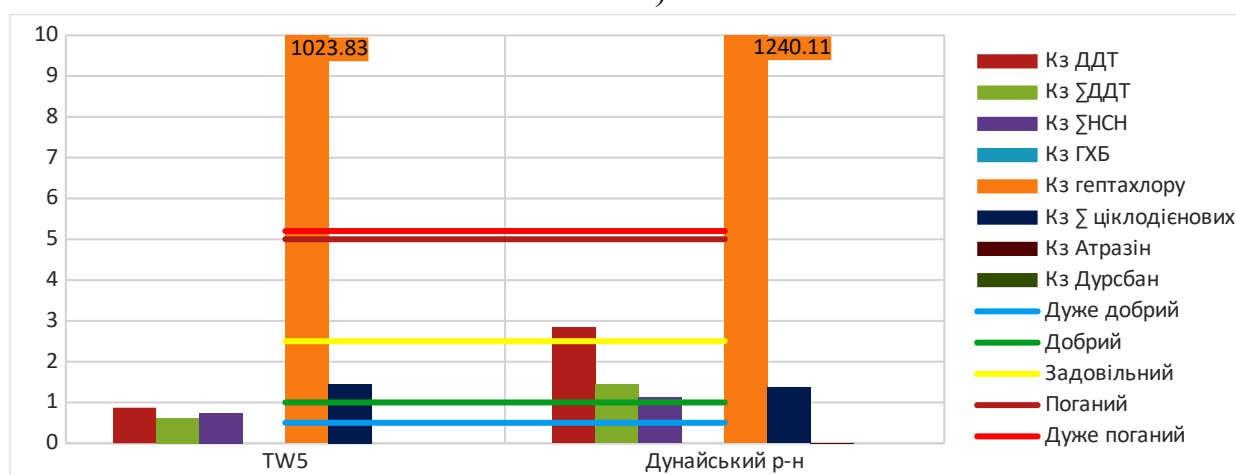
Кз інших ОЗСП має значення дуже доброго екологічного стану.



а)



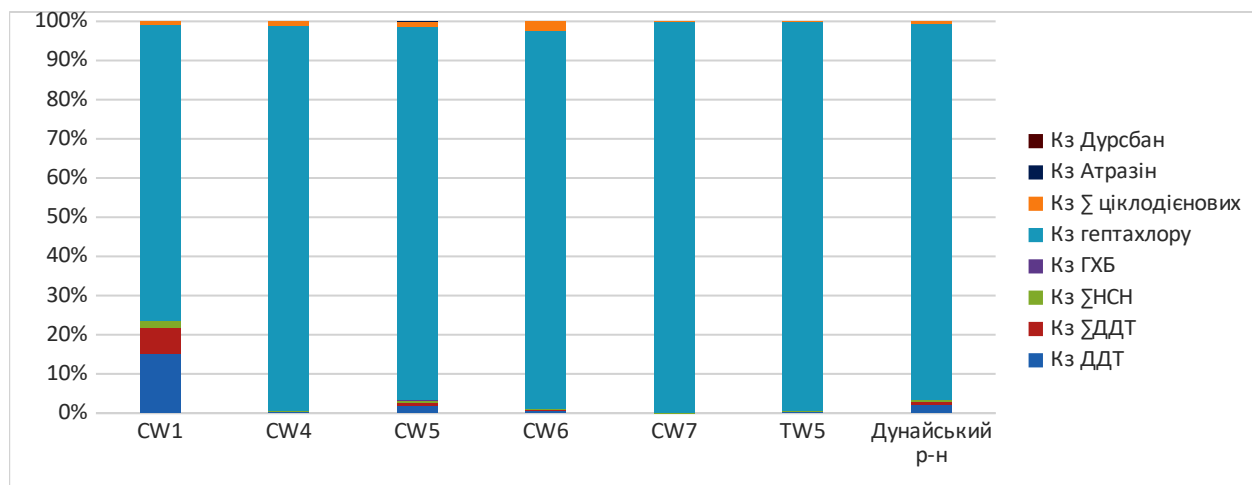
б)



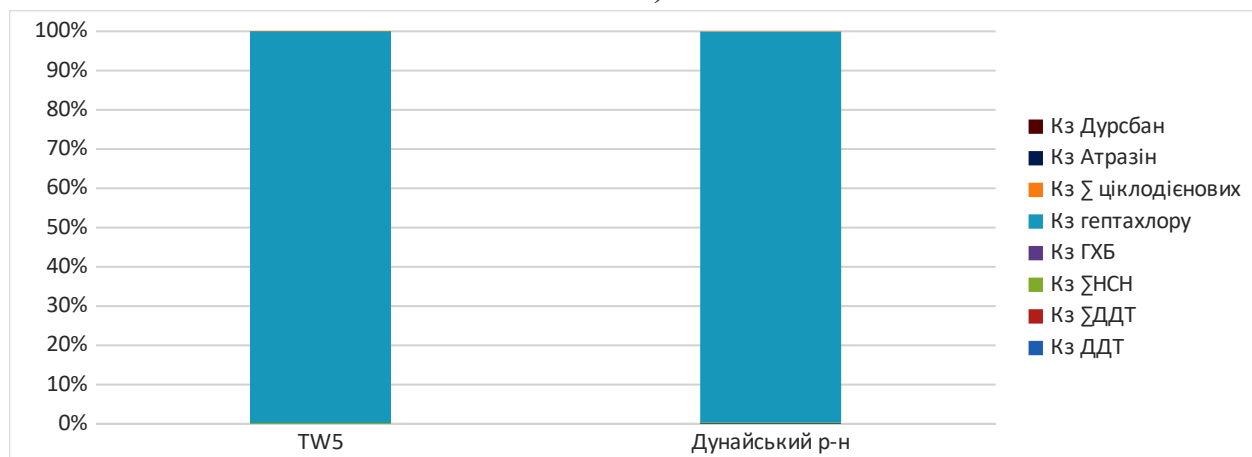
в)

Рисунок 3.4 – Кз ОЗСП морської води по районах в 2020 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 2020 році: а) – поверхневий шар води; б) – придонний шар води.

Найбільший вклад в забруднення групою ОЗСП вносить концентрація гептахлору по всім районам в поверхневому та придонному шарах води.

В районі CW1 к основному впливу концентрацій гептахлору додається вплив (біля 23%) ДДТ та його метаболітів (рис. 3.5 а).

3.1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом

органічних забрудників промислового походження

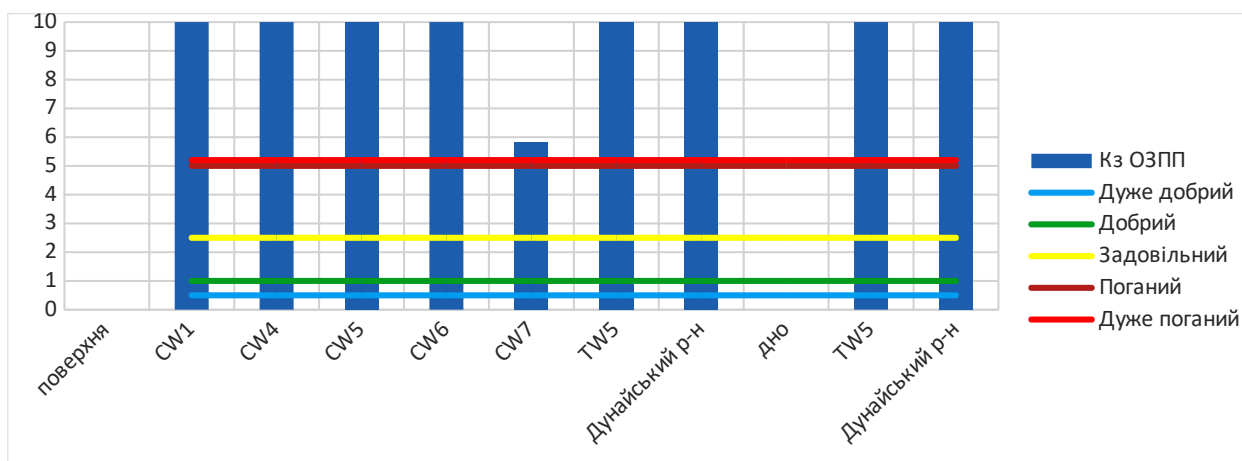
В таблиці 3.3 та на рисунку 3.6 наведені Кз групи ОЗПП та Кз індивідуальних ОЗПП поверхневого та придонного шару морської води по районам у 2020 році.

Оскільки в директиві ЄС 2013/39 не має обмежень по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, гранично допустимі концентрації для поліхлорованих біфенілів (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.

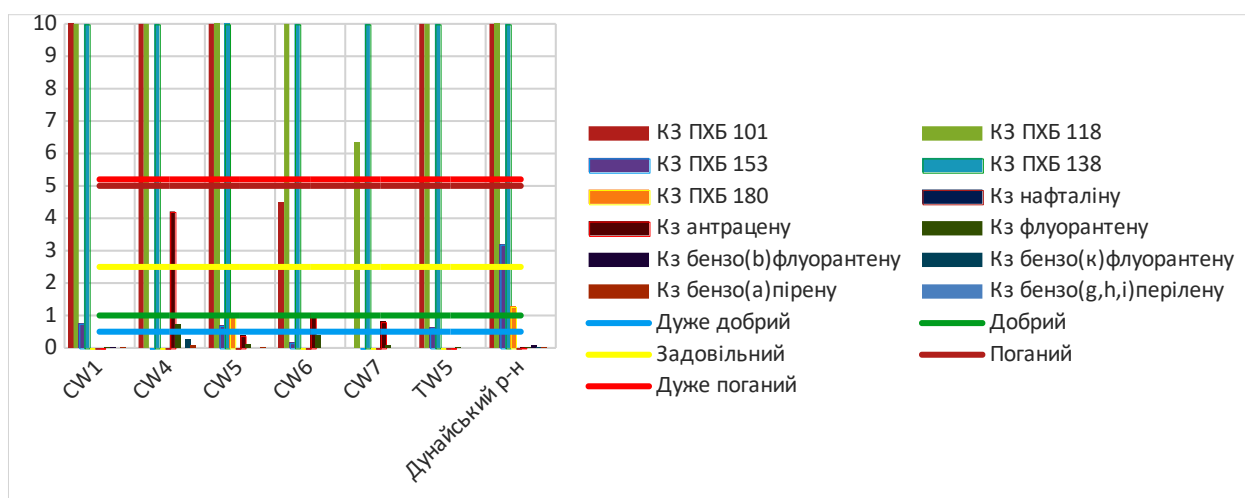
Кз поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) розраховувався відносно МАС-EQS ЄС 2013/39.

Таблиця 3.3 – Кз ОЗПП поверхневого та придонного шару морської води в 2020 році.

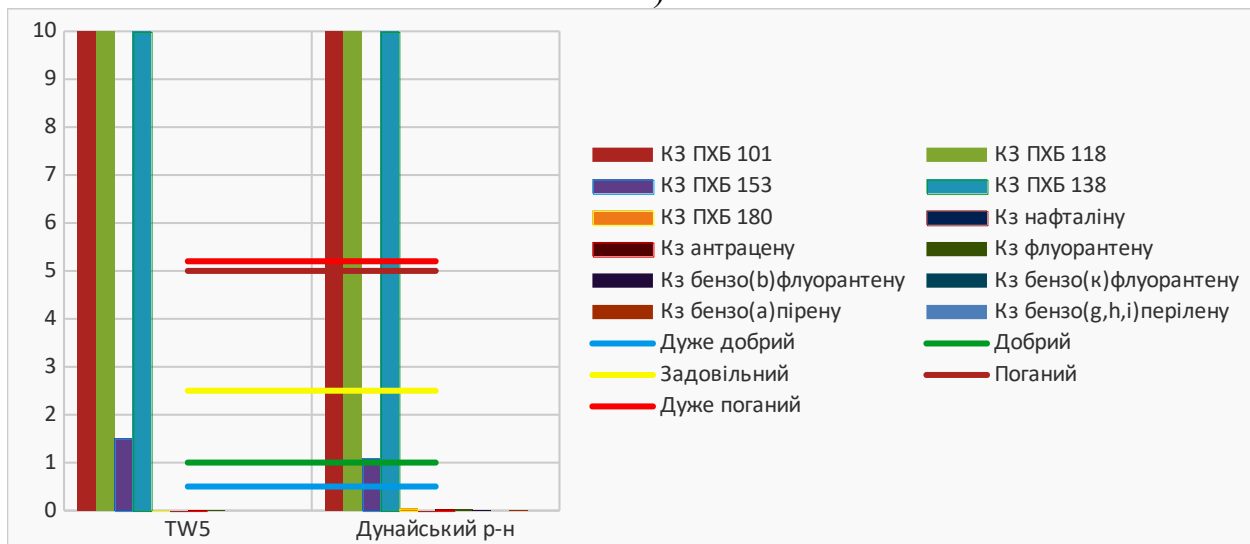
Район		Кз ОЗПП	Кз ПХБ 101	Кз ПХБ 118	Кз ПХБ 153	Кз ПХБ 138	Кз ПХБ 180	Кз нафталіну	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(b)флуорантену	Кз бензо(k)флуорантену	Кз бензо(a)пірену	Кз бензо(g,h,i)перілену
CW1	поверхня	22,9	84	102	0,76	88,5	0	0	0	0,01	0,03	0	0,03	0
CW4		29,4	33,5	47,7	0	266	0	0	4,21	0,73	0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



а)



б)



в)

Рисунок 3.6 – Кз ОЗПП морської води по районах в 2020 році: а) – Кз ОЗПП поверхневий та придонний шар води; б) – Кз ПАХБ поверхневий шар води; в) – Кз ПАХБ придонний шар води.

У 2020 році Кз ОЗПП по всім районам в придонному та поверхневому шарі води відповідають дуже поганому екологічному стану. Найбільше на екологічний стан вплинули концентрації індивідуальних ПХБ 101, 118, 138 і їх Кз відповідає дуже поганому екологічному стану.

Високі концентрації також були зафіксовані в наступних районах:

- ПХБ 153, Кз ПХБ 153 в поверхневому шарі води в Дунайському районі та в придонному шарі води в районі TW5 і Дунайському районі відповідає поганому та задовільному екологічному стану;
- ПХБ 180, Кз ПХБ 180 в поверхневому шарі води в Дунайському районі задовільному екологічному стану;
- Антрацену, Кз антрацену в поверхневому шарі води в районі CW4 та CW6 відповідає поганому та задовільному екологічному стану.

В таблиці 3.4 та на рисунку 3.7 наведені середні значення суми ПАВ (Σ ПАВ), бензо(а)перенового еквіваленту (B(a)Peq) та суми канцерогенних ПАВ (Σ carc ПАВ) в поверхневому та придонному шарі морської води по районах у 2020 році. Показники Σ ПАВ в районах CW4, CW5, CW6, CW7 знаходяться на високому рівні. B(a)Peq та сума канцерогенних ПАВ в районі CW4 значно перевищує показники по іншим районам.

Таблиця 3.4 Сума ПАВ, бензо(а)переновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ поверхневого та придонного шару морської води у 2020 році

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

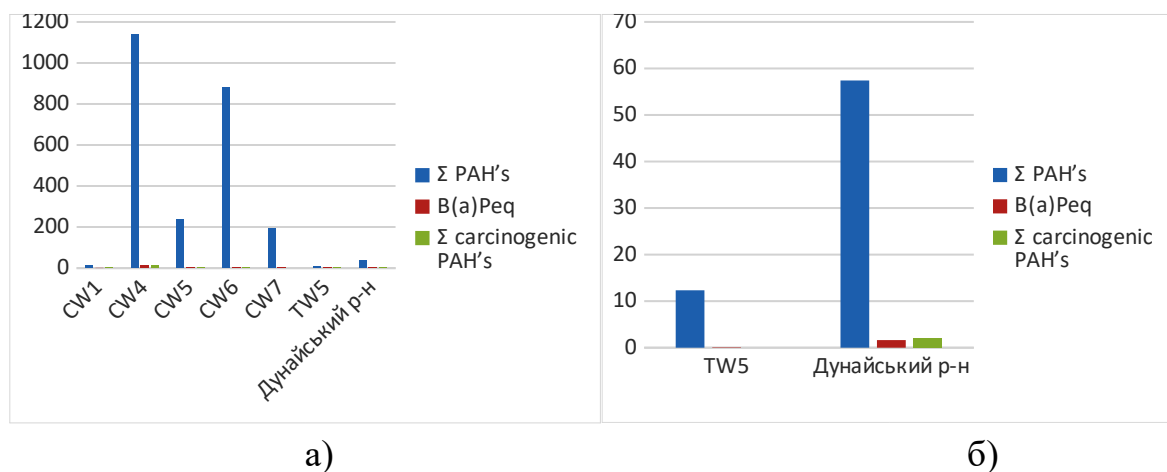
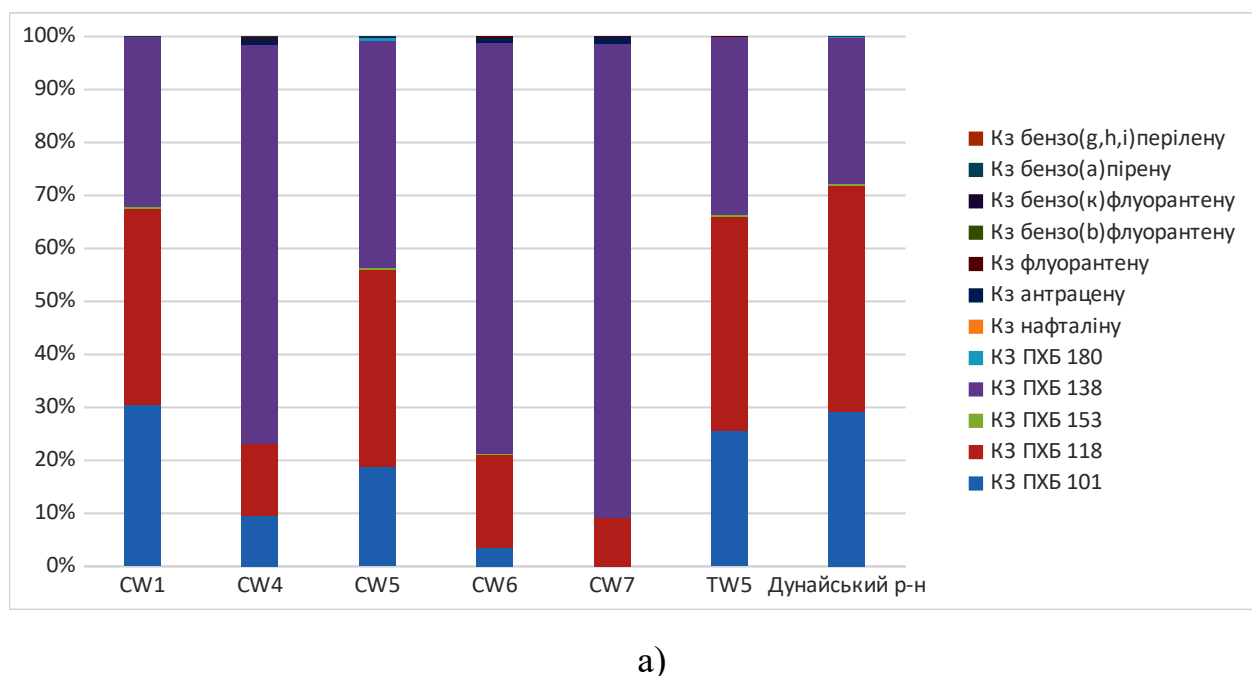
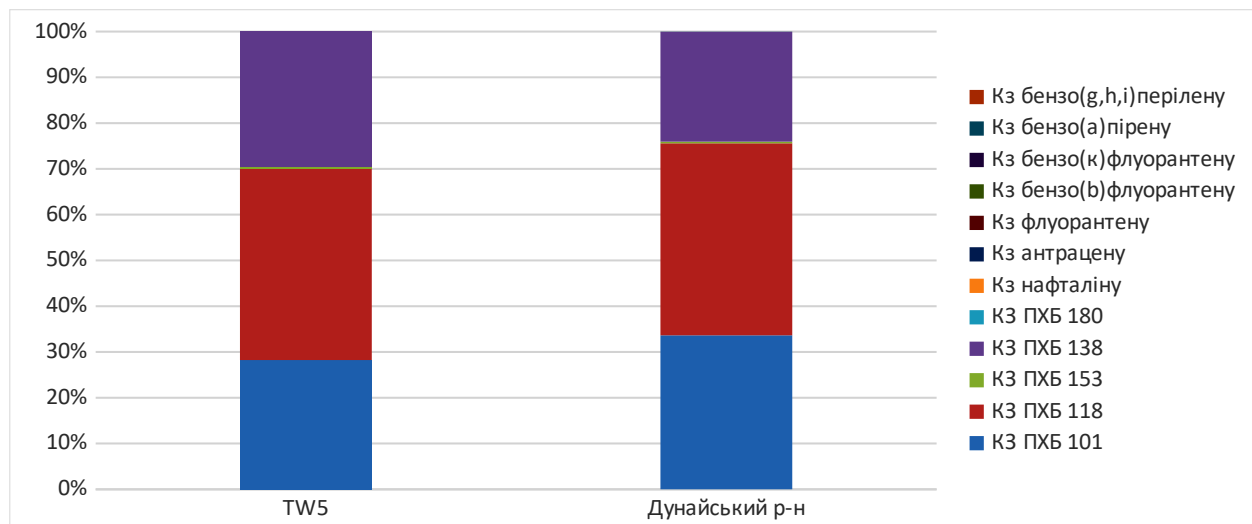


Рисунок 3.7 – Середні значення Σ ПАВ, B(a)Peq та Σ carc ПАВ в поверхневому та придонному шарі морської води по районах у 2020 році: а) – поверхневий шар води; б) – придонний шар води.

На рисунку 3.8 наведені вклади окремих ОЗПП в забруднення групи ОЗПП. В забруднення групи ОЗПП найбільший вклад внесли по районах:

- Район CW1, CW4, CW5, TW5, Дунайський – ПХБ 101,118,138;
- Район CW6, CW7 – ПХБ 118,138.





б)

Рисунок 3.8 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення морської води по районах у 2020 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 2020 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 2020 році. Для токсичних металів Кз розраховувався в відношенні ЕН. В цілому Кз ТМ по всім районам відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану.

Таблиця 3.5 – Кз ТМ в донних відкладеннях по районах в 2020 році.

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

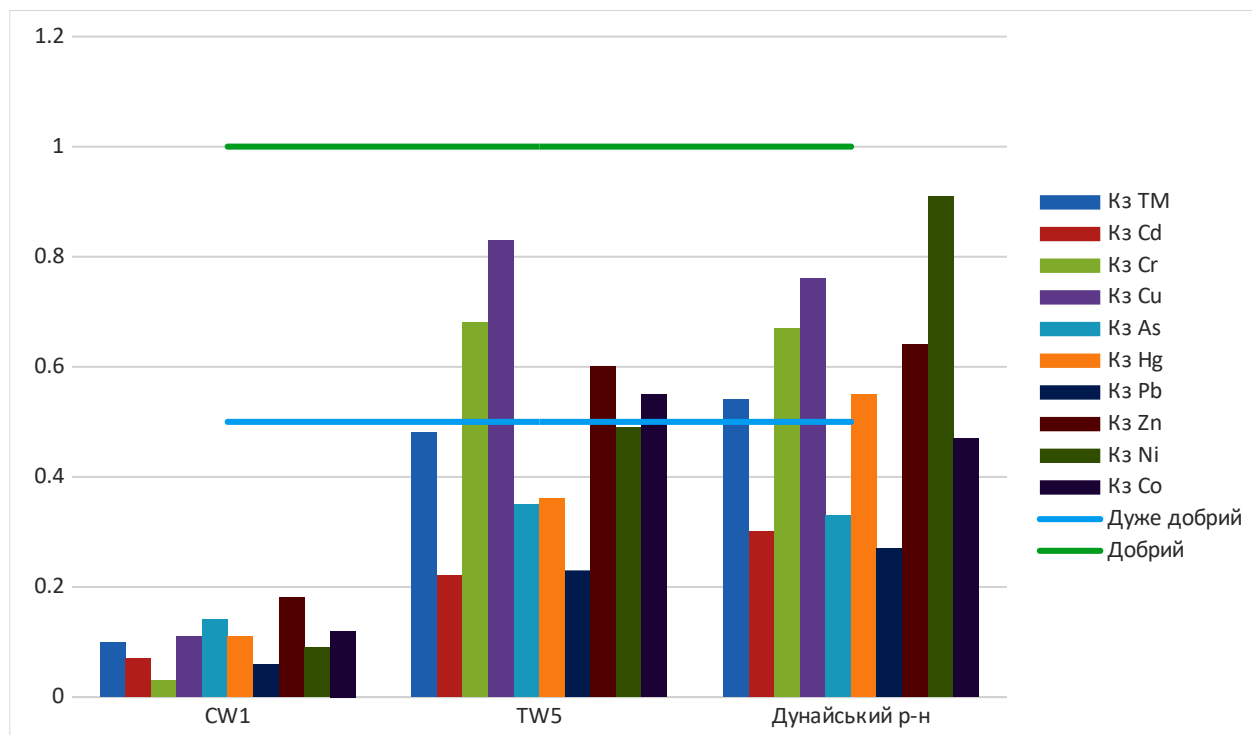


Рисунок 3.9 – Кз ТМ донних відкладень по районах в 2020 році.

На рисунку 3.10 наведені вклади окремих ТМ в забруднення донних відкладень групою ТМ. По дослідженим районам метали розподіляються практично однаково, більш присутні Co, Ni, Zn, Hg, Cu, Cr.

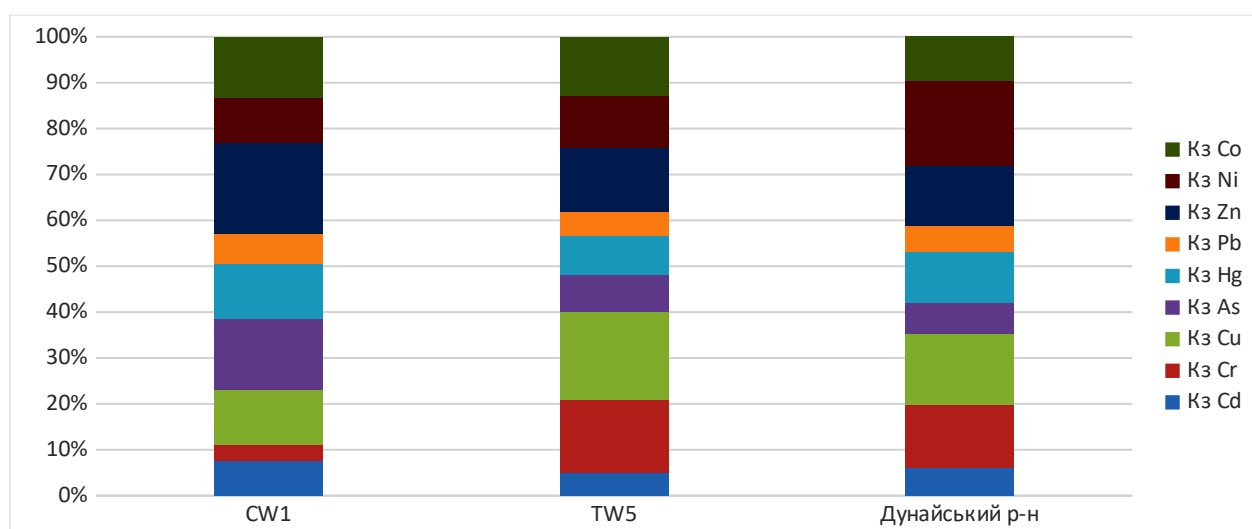


Рисунок 3.10 – Вклад Кз окремих ТМ в забруднення донних відкладень по районах у 2020 році.

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

В таблиці 3.6 та на рисунку 3.11 наведені Кз ОЗСП в донних відкладеннях по районах в 2020 році. Для ОЗСП Кз розраховувався по відношенню до граничних концентрацій з ЕН.

Таблиця 3.6 – Кз ОЗСП в донних відкладеннях по районах в 2020 році.

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

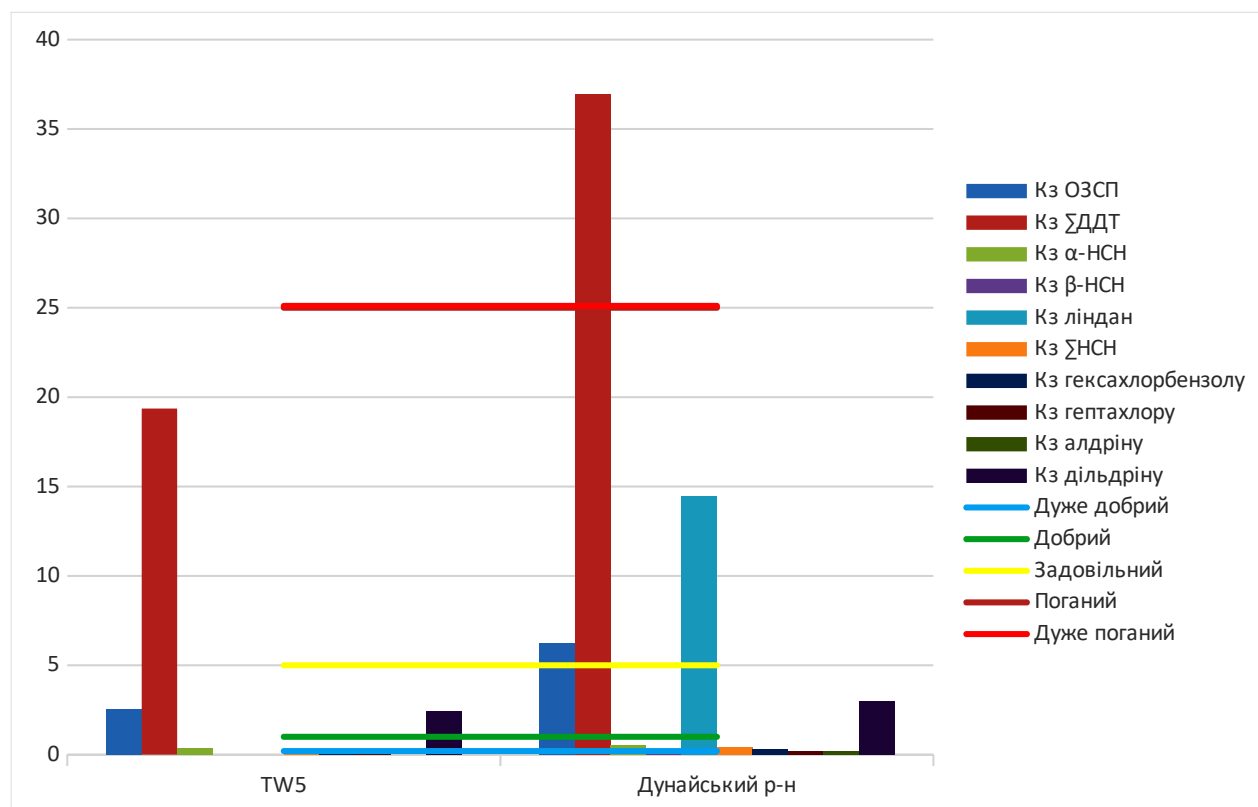


Рисунок 3.11 – Кз ОЗСП донних відкладень по районах в 2020 році.

Згідно розрахованих Кз ОЗСП відповідно до донних відкладень відмічаються по районах наступні показники екологічного стану:

- в водному масиві TW5 Кз ОЗСП відповідає задовільному екологічному стану, Кз Σ ДДТ відповідає поганому екологічному стану та Кз дільдрину відповідає задовільному екологічному стану.

- в Дунайському районі Кз ХОП відповідає поганому екологічному стану, зафіксовано високий рівень забруднення Σ ДДТ, лінданом та дільдрином (Кз Σ ДДТ та Кз ліндану відповідає дуже поганому та поганому екологічному стану, Кз дільдрину відповідає задовільному екологічному стану).

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

В районі TW5 основними забруднюючими сполуками є ДДТ та його метаболіти, в Дунайському районі основний вклад в забруднення вносять ДДТ та його метаболіти і ліндан.

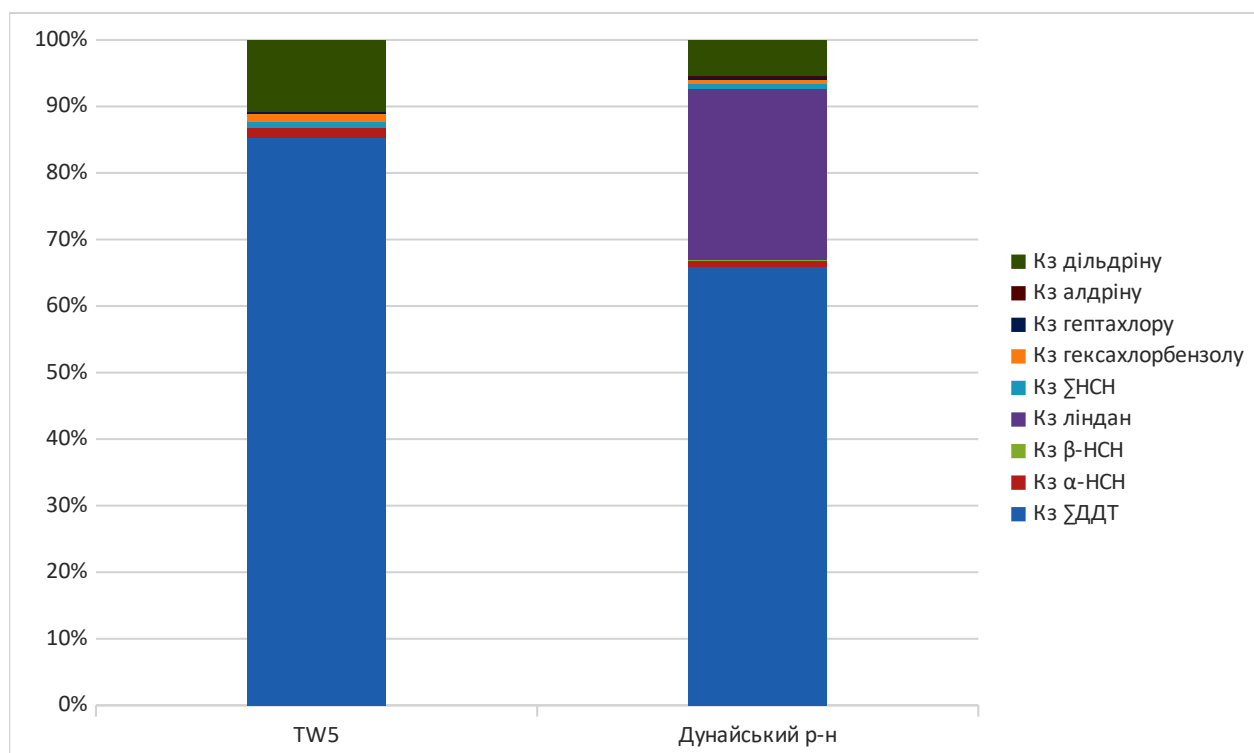


Рисунок 3.12 – Вклад Кз окремих ОЗСП в забруднення донних відкладень по районах у 2020 році.

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 2020 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 2020 році.

Район	Кз ОЗПП	Кз Ar-1254	Кз Ar-1260	Кз нафталіну	Кз фенантрону	Кз антрацену	Кз флуорантену	Кз бензо(а)антрацену	Кз Хрізену	Кз бензо(к)флуорантену	Кз бензо(а)пірену	Кз індено(1,2,3cd)пірену	Кз бензо(g,h,i)перілену
TW5	0,05	0,53	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Дунайський р-н	0,15	1,16	0,06	0,16	0,03	0,02	0,1	0,08	0,01	0,06	0,06	0,04	0,04

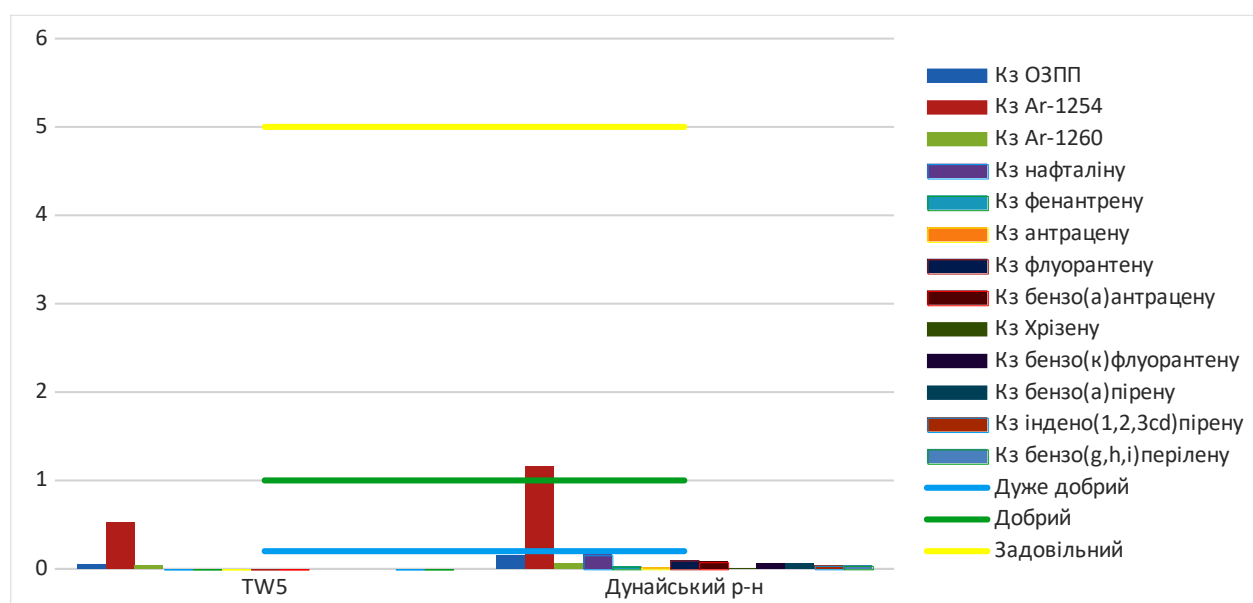


Рисунок 3.13 – Кз ОЗПП донних відкладень по районах в 2020 році.

В цілому відмічається, що по всіх досліджених районах Кз ОЗПП відповідає дуже доброму екологічному стану, але були зафіксовані підвищені концентрації групи ПХБ Ar-1254 в Дунайському районі (Кз Ar-1254 відповідає задовільному екологічному стану).

Наведені на рисунку 3.14 вклади окремих ОЗПП в забруднення донних відкладень групою ОЗПП вказують, що в районі TW5 основними забруднюючими сполуками є ПХБ груп Ar-1254 та Ar-1260, в Дунайському районі основний вклад в забруднення вносять ПХБ групи Ar-1254, нафталін та флуорантен.

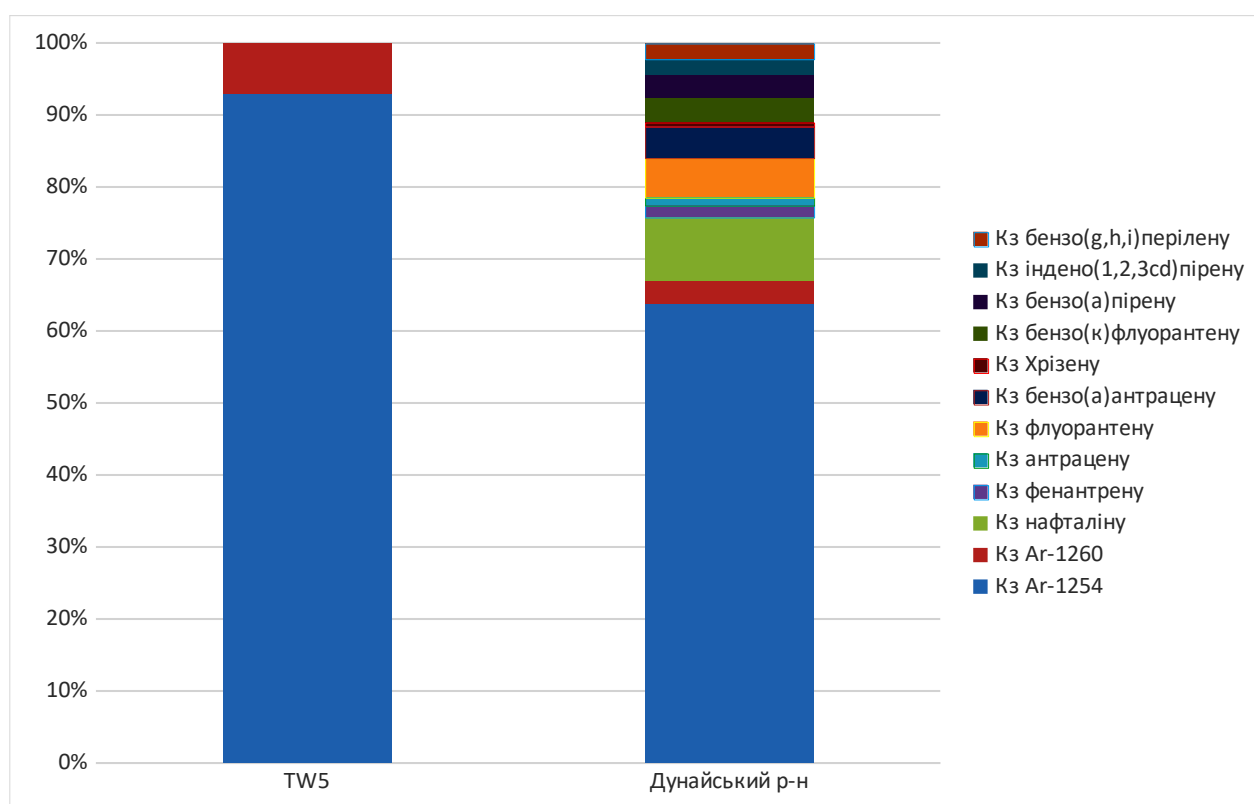


Рисунок 3.14 – Вклад Кз окремих ОЗПП в забруднення донних відкладень по районах у 2020 році.

В таблиці 3.8 наведені середні значення $\sum$ ПАВ, $B(a)P_{eq}$, Суми канцерогенних ПАВ та геохімічні маркери розраховані по середнім значенням концентрацій ПАВ для донних відкладень по районах в 2020.

Геохімічні маркери, такі як відношення фенантрени до антрацену (Ph/An),

відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрени $((Py+Flu)/(Chr+Ph))$, відношення антрацену до суми сполук з молекулярною масою 178 ($An/178$), відношення флуорантену до пірену (Flu/Py), відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену ($Flu/(Flu+Py)$), відношення бензо(а)антрацену до суми сполук з молекулярною масою 228 ($BaA/228$).

Таблиця 3.8 – Середні концентрації ПАВ та геохімічні маркери донних відкладень в 2020 році.

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

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

В таблиці 3.9 наведена оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень за геохімічними маркерами по районах в 2020 [3].

По середнім даним концентрацій ПАВ в донних відкладеннях водного масива TW5 переважають забруднення які надходять без участі процесів горіння. В Дунайському районі в донних відкладеннях переважають забруднення які надходять від процесів горіння сировини та палива.

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

Таблиця 3.9 – Оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень в 2020 році.

Район	Оцінка Ph/An (вірогід- ність 66,7%)	Оцінка (Py+Flu)/ (Chr+Ph) (вірогід- ність 70,8%)	Оцінка An/178 (вірогід- ність 50%)	Оцінка Flu/Py (вірогід- ність 50%)	Оцінка Flu/Flu+Py (вірогід- ність 79,2%)	Оцінка BaA/228 (вірогід- ність 66,7%)	Класифікація проб за забрудненістю
TW5				петрогені ПАВ	петрогенні ПАВ (більшість НП та продуктов їх горіння)		мало забруднені
Дунайсь- кий р-н	пірогенні ПАУ	пірогенні ПАВ	ПАВ з дизельного масла, сланцевого масла, вугілля та деякі зразки сирої нафти	спалюван- ня вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені

3.3 Екологічний стан біологічних об'єктів за змістом забруднювачів

Стан біологічних об'єктів оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ).

Для оцінки використовувалася методика оцінки за допомогою коефіцієнта забруднення (Кз) (методика яку використовує УкрНЦЕМ для оцінки екологічного стану).

Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин були взяті з DIRECTIVE 2013/39/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 August 2013 та з Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance).

Загальна оцінка екологічного стану біологічних об'єктів в районі, який досліджується, визначається по найгіршій оцінці групи забруднюючих речовин.

Екологічний стан біологічних об'єктів за допомогою Кз оцінюється:

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

3.3.1 Коефіцієнт забруднення біологічних об'єктів, оцінка стану забруднення

В таблиці 3.10 наведені Кз груп та окремих ТМ, ОЗСП, ОЗПП в біологічних об'єктах виловлених в різних водних масивах та районах Чорного моря за даними 2020 року.

Кз забруднюючих елементів розраховувались відносно MAC-EQS. Результати розрахованих значень Кз надають такі оцінки рівнів забрудненості виловлених мідій:

- в водному масиві CW1 знаходяться в поганому стані, Кз ОЗСП – дуже погано (Кз гептахлору відповідає дуже поганому рівню, Кз гексахлорбензолу відповідає задовільному рівню). В цілому показники забрудненості молюсків залишилися на рівні базової оцінки.

- в Дністровському районі знаходяться в поганому стані, Кз ОЗСП – погано (Кз гексахлорбензолу відповідає дуже поганому рівню), Кз ОЗПП – задовільно (Кз флуорантену відповідає поганому рівню, Кз бензо(а)пірену відповідає задовільному рівню).

- в Дунайському районі знаходяться в поганому стані, Кз ОЗСП – дуже погано (Кз гексахлорбензолу відповідає поганому рівню, Кз гептахлору відповідає дуже поганому рівню), Кз ОЗПП – погано (Кз флуорантену відповідає поганому рівню, Кз бензо(а)пірену відповідає задовільному рівню).

- в Зоні змішування 2 знаходяться в поганому стані, Кз ОЗСП – погано (Кз гексахлорбензолу відповідає поганому рівню), Кз ОЗПП – задовільно (Кз флуорантену відповідає поганому рівню, Кз бензо(а)пірену відповідає задовільному рівню).

Таблиця 3.10 – Кз ТМ, ОЗСП, ОЗПП в біологічних об'єктах за 2020 рік.

Назва біологічного об'єкту	Район	Кз ТМ (Hg)	Кз ОЗСП	Кз ОЗПП	Кз гексахлорбензолу	Кз гептахлору	Кз Флуорантену	Кз бензо(а)пірену
мідія	CW1	0,75	238,97	0,53	1,82	476,12	0,41	0,65
мідія	Дністровський р-н	0,65	15,15	3,18	30,30	0	5,07	1,28
мідія	Дунайський р-н	0,50	921,75	6,54	22,60	1820,9	11,27	1,81
мідія	Зона змішування 2	0,55	9,45	4,97	18,90	0	7,50	2,44
Рапана	CW1	1,75	1873,9	5,02	16,40	3731,3	9,13	0,90
Рапана	Дністровський р-н	1,20	9032,6	7,00	5,45	18059,7	5,5	8,50
Рапана	Дунайський р-н	1,63	17,15	73,30	34,30	0	138,8	7,80
Рапана	Зона змішування 2	2,23	87,33	2,46	26,15	148,5	4,53	0,39

На рисунках 3.15 – 3.16 відображені середні ступені забрудненості ТМ, ОЗСП, ОЗПП біологічних об'єктів виловлених в різних районах та водних тілах ПЗЧМ.

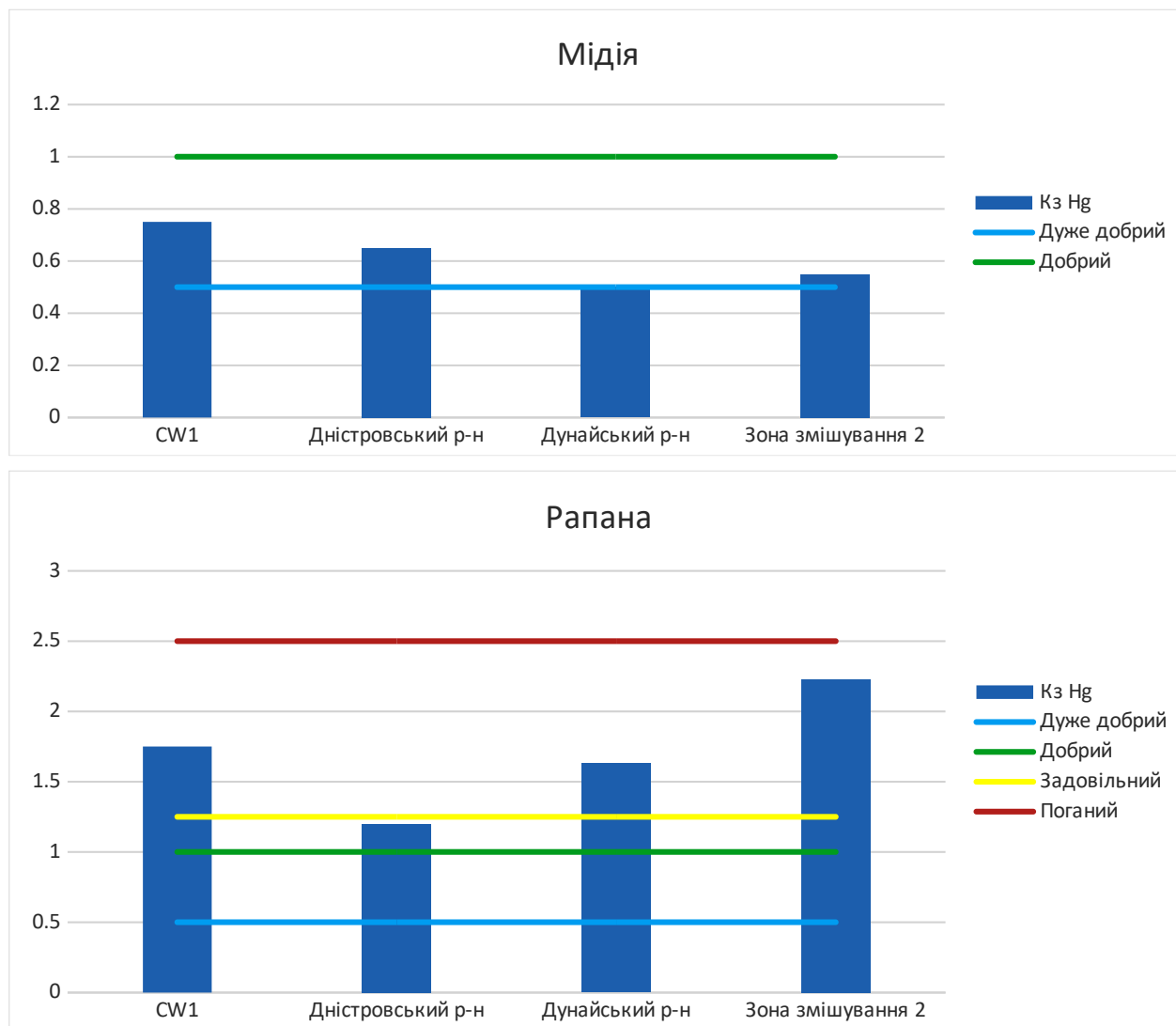


Рисунок 3.15 – Середні Кз ТМ мідії та рапана по районах ПЗЧМ.

За показниками значень Кз рівень забруднення рапана по районах наступний:

- в водному масиві CW1 знаходяться в дуже поганому стані, Кз ТМ (ртуті) –погано, Кз ОЗСП– дуже погано (Кз гептахлору відповідає дуже поганому рівню, Кз гексахлорбензолу відповідає поганому рівню), Кз ОЗПП – погано (Кз флуорантену відповідає поганому рівню).

- в Дністровському районі знаходяться в дуже поганому стані, Кз ТМ (ртуті) – задовільно, Кз ОЗСП – дуже погано (Кз гексахлорбензолу відповідає поганому рівню, Кз гептахлору відповідає дуже поганому рівню), Кз ОЗПП –

задовільно (Кз флуорантену відповідає поганому рівню, Кз бензо(а)пірену відповідає поганому рівню).

- в Дунайському районі знаходяться в поганому стані, Кз ТМ (ртуті) – погано, Кз ОЗСП – погано (Кз гексахлорбензолу відповідає дуже поганому рівню), Кз ОЗПП – погано (Кз флуорантену відповідає дуже поганому рівню, Кз бензо(а)пірену відповідає поганому рівню).

- в Зоні змішування 2 знаходяться в дуже поганому стані, Кз ТМ (ртуті) – погано, Кз ОЗСП – дуже погано (Кз гексахлорбензолу відповідає дуже поганому рівню, Кз гептахлору відповідає дуже поганому рівню), Кз ОЗПП – задовільно (Кз флуорантену відповідає задовільному рівню).

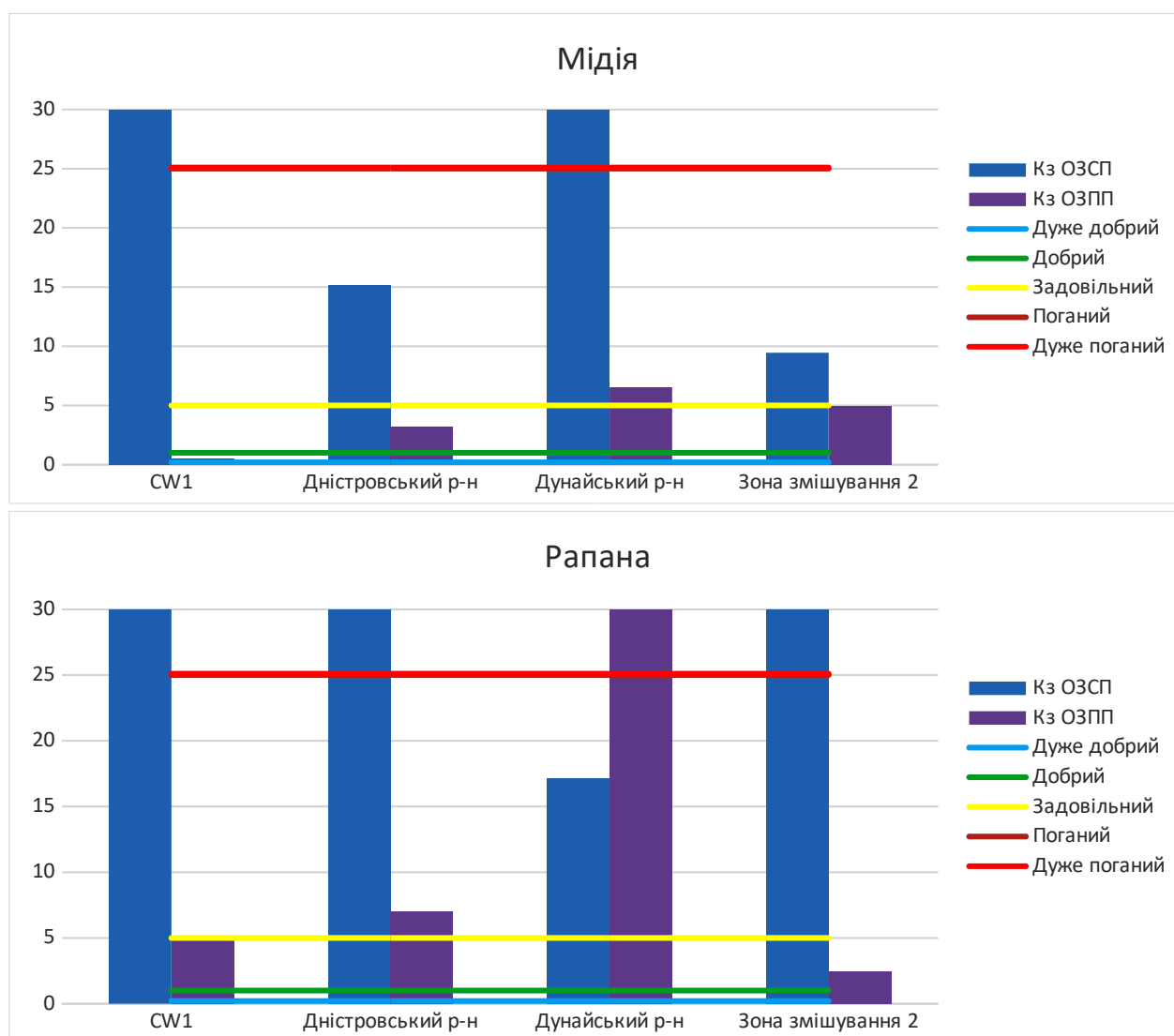


Рисунок 3.16 – Кз ОЗСП та ОЗПП мідії і рапана по районах ПЗЧМ

4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ПРИБЕРЕЖНИХ СПІЛЬНОТ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ДАНИМИ 2020 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 Морській Стратегії (MSFD, Директива 2008/56/ЄС) 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

У 2020 році на станціях Одеського регіону зареєстровано 170 таксонів мікроводоростей, які належали до 17 класів: Bacillariophyceae 82, Dinophyceae 43, Chlorophyceae 10, Chlorodendrophyceae 1, Trebouxiophyceae 4, Cyanophyceae 10, Prymnesiophyceae 3, Chrysophyceae 3, Choanoflagellata 1, Cryptophyceae 2, Dictyochophyceae 3, Ebriophyceae 1, Euglenoidea 3, Imbricatea 1, Flagellata 1, Prasinophyceae 1, Prymnesiophyceae 3, Xanthophyceae 1. Як і в минулі роки, основу видового різноманіття складали діатомові та динофітові мікроводорості,

що представлено на рисунку 4.1.

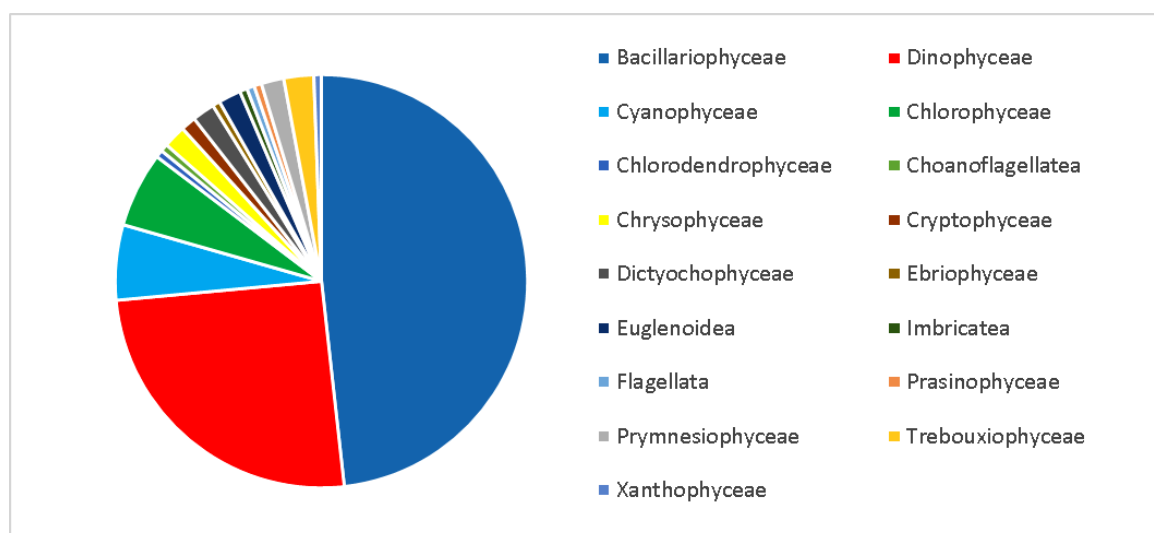


Рисунок 4.1 – Таксономічне різноманіття мікробіот на станціях Одеського регіону у 2020 році.

Індекс видового різноманіття Шеннону змінювався від 0,27 до 2,4 біт*екз, із середнім значенням 1,37 біт*екз. Середньомісячні зміни індексу Шеннона показані на рисунку 4.2.

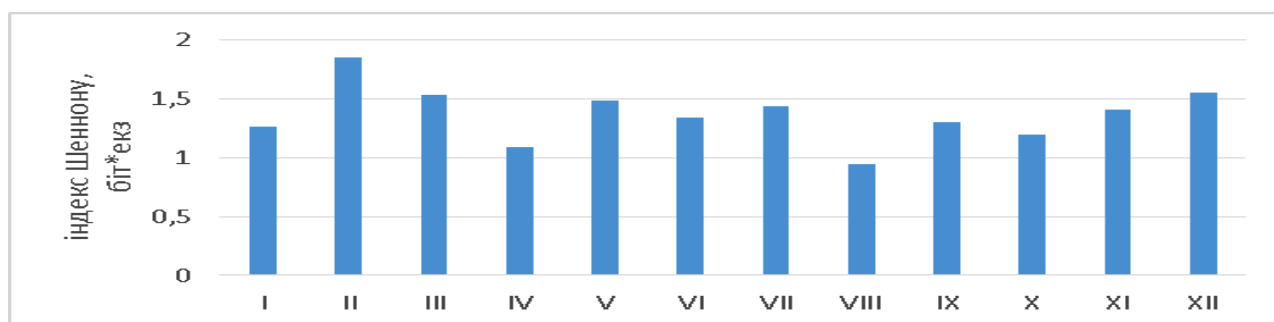
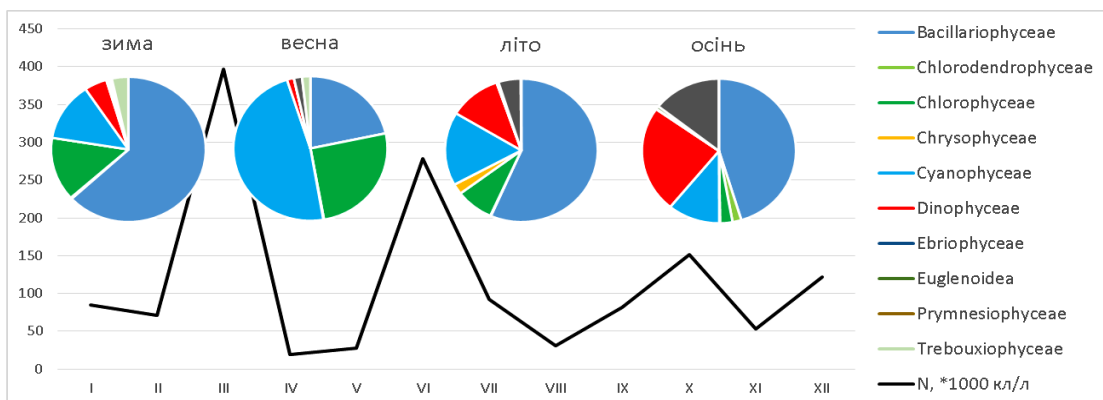
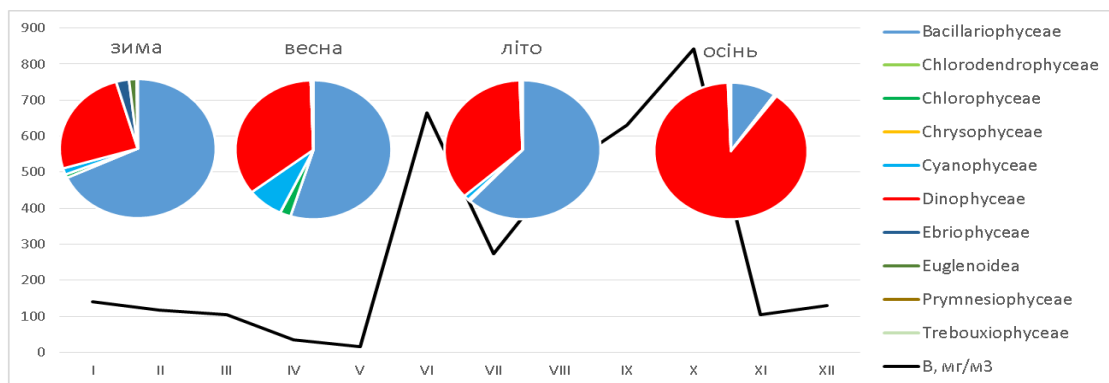


Рисунок 4.2 – Середньомісячні зміни індексу Шеннона на станціях Одеського регіону у 2020 році.

Чисельність мікробіот змінювалась від 6 до 1018 тис. кл/л, біомаса від 0,56 до 2825 мг/м³, при середній чисельності 117 тис. кл/л та біомасі 297 мг/м³, 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 2020 році: а) чисельність; б) біомаса.

У 2020 році спостерігалось 3 максимуми кількісних показників – весняний (за рахунок розвитку прісноводних дрібноклітинних видів *Jaaginema kisselevii*, *Merismopedia punctata* та *Monoraphidium contortum*), літній (за рахунок розвитку діатомових *Coscinodiscus janischii* та *Skeletonema costatum*) та восени (за рахунок розвитку великої динофітової *Lingulodinium polyedrum*), але рівня «цвітіння» води досягали тільки восени.

В прибережних водних масивах Одеського регіону за показником біомаси фітопланктону якість води на всіх станціях можна оцінити як «дуже добра», за винятком станції Коблево, де завдяки «цвітінню» води якість води оцінюється як «дуже погана». Оцінка якості води за індексом Менхінка представлена на рисунку 4.4.

Влітку для оцінки якості води також використовувався індекс МЕС %, за яким якість води на всіх станціях можна оцінити як «дуже добра». Таким

чином, якість води в акваторіях прибережних водних масивів Одеського регіону відповідала ДЕС, за винятком станції Коблево у водному тілі CW7, де якість води оцінювалась як «дуже погана».

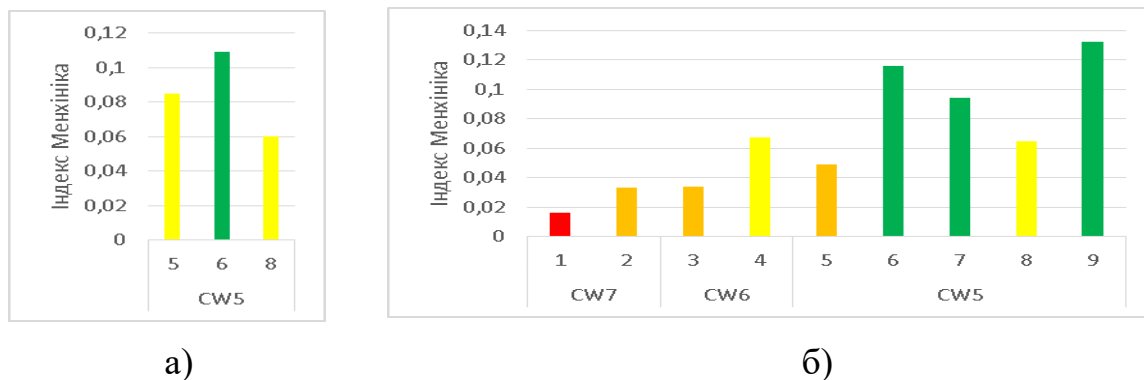


Рисунок 4.4 – Оцінка якості води за індексом Менхініка в акваторіях водних масивів Одеського регіону: а) червень, 2020 р.; б) жовтень, 2020 р.

(1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського).

Таким чином, у 2020 році можна відмітити збереження тенденції до покращання екологічного стану морських вод та подальшої деєвтрофікації, що відображається в зниженні кількісних показників фітопланктону. Але зареєстровані випадки масового розвитку мікрроводоростей свідчать про те, що стан морського середовища прибережних акваторій залишається вкрай нестабільним.

4.2 Концентрація Хлорофілу-α

Результати оцінки екологічного стану на основі значень концентрації хлорофілу-α (мкг·л⁻¹) в водних масивах у 2020 році представлено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка екологічного стану на основі значень концентрації хлорофілу-а (мкг/л) в водних масивах у 2020 році.

Дата	Район	Концентрації хлорофілу-а (мкг/л)
15.06.2020	Дельфін	1,07
15.06.2020	Чкалова	1,17
15.06.2020	м.М. Фонтан	0,79
15.06.2020	Аркадія	0,90
02.10.2020	порт Южний	9,57
02.10.2020	Коблево	58,40
02.10.2020	Лузанівка	5,94
02.10.2020	Морвокзал	5,38
02.10.2020	Дельфін	4,23
02.10.2020	Чкалова	2,36
02.10.2020	м.М. Фонтан	3,00
02.10.2020	Аркадія	3,87

Осінній прибережний моніторинг водних масивів виявив, що значення хлорофілу-а для 4 станцій відповідало категорії «Посередній». Станції в районі Аркадії та порту м. Малого Фонтана відповідали категорії «Задовільний», а Коблево та порт Южний – категорії «Поганий».

Таким чином, в весняний період 2020 року на станціях прибережного моніторингу екологічний стан був кращим, ніж в кінці літа – на початку осені, коли внаслідок різкого підвищення концентрацій хлорофіла-а екологічний стан на ряді станцій відповідав категорії «Поганий».

4.3 Зоопланктон

Протягом 2020 року у всіх досліджуваних акваторіях було ідентифіковано 63 таксонів рангу виду та вище морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Основу біорізноманіття складали копеподи, однак більшою частиною за рахунок бенто-пелагічних видів рядів Harpacticoida та Canueloida (*Canuella perplexa*, *Clytemnestra* sp., *Dactylopusia* sp., *Ectinosoma* sp., *Harpacticus* sp., *Heterolaophonte* sp., *Metis ignea*, *Thalestris longimana*, *Harpacticoida* gen. sp.). Знахідка роду *Clytemnestra* sp. мала одиничний характер, представники цього роду раніше не відмічалися у Чорному морі.

Зміну чисельності мезозоопланктону протягом 2020 року в Одеському

регіоні відображено на рисунку 4.5.

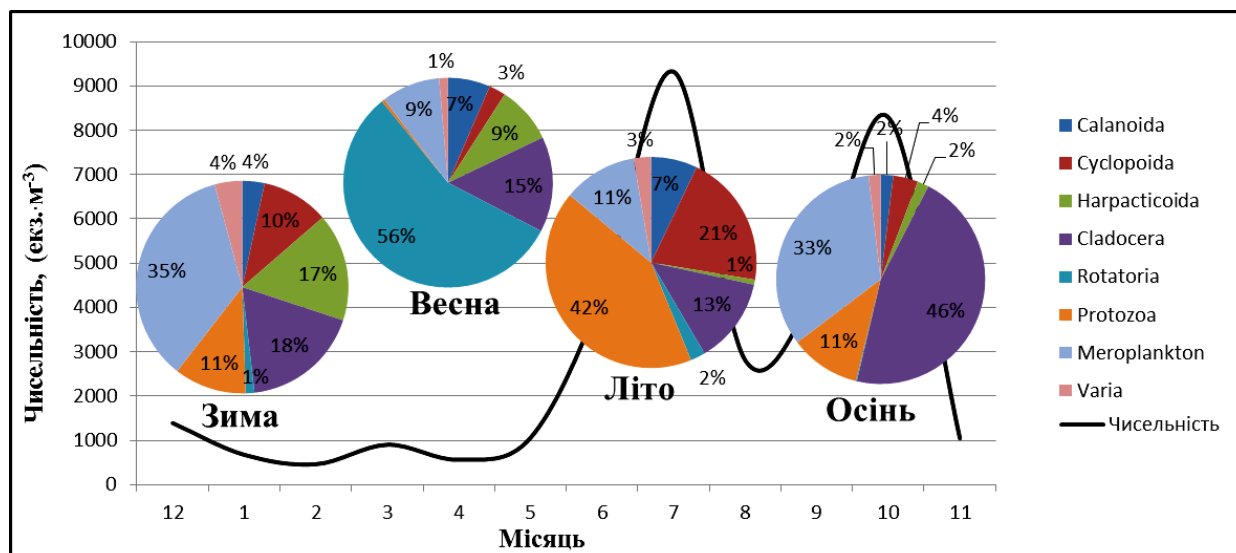


Рисунок 4.5 – Середня чисельність (екз. · м⁻³) мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році.

Загалом, показники чисельності та біомаси були дещо вищими за такі минулих років. Зміну біомаси мезозоопланктону протягом 2020 року в Одеському регіоні відображено на рисунку 4.6.

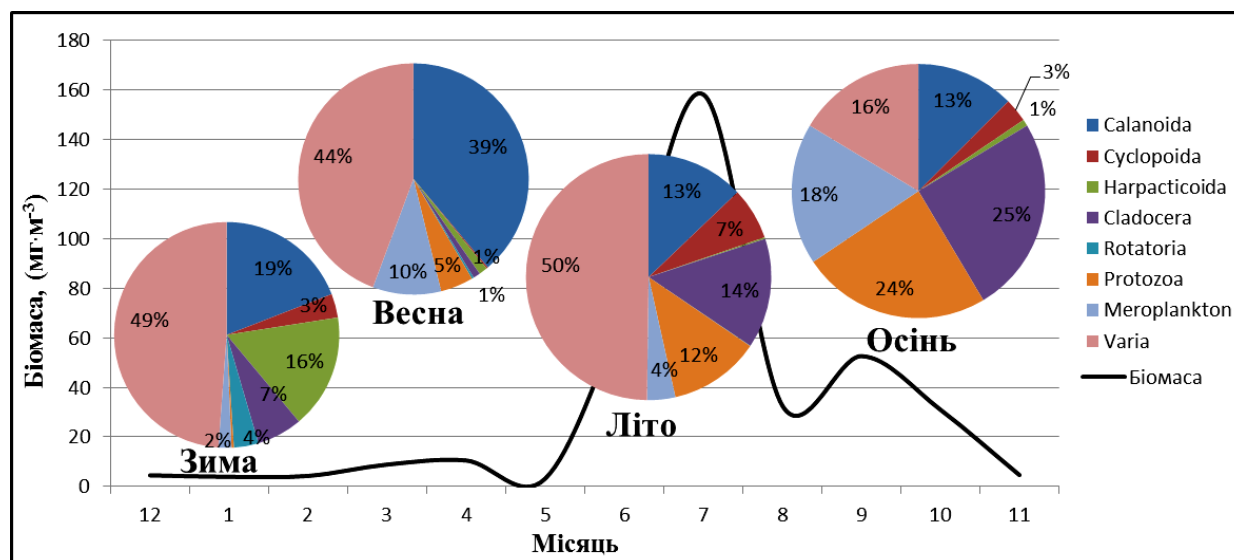


Рисунок 4.6 – Середня біомаса (мг/м³) мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році.

Індекс розмаїття за Шенноном змінювався від 0,54 біт/екз. у листопаді до 3,10 біт/екз. у травні та складав у середньому $2,09 \pm 0,70$ біт/екз., що відображено на рисунку 4.7.

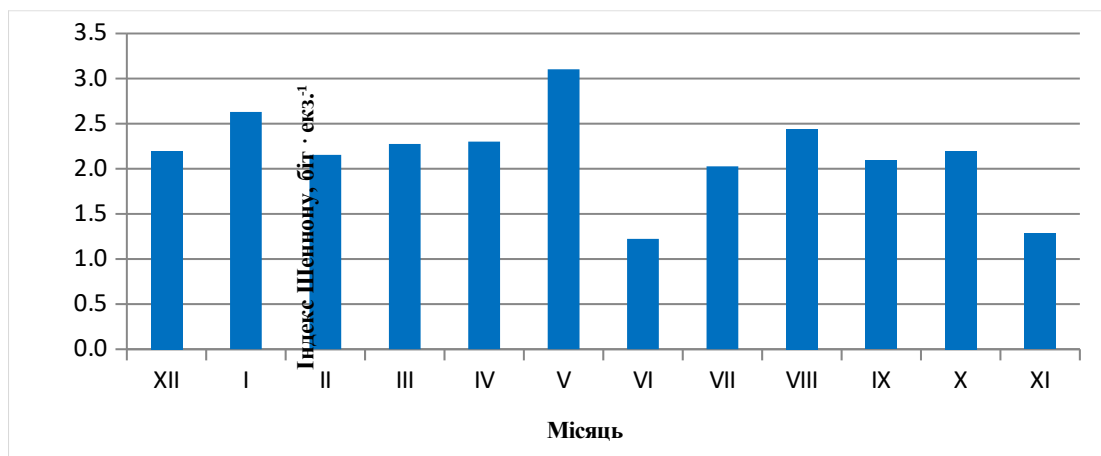


Рисунок 4.7 – Індекс Шенона (за чисельністю) зоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році

В цілому за рік за показниками мезозоопланктону стан акваторії можна оцінити як «Добрий» (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – Кількісні показники мезозоопланктону Одеського регіону у 2020 році та оцінка екологічного стану

Показник	Зима	Весна	Літо	Осінь	За рік
Чисельність, екз./м ³	748 ± 466	613 ± 498	14882 ± 30580	4908 ± 3718	7262 ± 18782
Біомаса, мг/м ³	13,773 ± 6,602	10,848 ± 8,74	432,466 ± 756,682	97,407 ± 79,56	192,758 ± 476,735
Рівень <i>N.scintillans</i> , %	4,231 ± 5,983	0,301 ± 0,522	18,562 ± 12,166	18,717 ± 23,472	10,453 ± 22,093
Рівень Copepoda, %	58,71 ± 32,59	65,676 ± 28,597	23,484 ± 20,821	22,393 ± 12,61	42,566 ± 30,662
Індекс Шеннону, біт/екз.	2,326 ± 0,466	2,559 ± 1,375	1,897 ± 0,587	1,855 ± 0,707	2,159 ± 0,718

В 2020 році не спостерігалось великого розвитку некормової частки планктону – ноктилюки та желетілих, крім того біомаса та розмаїття демонстрували дещо кращі показники, ніж минулого року, що свідчить про поступове поліпшення екологічного стану акваторії.

4.4 Макрозообентос

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють ракоподібні (Crustacea), молюски (Mollusca) і хробаки (Vermes). В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя Одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 до 10 м) зареєстровано 34 таксони, що представлено на рисунку 4.8.

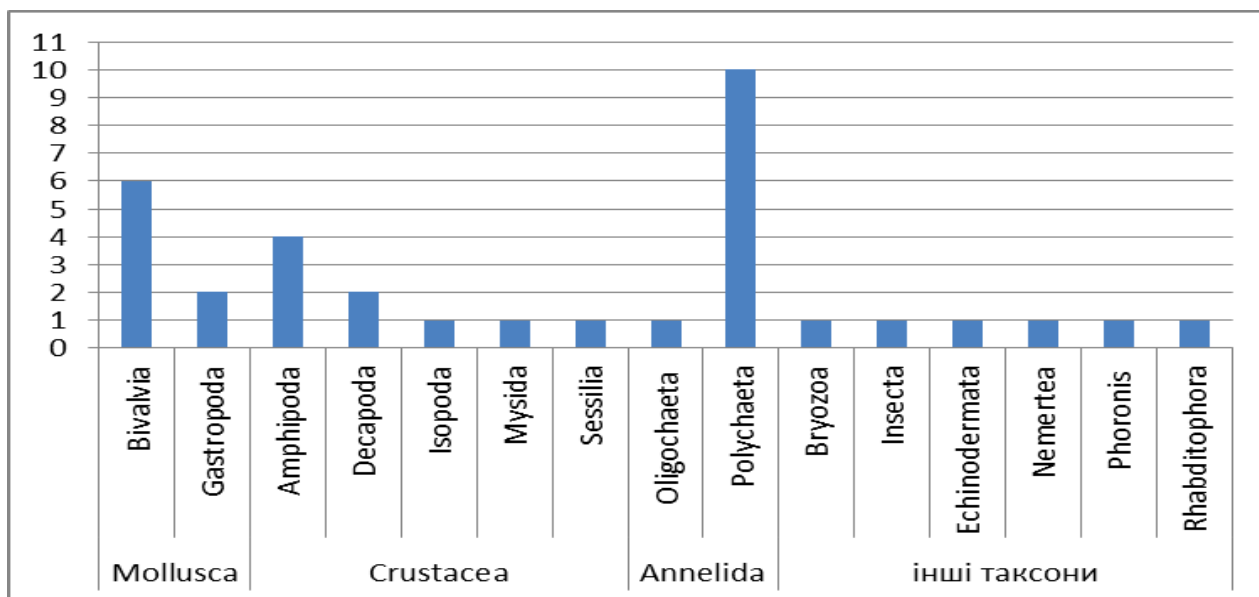


Рисунок 4.8 - Таксономічний склад макрозообентосу прибережних водних масивів у 2020 році.

Максимальною зустрічальністю володіли такі види: *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Chaetogammarus olivii* (H. Milne Edwards, 1830), *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853, *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Capitella capitata europaea* Wu, 1964, *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Spio filicornis* (Müller, 1776), *Stylostomum ellipse* (Dalyell, 1853), *Tubificoides* sp., *Nemerthae* gen. sp..

Просторовий розподіл макрозообентосу прибережної смуги неоднорідний і залежить в основному від характеру ґрунту, глибини, зовнішніх гідрологічних змін, розташування (відстані) від гідротехнічних споруд та також зростаючого антропогенного впливу у літній період. Стан здоров'я навколишнього середовища за показниками макрозообентосу вимірювався за допомогою

індексів, встановлених MSFD - AZTI Marine Biotic Index та m-AMBI.

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

Угруповання *Mytilus galloprovincialis* - *Alitta succinea*

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

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

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

Угруповання *Lentidium mediterraneum*

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

D4: Спільнота *Lentidium mediterraneum*: на частку виду домінанту

припадало 95 % біомаси. При цьому значну частку чисельності до 45 % складали сумарно поліхети *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914 та молодь мідій *Mytilus galloprovincialis*.

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

Угруповання *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)

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

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

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

Угруповання *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) - *Alitta succinea*

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

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

складали від 75 % чисельності сумарно.

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

Угрупування *Abra nitida*

D1: В угрупуванні виявлено 7 видів (*Abra nitida*, *Alitta succinea*, *Capitella capitata*, *Paramysis kroyeri* (Czerniavsky, 1882), *Polydora limicola* Annenkova, 1934, *Spio filicornis*, *Tubificoides* sp.). Чисельність становила до 0,7 тис. екз./м², а біомаса від 2,7 г/м², індекс за Шенноном – 2,53.

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

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

Угрупування: *Spio filicornis*

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

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

D6: Угрупування формувалося на субстраті - пісок-ракуша-камінь. Співвідношення груп видів за відношенням до органічної речовини мало наступний характер: I – 0 %, II - 3,5 %, III - 76,5 %, IV – 0 %, V – 20 %, індекс

АМВІ – 3,55, індекс М-АМВІ - 0.67. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «не добрий».

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

4.5 Макрофітобентос

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

У порівнянні з усім Чорним морем прибережні частини ПЗЧМ мають бідну флору. В результаті проведених досліджень макрофітобентосу прибережних частин Дніпровського регіону, Одеської затоки та Дністровського регіону було виявлено 40 видів: 38 бентосних водоростей та 2 види морських трав, що входять до 4 відділів: Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta та Tracheophyta. Серед загального різноманіття водоростей-макрофітів домінують червоні водорості – 19 видів (47,5 %), друге місце займають зелені водорості – 17 видів (близько 42,5 %). Бурих водоростей виявлено лише 2 види (близько 5 %). Вклад Вищих водних рослин становив 5 %. Визначені макрофіти належать до 6 класів, 13 рядів, 17 родин, 25 родів. Найбільшим числом видів представлені роди *Cladophora* та *Ulva* – по 5 видів, *Ceramium* – 4 види, роди *Chaetomorpha*, *Acrochaetium*, *Carradoriella* та *Zostera* по 2 види. Найменшим числом видів – по 1 виду представлені роди *Bryopsis*, *Ulothrix*, *Urospora*, *Blidingia*, *Ulvella*, *Bangia*, *Pyropia*, *Stylonema*, *Hydrolithon*, *Grania*, *Callithamnion*, *Antithamnion*, *Chondria*, *Polysiphonia*, *Peyssonnelia*, *Erythrocladia*, *Myriactula*, *Punctaria*.

Провідними родинами за період досліджень були Cladophoraceae – 7 видів (17,5 %), Ulvaceae та Ceramiaceae – по 5 видів (12,5 %), Rhodomelaceae – 4 види

(10 %), Acrochaetiaceae – 3 види (7,5 %). Інші родини представлені 2 (Ulotrichaceae, Bangiaceae, Chordariaceae, Zosteraceae) або 1 видом (Bryopsidaceae, Kornmanniaceae, Ulvellaceae, Goniotrichaceae, Hydrolithaceae, Callithamniaceae, Peyssonneliaceae, Erythrotrichiaceae). Це свідчить про спрощений склад досліджуваної альгофлори – у її складі переважають одновидові та двовидові родини і лише по одній родині містять 3, 4, 5 та 7 видів водоростей.

Знайдено 3 нових для Одеської затоки види макрофітів. Восени на 2-ох відкритих ділянках пляжу Лузанівка (CW6_3) у штормових викидах знайдена червона водорість *Chondria capillaris*. Її S/W_p дорівнює $28,6 \pm 1,8 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$. Еколого-флористична характеристика: вид бореально-тропічний, однорічний, олігосапроб, ведучий. У середині минулого століття вид був поширений в Одеській затоці. Характерний для Егорлицько-Тендрівсько-Джарилгацько-Перекопського гідроботанічного району Чорного моря.

На ділянці CW5_6 (район сан. ім. Чкалова) влітку вперше для Одеського регіону ідентифіковано зелену пластинчасту водорість *Blidingia minima*. Вона виступала другим домінантом з *Ulva intestinalis* і давала значну біомасу – $0.294 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$, яка перевищувала біомасу *Ulva* ($0.226 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$). Бореально-тропічний вид, однолітній. Розповсюджений у берегів Крима.

Для оцінки стану різних районів Чорного моря найбільш показовим є такий морфофункціональний показник макрофітобентосу, як питома поверхня трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$. Він відображає інтенсивність продукційного процесу, пов'язаного зі станом морського середовища, перш за все евтрофікацією. У таблиці 1.3 наведено зміни цього показника по станціях та сезонах.

Таблиця 4.3 – Клас екологічного статусу станцій моніторингу за індексом питомої поверхні трьох домінантів (S/W)_{3Dp}, м²·кг⁻¹

Регіон та код станції моніторингу	Питома поверхня трьох домінантів (S/W) _{3Dp} , м ² ·кг ⁻¹			
	весна		осінь	
Дніпровський регіон CW7_2 Порт «Южний»			1 <i>Cladophora albida</i>	85.5
			2 <i>Ulva flexuosa</i>	50.4
			3 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1
Одеська затока CW5_5 Пляж «Дельфін»	1 <i>Cladophora albida</i>	85.5	1 <i>Cladophora vagabunda</i>	47.8
	2 <i>Cladophora vagabunda</i>	47.8	2 <i>Ulva flexuosa</i>	50.4
	3 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1	3 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1
Одеська затока CW5_6 Сан. ім. «Чкалова»	1 <i>Cladophora vagabunda</i>	47.8	1 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1
	2 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1	2 <i>Ceramium diaphanum</i>	34.3
	3 <i>Carradoriella denudata</i>	56.9	3 <i>Ceramium virgatum</i>	25.7
Одеська затока CW5_7 Мис Малий Фонтан	1 <i>Cladophora albida</i>	85.5	1 <i>Ulva flexuosa</i>	50.4
	2 <i>Ulva flexuosa</i>	50.4	2 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1
	3 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1	3 <i>Ceramium arborescens</i>	27.4
Одеська затока CW5_8 Пляж «Аркадія»	1 <i>Cladophora vagabunda</i>	47.8	1 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1
	2 <i>Ulva flexuosa</i>	50.4	2 <i>Ceramium arborescens</i>	27.4
	3 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1	3 <i>Ceramium virgatum</i>	25.7
Дністровський регіон CW5_9 Дача «Ковалевського»	1 <i>Cladophora albida</i>	85.5	1 <i>Cladophora albida</i>	85.5
	2 <i>Ulva flexuosa</i>	50.4	2 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1
	3 <i>Ulva intestinalis</i>	36.1	3 <i>Ceramium virgatum</i>	25.7
Дністровський регіон CW4_11 Пляж «Затока»			1 <i>Cladophora albida</i>	85.5
			2 <i>Cladophora vagabunda</i>	47.8
			3 <i>Ulva flexuosa</i>	50.4

У таблиці 4.4 наведено інтегральний результат оцінки екологічного статусу районів моніторингу за трьома морфофункціональними показниками макрофітобентосу.

В результаті інтегральної оцінки за показниками макрофітобентосу можна зробити висновок, що райони моніторингу належать до «Доброго» і «Задовільного» статус класів.

Таблиця 4.4 – Інтегральний показник оцінки ЕКС станцій моніторингу
за морфофункціональними показниками макрофітобентосу

Код станції моніторингу	Індекс екологічної активності трьох домінантів (S/W) $3Dp$, м ² ·кг ⁻¹		Індекс середньої питомої поверхні структурних елементів водоростей (S/W) x , м ² ·кг ⁻¹		Індекс поверхні фітоценозу (SI _{ph}), один.		ЕКС за середнім показником ВЕЯ
	Весна	Осінь	Весна	Осінь	Весна	Осінь	
Порт «Южний» CW7_2		57.33±2.03		50.80±2.32		21.29	0.72
Пляж «Дельфін» CW5_5	56.47±2.80	44.77±2.13	50.40±2.17	46.62±2.13	75.68	21.48	0.61
Сан. ім. «Чкалова» CW5_6	46.93±2.27	32.03±1.4	50.56±1.91	42.60±2.12	49.02	25.48	0.68
Мис Малий Фонтан CW5_7	57.33±2.03	37.97±1.47	49.31±2.20	45.57±2.15	29.58	15.58	0.73
Пляж «Аркадія» CW5_8	44.77±2.13	29.73±1.37	47.83±2.10	43.87±2.09	55.56	23.86	0.66
Д. «Ковалевського» CW5_9	57.33±2.03	49.10±1.93	48.83±2.23	42.58±2.08	48.00	15.52	0.68
Пляж «Затока» CW4_11		61.23±2.93		59.96±2.52		43.85	0.55

4.6 Мікрофітобентос

Впродовж 2020 року в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій) та пухких (пісок) субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено 158 видів водоростей – представників 8 відділів. Переважали діатомеї, які нараховували 106 видів, що становило 67,1 % у видовому складі. Часто зустрічалися ціанобактерії та динофітові водорості – 23 та 17 видів, або 14,6 % та 10,8 %, відповідно. Серед донних мікроводоростей домінували полі- та мезогалобні і β-мезосапробні види діатомей. Найширше були представлені роди *Nitzschia* – 15 видів, *Navicula* – 10, *Licmophora* та *Amphora* – по 6, *Halamphora* – 5. Менше було α-мезосапробних діатомових (зокрема, представників роду *Melosira*). На більшості досліджених морських акваторій були знайдені діатомові *Cocconeis costata*, *Navicula ramosissima*, *Achnanthes brevipes*, *Ceratoneis closterium*, *Cyclotella*

choctawhatcheeana, *Tabularia fasciculata*. Ціанопрокаріоти були, здебільшого, з роду *Phormidium* – 4 види. Також широко розповсюдженими були ціанобактерії - *Leptolyngbya fragilis*, *Lyngbya confervoides*, *Microcystis* sp. Золотиста водорість *Emiliana huxleyi* зустрічалася майже повсюдно. Серед динофітових водоростей найчастіше спостерігалися *Gymnodinium kowalevskii*, *Prorocentrum cordatum*, *Prorocentrum micans*.

Найвищі систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу були притаманні найбільш евтрофікованим акваторіям, розташованим поблизу санаторію ім. Чкалова (CW5) та Коблевого (CW7). У прибережжі ПЗЧМ поодинокі траплялися потенційно токсичні ціанопрокаріоти *Aphanizomenon flosaquae*, *Dolichospermum flosaquae* та динофітові водорості *P. cordatum*, *P. micans*, *S. acuminata*. Але восени майже повсюдно спостерігався інтенсивний розвиток потенційно токсичної динофітової водорості *Lingulodinium polyedra*, яка спричиняла «цвітіння» морської води та потрапила в угруповання мікрофітобентосу. Найбільш масовою вона була в районі Коблевого, де її чисельність на твердих та пухких субстратах становила від 34,13 до 119,56 млн. кл./м², а біомаса – від 764,35 до 3 615,86 мг/м², відповідно. В цілому, стан мікрофітобентосу значно покращився у порівнянні із 2019 роком.

5 ЕВТРОФІКАЦІЯ

Діапазон варіацій поживних речовин у різних районах українських національних вод в 2020 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 2020 році.

	Фосфати, μM	Загальний фосфор, μM	Амонійний азот, μM	Нітрити, μM	Нітрати, μM	Загальний азот, μM
Дельта Дунаю (серпень)						
Мінімальне	0,16	0,46	0,00	0,12	3,46	34,6
Максимальне	1,70	1,82	1,03	1,73	86,5	116,2
Середнє	0,56	0,93	0,30	0,71	34,8	77,2
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)						
Мінімальне	0,10	0,16	0,14	0,07	0,00	13,1
Максимальне	0,74	1,49	14,3	0,79	3,21	42,8
Середнє	0,42	0,91	2,24	0,44	0,61	26,7

Таблиця 5.2 – Діапазон варіацій поживних речовин в придонному шарі українських національних вод в 2020 році.

	Фосфати, μM	Загальний фосфор, μM	Амонійни й азот, μM	Нітрити, μM	Нітрати, μM	Загальний азот, μM
Дельта Дунаю (серпень) ¹⁾						
Мінімальне	0,11	0,36	0,00	0,04	1,04	20,9
Максимальне	2,10	2,83	1,09	1,50	70,9	98,9
Середнє	0,58	0,94	0,33	0,41	21,1	58,4
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний) ²⁾						
Мінімальне	0,10	0,48	0,07	0,14	0,07	20,9
Максимальне	1,58	2,07	6,21	7,50	1,43	71,4
Середнє	0,43	0,88	2,78	0,97	0,53	34,2
¹⁾ На глибині від 5,0 м до 22,0 м.						
²⁾ На глибині 8,0 м.						

За даними багаторічних спостережень 2000-2020 рр. в прибережних водах масиву CW5 Одеського регіону ЧМ спостерігається тенденція зменшення мінерального DIP і загального фосфору TP. Середній річний вміст фосфору фосфатного в цей період змінювався в діапазоні від 23,9 мкг/дм³, на початку XXI сторіччя, до 9,3 мкг/дм³ в 2015 р. (рис. 5.1). В останні п'ять років середній річний вміст фосфору фосфатного в прибережних водах в цьому районі

знаходився в діапазоні від 9,8 мкг/дм³ до 14,9 мкг/дм³, при середньому 12,6 мкг/дм³. Рівень вмісту середніх річних значень концентрації фосфору фосфатного в рекреаційній зоні водного масиву CW5 відповідає доброму екологічному стану при значенні ДЕС 16,4 мкг/дм³.

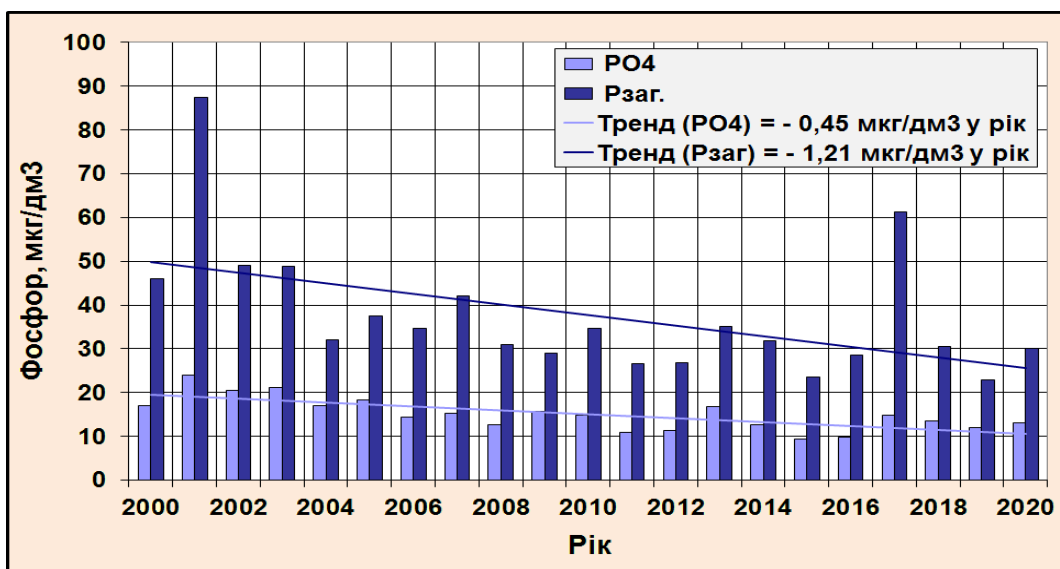


Рисунок 5.1 – Багаторічні зміни вмісту фосфору фосфатного і загального в прибережних водах масиву CW5 в рекреаційній зоні району м. Одеса

В багаторічному плані 2000 - 2020 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/дм³ в 2001 р. до 52,3 мкг/дм³ в 2020 р. (рис. 5.2). В останні п'ять років середній річний вміст DIN знаходився в діапазоні від 52,3 мкг/дм³ до 84,5 мкг/дм³, при середньому значенні 63,4 мкг/дм³. В 2020 р. за показником середньої річної концентрації DIN прибережні води в даному районі відповідали ДЕС <52,7 мкг/дм³. Загальна тенденція до зниження вмісту DIN в період 2000 - 2020 рр. складала 3,86 мкг/дм³ у рік.

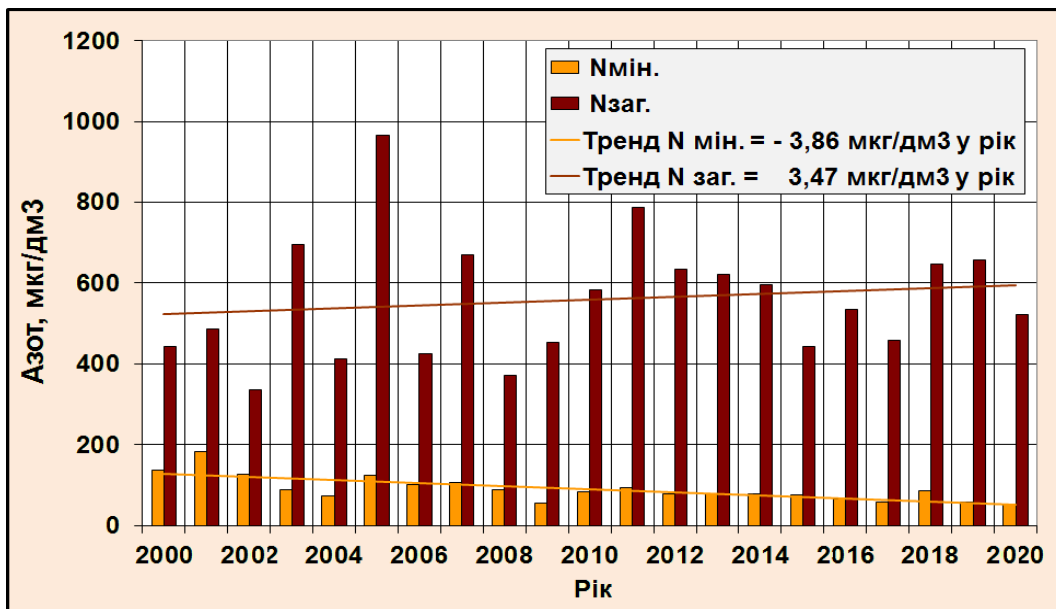


Рисунок 5.2 – Багаторічні зміни вмісту азоту мінерального і загального в прибережних морських водах масиву CW5 в рекреаційній зоні району м. Одеса

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

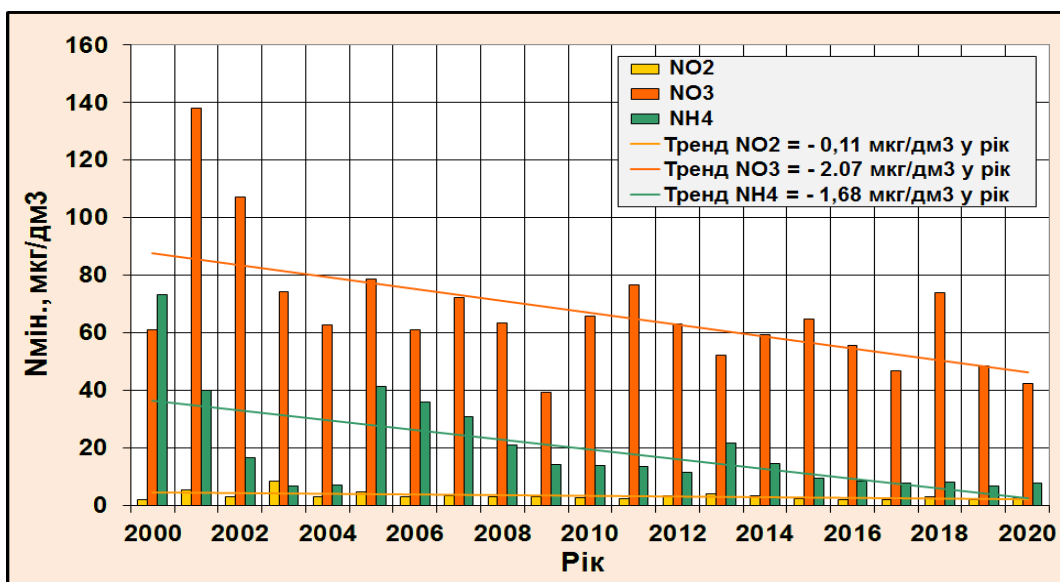


Рисунок 5.3 – Багаторічні зміни вмісту мінеральних форм азоту в прибережних морських водах масиву CW5 в рекреаційній зоні району м. Одеса

У районах, віддалених від промислових зон, у 2020 р. трофність прибережних вод за середньорічним значенням індексу TRIX (5,0 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 - 0,046 одиниць на рік.

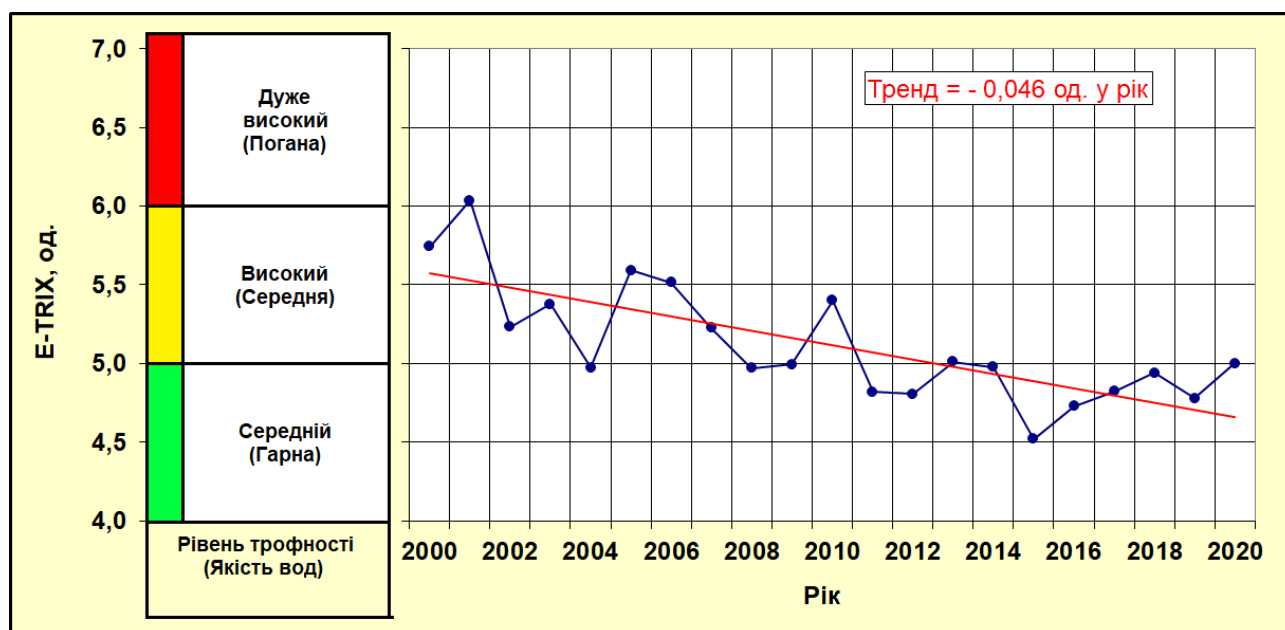


Рисунок 5.4 – Багаторічна мінливість трофічного та якості прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ за показником індексу TRIX.

6 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ

6.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень Чорноморської інформаційної системи

РБД-3 є одним з компонентів чорноморській інформаційній системі (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-3 отримує місце в проекті «EMBLAS», фінансованого ЕС. «EMBLAS» включає в себе діяльність де РБД-3, в якості компонента бази даних «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 2020 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
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	
Детергенти	1	1	1		1							
Гідрохімія	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7	6	
Гідрологія	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Біогенні речовини	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
ПАВ	17	1	16				16	17	17	18	18	
ПХБ	11	19	22	19	19	22	23	23	23	32	26	
Пестициди	13	13	11	13	13	12	12	12	12	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	

Таблиця 6.3 – Статистика кількості параметрів за роками у біоті

Група параметрів	рік								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
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 роками д/в.

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

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

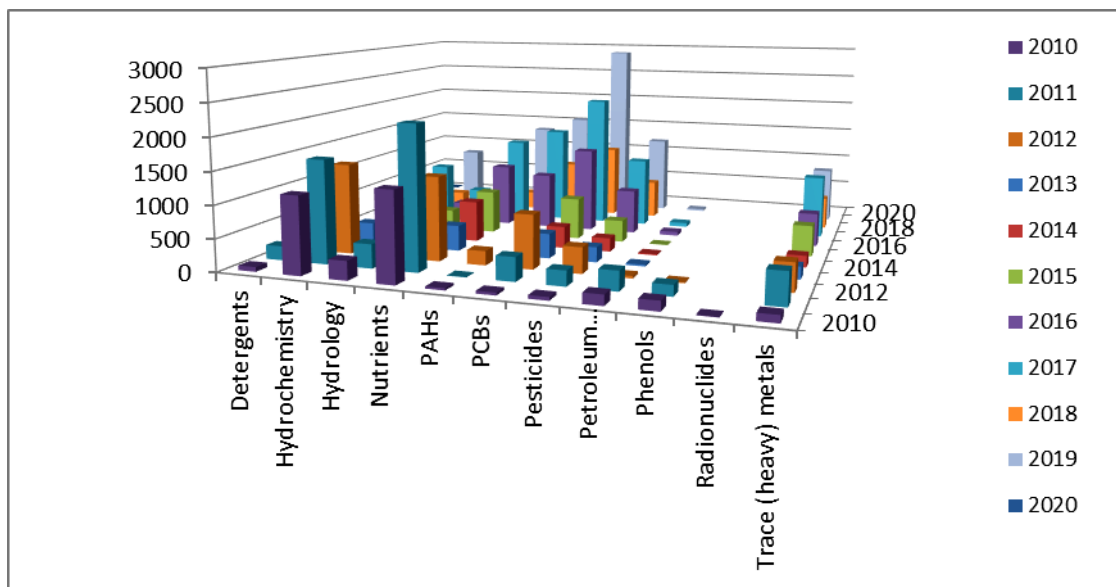


Рисунок 6.1 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у воді

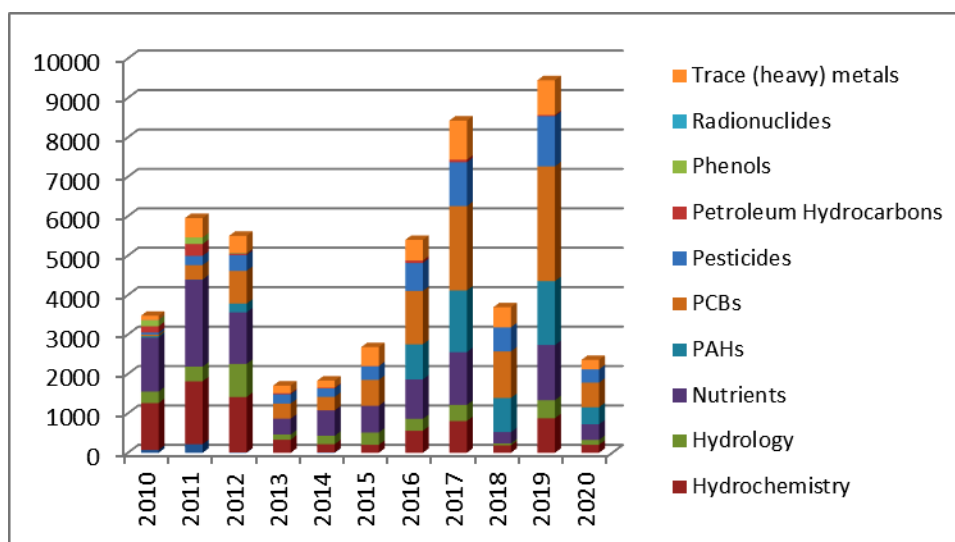


Рисунок 6.2 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у воді.

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

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

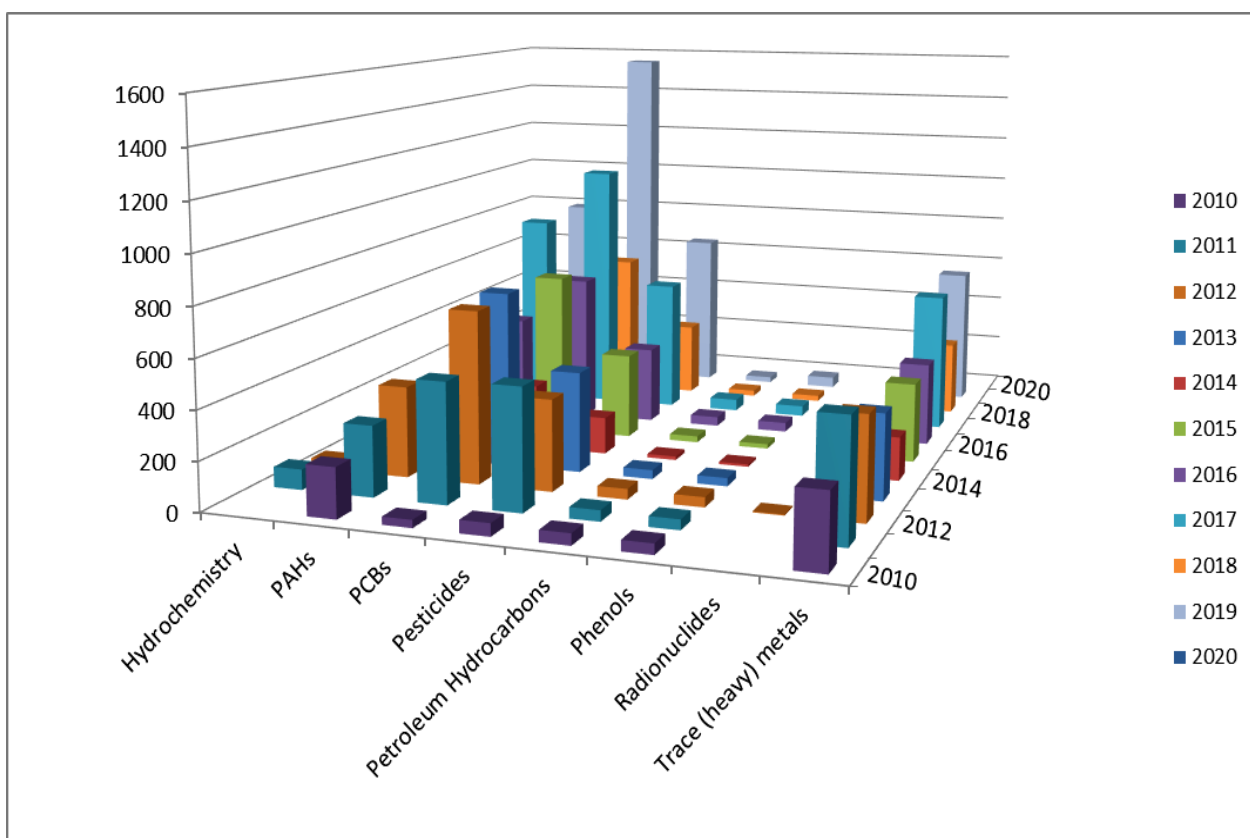


Рисунок 6.3 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у д/в.

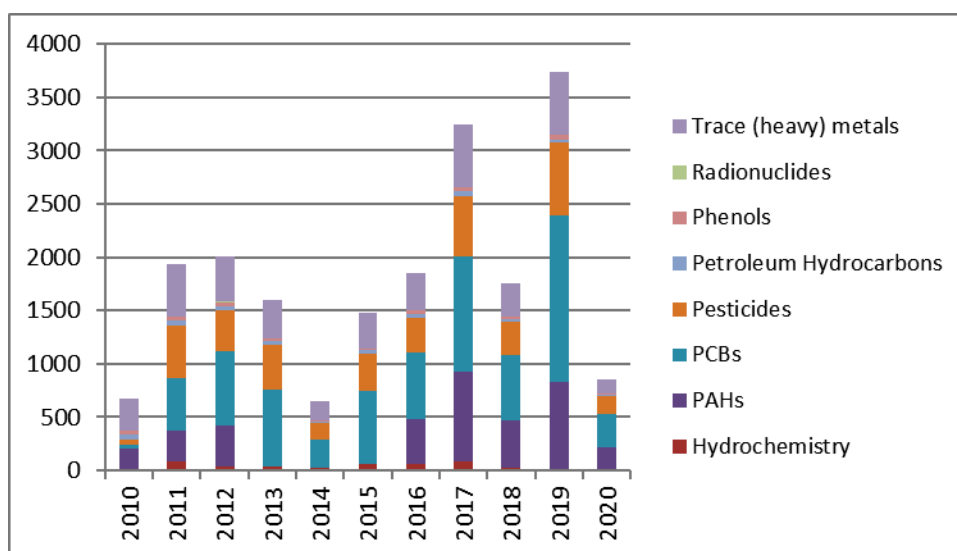


Рисунок 6.4 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у д/в.

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
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

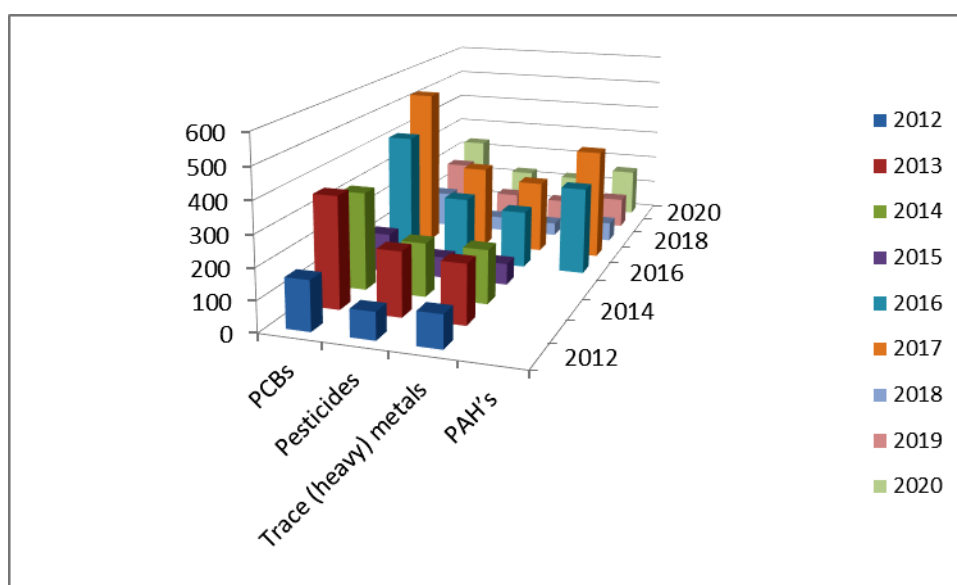


Рисунок 6.5 – Розподіл кількості зразків по групах параметрів і за роками у біоті.

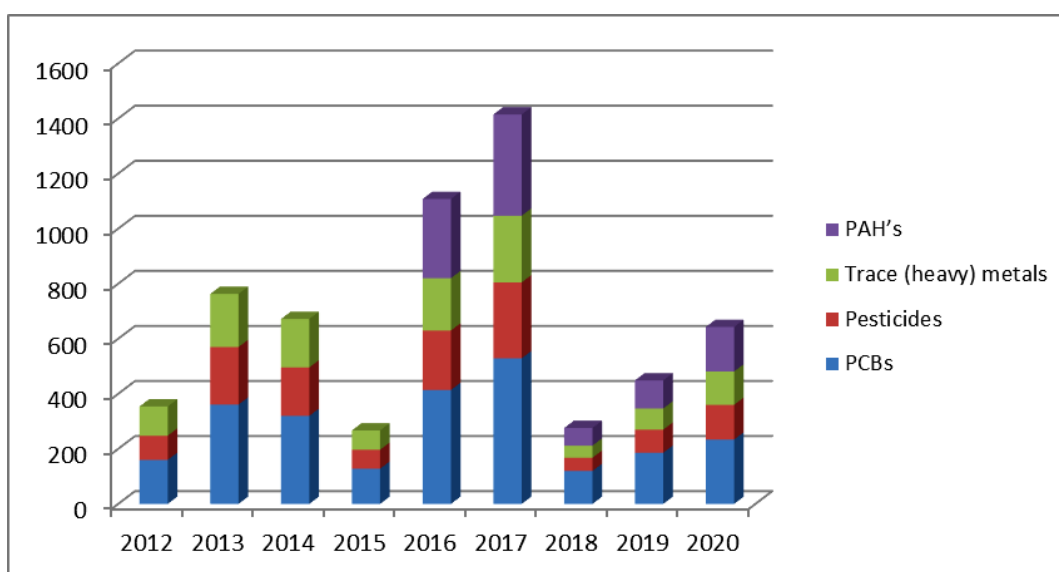


Рисунок 6.6 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у біоті.

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 системи координат.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 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. Лоева. – К.: КНТ, 2008. – 616 С.
- 2 Iarochévitch 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 Iarochévitch/ This report has been produced with the assistance of the European Union. May 2017. – 28 p.
- 3 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

Публікації в 2020 році

1. Гончаров, О. Ю., Корнілов, М. В. Дослідження можливого забруднення пестицидами та походження «дустового» запаху Хаджибейського лиману: Євроінтеграція екологічної політики України, Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2020. С. 17–21.
2. Гончаров, О. Ю., Янчук, Д. Л. Технологія підготовки забрудненої комунальними стоками води Хаджибейського лиману для компенсації водного дефіциту Куяльницького лиману: Євроінтеграція екологічної політики України, Одеса, Одеський державний екологічний університет, 20. С. 26–32.
3. Гончаров, О. Ю., Карпенко, А. А. Поповнення Куяльницького лиману водою р. Дністер за допомогою системи зрошення. Попередні обґрунтування: Євроінтеграція екологічної політики України, Одеса, Одеський державний екологічний університет, 20. С. 22–25.
4. Зотов А. Б. Грандова М. О. Зотова О. В. Теренько Г. В. Порівняння структурної організації угруповань фітопланктону українського шельфу й відкритих вод Чорного моря навесні 2016 року // Морський екологічний журнал. – 2020. – №. 2. – С. 22–30.
5. Коморін В. М., Диханов Ю. М., Большаков В. М., Попов Ю. І., Мельник Є. А., Савіних-Пальцева Л. В. Гідрологічна структура вод протоки Дрейка за експедиційними даними в грудні 2018 року // УАЖ. 2020. № 1. С. 29–40.
6. Набокин М. В. Многолетние изменения в зоопланктоне дельты Днестра // Material the International Conference “EU integration and management of the Dniester river basin”, October 8–9, 2020. Chisinau, Moldova – С. 236–240.
7. Савенко О. Перший досвід фотоідентифікаційних досліджень горбатих китів на станції "Академік Вернадський" (Західна Антарктида). Морський екологічний журнал. Проходить рецензування.
8. Украинский В., Ковалишина С., Деньга Ю. Содержание

полициклических ароматических углеводородов в воде и донных отложениях в низовье реки Днестр, 2019 г. //Material the International Conference “EU integration and management of the Dniester river basin”, October 8–9, 2020. Chisinau, Moldova – С. 326–331.

9. Унрод В. І., Олейнік Ю. В., Третьяк І. П., Осипенкова І.І. До питання щодо переробки полімерних відходів, забруднюючих Чорне море // Modern science: problems and innovations. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2020. Pp. 164-169. URL : <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-science-problems-and-innovations-23-25-avgusta-2020-goda-stokgolm-shvetsiya-arhiv/>

10. Чужекова Т. А., Ковалишина С. П. К обзору биологических индикаторов изменения климата в пресных водах, на примере макрозообентоса // Material the International Conference “EU integration and management of the Dniester river basin”, October 8–9, 2020. Chisinau, Moldova – С.355–358.

11. Харитонов Ю. В., Набокін М. В., Дядичко В. Г. Зоопланктон відкритої частини Чорного моря в 2016–2019 роках та оцінка якості водного середовища за його показниками // Науково-практичний журнал «Екологічні науки» № 2(29). Т. 2, 2020 – С. 87–94.

12. Ben Chehida, Y., Thumloup, J., Vishnyakova, K., Gol'din, P., Fontaine, M C. 2020. Genetic homogeneity in the face of morphological heterogeneity in the harbor porpoise from the Black Sea and adjacent waters (*Phocoena phocoena relicta*). *Heredity* 124(3): 469–484.

13. Davydenko, S., Mörs, T., Gol'din, P. 2020. A small whale reveals diversity of the Eocene cetacean fauna of Antarctica. *Antarctic Science* doi:10.1017/S0954102020000516

14. Gol'din, P., Haiduc, B. S., Kovalchuk, O., Górka, M., Otryazhyi, P., Brânzilă, M., Păun, E. I., Barkaszi, Z., Țibuleac, P., Rățoi, B. G. 2020. The Volhynian (late Middle Miocene) marine fishes and mammals as proxies for the onset of the Eastern Paratethys re-colonisation by vertebrate fauna. *Palaeontologia Electronica* 23(3):a43. <https://doi.org/10.26879/1091>

15. Linetskii, B. (2020). *Donacilla cornea* (Poli, 1791) (Bivalvia: Venerida: Mesodesmatidae) in the northern Black Sea: new distribution records, shell size and colouration. // *Folia Malacologica*, - 210-215. - <https://doi.org/10.12657/folmal.028.014>
16. Linetskii, B., Son, M. O., Koshelev, A. V (2020) Contribution to the knowledge on supralittoral macroinvertebrates of the northwestern Black Sea. // *Ecologica Montenegrina*, 34: 8-19. - <https://doi.org/10.37828/em.2020.34.2>.
17. Kharytonova Y. V., Nabokin M. V. ZOOPLANKTON OF THE NORTHWESTER PART OF THE BLACK SEA IN 2016–2019 AND ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE ENVIROMENT BY ITS INDICATORS //Publishing House “Baltija Publishing”. – 2020. – pp. 683–698 (Розділ в міжнародній монографії).
18. Maria Grandova. Changes in phytoplankton community of lower Dniester in 2018-2019. // Material the International Conference “EU integration and management of the Dniester river basin”, October 8–9, 2020. Chisinau, Moldova – C. 44–51.
19. Shurda K. E. Basic risk assessment methods. // *Annali d'Italia*. – 2020 (11). – Vol. 2. – P. 50–53.
20. Pogojeva, M., González-Fernández, D., Hanke, G., Machitadze, N., Kotelnikova, Y., Tretiak, I., Savenko, O., Gelashvili, N. Bilashvili, K., Kulagin, D., Fedorov, A. 2020. Cetaceans and marine litter in the Black Sea. In: Marine Litter in the Black Sea. In: Aytan et al. (eds). Marine Litter in the Black Sea. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication No: 56, Istanbul, Turkey, 161–171.
21. González-Fernández, D., Pogojeva, M., Hanke, G., Machitadze, N., Kotelnikova, Y., Tretiak, I., Savenko, O., Gelashvili, N., Bilashvili, K., Kulagin, D., Fedorov, A., Çağan Şenyiğit, M., Aytan, Ü. 2020. Anthropogenic litter input through rivers in the Black Sea. In: Aytan et al. (eds). Marine Litter in the Black Sea. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication No: 56, Istanbul, Turkey, 183–192.
22. Savenko, O. The first record of a piebald common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in coastal waters of the north-western Black Sea. *Theriolgia*

Ukrainica. Прийнято до друку у томі № 19 (2020 р.). Посилання на анонс випуску: <http://terioshkola.org.ua/ua/library/pts19-dama.htm>.

23. Ukrainskiy Vladimir, Svitlana Kovalyshyna, Yuriy Denga, Elena Zubcov, Nina Bagrin, Nadia Andreev, Victor Ciornea, Vladimir Kolosov, Antoaneta Ene. Study of metals in water, suspensions and sediments in the lower part of the Dniester River during 2019 // Abstracts of the International Conference "Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health" Galati, Romania, September 23–26, 2020 – P. 11–12.