

УДК 556.11, 502.2.08; 504.423

КП 70.03.07

№ держреєстрації 0119U103548

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ 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.

В.М. Коморін

В.М. Коморін
23. січня

2020 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА ЗВІТІВ РЕГІОНАЛЬНОГО АКТИВНОГО ЦЕНТРУ ПО
МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНЦІ ЗАБРУДНЕННЯ У 2018 Р. У ФОРМАТІ
СЕКРЕТАРІАТУ ЧОРНОМОРСЬКОЇ КОМІСІЇ

Науковий керівник
начальник ВАД та ОМ



Ю.М. Деньга

2019

Рукопис закінчено 26 грудня 2019р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол від
23 січня 2020 р. № 1

СПИСОК АВТОРІВ

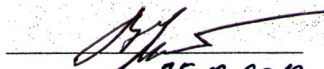
Відповідальний виконавець,
начальник відділу аналітичних досліджень
та організації моніторингу (ВАДтаОМ)


24.12.2019

Ю.М. Деньга
(розділ 1, 2, 3, 6)

Виконавці:

Заступник директора - керівник Морського
інформаційного аналітичного центру
(МІАЦ), канд. геогр. наук


25.12.2019

В.В. Український
(розділ 4, 5)

Наук. співроб. відділу наукових досліджень
морського середовища,
канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.


26.12.2019

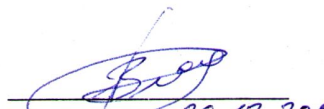
Ю.І. Попов
(розділ 2)

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


25.12.2019

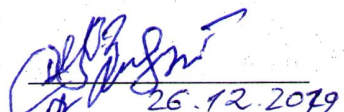
С.П. Ковалишина
(розділ 4, 5)

Начальник відділу геоінформаційного
аналізу


26.12.2019

О.В. Лепьошкін
(картографічний
матеріал)

Завідувач сектором баз даних моніторингу
Причорноморських країн відділу
інформаційного забезпечення наукових
досліджень


26.12.2019

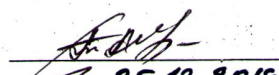
О.В. М'яснікова
(розділ 2,3,6)

Завідувач лабораторії хіміко-аналітичних
досліджень ВАДтаОМ


25.12.2019

Ю.В. Олейнік
(розділ 3)

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


25.12.2019

А.С. Тітяпкін
(розділ 2,3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР:100 с., рис. 84, табл. 27, джерел 7

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 2018 році виконано 2 експедиції в Чорному морі (25 станцій моніторингу). Мета досліджень: оцінка стану та тенденції його змін для визначення основних першочергових заходів щодо зменшення антропогенного впливу на морське середовище.

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

ЗМІСТ

	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 2018 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 Міжнародна інтеркалібрація	15
1.10 Імена авторів щорічної доповіді	15
1.11 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2018 році	15
2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	21
2.1 Матеріали та методи	22
2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у серпні 2018 року	24
2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у листопаді 2018 року	27
2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2018 році	29
3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2018 РОКУ	33
3.1 Морська вода	33
3.1.1 Забруднення морської води токсичними металами за результатами досліджень 2018 року	33
3.1.2 Забруднення морської води хлорорганічними пестицидами, поліхлорбіфенілами та поліциклічними ароматичними вуглеводнями за результатами досліджень 2018 року	37
3.2 Донні відкладення	40
3.2.1 Забруднення донних відкладень токсичними металами, НВ та фенолами за результатами досліджень 2018 року	40
3.2.2 Забруднення донних відкладень хлорорганічними пестицидами та поліхлорбіфенілами за результатами досліджень 2018 року	50
3.3 Рівень забруднення риби та молюсків	52

3.3.1 Рівень забруднення риби та моллюсків токсичними металами	52
3.3.2 Рівень забруднення хлорорганічними пестицидами і поліхлорованими біфенілами	56
4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2018 РОКУ	61
4.1 Матеріали та методи	61
4.2 Фітопланктон	64
4.3 Зоопланктон	65
4.4 Макрозообентос	67
4.5 Макрофітобентос	71
4.6 Оцінка морського середовища методами біотестування та біоіндикації	73
5 ЕВТРОФІКАЦІЯ	77
6 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ	84
6.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень Чорноморської інформаційної системи	84
6.2 Огляд потоків даних моніторингу регіональної бази даних по забрудненню України в 2018 році	86
6.3 Проект «EMODNET–CHEMISTRY»	91
ВИСНОВКИ	92
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	93
ДОДАТОК А Публікації в 2018 році	94
ДОДАТОК Б Наукометрія в 2018 році	98

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- АМВІ – індекс стану біоценозів на станції;
- БСК₅ – біохімічне споживання кисню;
- ВАД та ОМ – відділ аналітичних досліджень та організації моніторингу;
- ВНДМС – відділ наукових досліджень морського середовища;
- ВНД та ОМБ – відділ наукових досліджень та охорони морських біоценозів;
- ГДК – гранично допустимі концентрації;
- ГІА – геоінформаційний аналіз;
- ГХБ – гексахлорбензол;
- α -ГХЦГ – α гексахлорциклогексан;
- β -ГХЦГ – β гексахлорциклогексан;
- д/в – донні відкладення;
- ДДТ – р,р-діхлордіфенілтрихлоретан;
- ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;
- ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;
- ЕН – екологічний норматив;
- ІЗНД – інформаційне забезпечення наукових досліджень;
- НВ – нафтові вуглеводні;
- НДР – науково-дослідна робота;
- ОНУ – Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова;
- ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;
- ПЗЧМ – північно-західна частина моря;
- ПЗШ – північно-західний шельф;
- ПХБ – поліхлорбіфеніли (PCB – Polychlorobiphenyl);
- РАЦ МОЗ – Регіональний активний центр з моніторингу та оцінки забруднення (RAC PMA – Regional Activity Centre of Pollution Monitoring and Assessment);
- РБД-3 – регіональна база даних по забрудненню;

РІС – розробки інформаційних систем;

C_{орг.} – вуглець органічний;

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;

УкрНЦЕМ– Український науковий центр екології моря;

ФПЗ - Філофорне поле Зернова;

ХОП – хлорорганічні пестициди;

ЧМІС– Чорноморська Інформаційна Система;

ЧМК – Чорноморська Комісія;

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;

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);

TRIX – індекс трофності вод;

EQS – екологічні стандарти якості (Environmental Quality Standard);

MAC – максимальна допустима концентрація (Maximum Allowed Concentration);

WFD – Водна Рамочна Директива;

MSFD - Рамкова Директива про морську стратегію.

ВСТУП

Метою науково-дослідної роботи (НДР) є підтримка системи моніторингу морського середовища в 2018 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.

У 2019 році була актуалізована і поповнена регіональна база даних забруднення (РБД-3) за результатами моніторингу України у 2018 році. До Секретаріату Стамбульської Комісії представлений Звіт про виконання національної частини програми регіонального моніторингу забруднення вод Чорного моря у 2018 році. Розроблене і впроваджене інформаційно-картографічне забезпечення регіональної системи моніторингу Чорного моря – <http://rdbp.sea.gov.ua/index.php>.

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2018 році

УкрНЦЕМ провів дві експедиції для моніторингу та оцінки забруднення Чорного моря у 2018 році. Експедиції проводились у серпні та листопаді 2018 року та 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 2018 році включає 25 станцій. Опис цих станцій представлений в таблиці 1.1. Місця розташування станцій представлені на рисунку 1.1.

Таблиця 1.1 – Українські станції BSIMAPу 2018 році

н/п	Номер станції	Широта	Довгота	Місце розташування	Виконавець
1	2	3	4	5	6
Дельта Дунаю (серпень 2018 року)					
1	10-4	45°19,046'	029°51,599'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
2	10	45°19,316'	029°51,675'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
3	10-2	45°19,429'	029°52,773'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
4	6	45°21,232	029°51,943'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
5	10-3	45°18,900'	029°49,970'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
6	17	45°15,149'	029°52,951'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
7	18	45°16,306'	029°49,422'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
8	19	45°17,484'	029°48,228'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
9	8	45°18,211'	029°48,180'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
10	7-2	45°19,753'	029°47,236'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
11	7-1	45°20,189'	029°46,429'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
12	7	45°20,342'	029°45,868'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Дельта Дунаю (листопад 2018 року)					
1	7	45°20,337'	029°45,850'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
2	7-1	45°20,150'	029°46,450'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
3	7-2	45°19,700'	029°47,200'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
4	10-4	45°19,467'	029°52,317'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
5	6	45°21,141	029°51,747'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
6	8	45°19,380'	029°47,920'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
7	10	45°19,138'	029°52,515'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
8	10/15	45°19,300'	029°52,317'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
9	10/8	45°19,467'	029°52,083'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
10	17	45°15,800'	029°51,400'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
11	18	45°16,400'	029°48,800'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
12	19	45°17,500'	029°47,100'	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Острів Зміїний (2018 рік)					
1		45.2575	30.2050	ПЗШ ¹⁾ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ
¹⁾ Північно-західний шельф.					

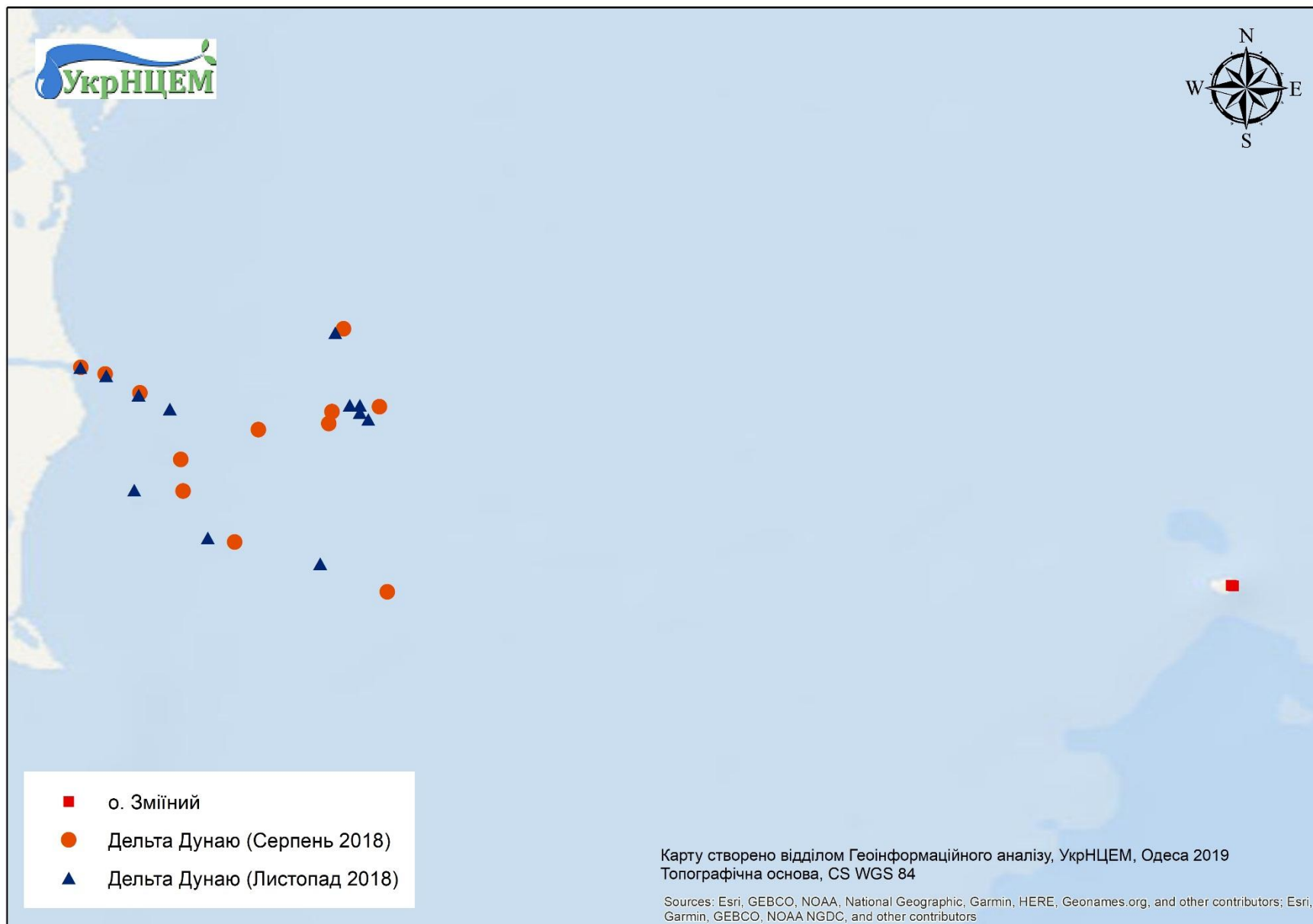


Рисунок 1.1 – Українські станції BSIMAP у 2018 році

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 екології та природних ресурсів (з 2019 р. Міністерства енергетики та захисту довкілля) 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 екології та природних ресурсів України, Міністерство транспорту України та в Постійний Секретаріат ЧМК.

1.6 Фінансування

Фінансування забезпечувалось Міністерством екології 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: відділу аналітичних досліджень і організації моніторингу УкрНЦЕМ і Регіонального центру моніторингу навколишнього середовища та екологічних досліджень ОНУ ім. І.І. Мечникова, які включені до міжнародної системи морського моніторингу, атестовані державним підприємством «Одеський регіональний центр стандартизації, метрології та сертифікації».

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 Міжнародна інтеркалібрація

В 2018 році регіональний активний центр з моніторингу та оцінки забруднення (РАЦ МОЗ) організував і прийняв участь у:

1. IAEA-MEL-2017-02-ILC-BIOTA – визначення токсичних металів у зразках біоти. Організатор – Лабораторія досліджень морського середовища МАГАТЕ, Монако.;

2. IAEA-MEL-2018-01-ILC – визначення токсичних металів у зразках донних відкладень. Організатор – Лабораторія досліджень морського середовища МАГАТЕ, Монако.

1.10 Імена авторів щорічної доповіді

Автори щорічної доповіді: Ю. Деньга, В. Коморін, С. Ковалишина, В. Український, М. Грандова, В. Медінець, О. М'яснікова, О. Лепьошкін, А. Тітяпкін.

1.11 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2018 році

Відрядження співробітників УкрНЦЕМ за кордон:

– відрядження до м. Розкілле, Данія, з 05 по 10 лютого 2018 року начальника відділу інформаційного забезпечення наукових досліджень (ІЗНД) Непрокіна О.О. та завідувача сектором розробки інформаційних систем відділу ІЗНД Івченка Є.О. для участі на базі Орхуського університету у щорічній зустрічі у межах проекту «EMODNET за темою від 03.11.2014р. №10-а/14 MARE/2012/10 - База знань для інновацій та зростання економіки океану: збір і

поширення морських даних для картографування морського дна» (наказ УкрНЦЕМ від 03.11.14р. №52 та наказ УкрНЦЕМ від 16.06.17р. №33-а), яка виконується в межах гранту ЄС від 17 січня 2014р. MARE/2012/10 – Лот 4 – S12.656742»;

- відрядження до м. Париж, Франція, з 20 по 24 березня 2018 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М. для участі у Першій сесії групи експертів Міжурядової океанографічної комісії ЮНЕСКО;

- відрядження до антарктичної станції «Академік Вернадський» з 21 березня по 21 квітня 2018 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В. в рамках виконання Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиді на 2011-2020 роки, запланованих заходів щодо підготовки та проведення XXII Української антарктичної експедиції;

- відрядження до м. Стамбул, Туреччина, з 27 по 29 березня 2018 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М. для участі в Семінарі з просування проекту, направлено на регіональні і місцеві органи та інші зацікавлені сторони регіону Чорного моря;

- відрядження до м. Бургаз, Болгарія, з 29 травня по 02 червня 2018 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М. для участі в робочих та урочистих заходах, присвячених Європейському Дню Моря та у тематичному семінарі «Рішення щодо морського сміття – від політики до дій»;

- відрядження до Сполучених Штатів Америки з 11 червня по 24 липня 2018 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В. для участі в наступних заходах:

 - 21 щорічна конференція Товариства природоохоронних ГІС – м. Пацифік Грув, Каліфорнія, 15-18 липня 2018 року;

 - щорічна міжнародна конференція користувачів геоінформаційних систем – м. Сан Дієго, Каліфорнія, 09-13 липня 2018 року;

 - навчання з використання геоінформаційних систем – м. Девіс, Каліфорнія, 12 червня-04 липня 2018 року; м. Редландс, Каліфорнія, 05-08 липня 2018 року;

 - На конференціях представлені результати досліджень китоподібних та

стану екосистеми Чорного моря, які були виконані в рамках бюджетної тематики УкрНЦЕМ в 2015-2018 роках. Тренінги з використання геоінформаційних систем дозволять уніфікувати методичні підходи УкрНЦЕМ з прийнятими в інших країнах, та отримання знання, необхідні для якісної наукової і природоохоронної роботи на сучасному міжнародному рівні.

– відрядження до м. Остенде, Бельгія, з 24 по 29 червня 2018 року завідувача сектором розробки інформаційних систем ВІЗНД Івченка Є.О. та наукових співробітників сектору розробок інформаційних систем ВІЗНД Круглова А.М. та Мотильова М.А. для участі у першому навчальному курсі європейського проекту SeaDataCloud (UNESCO/IOC Project Office IODE);

– відрядження до м. Стамбул, Туреччина, з 12 по 14 вересня 2018 року провідного наукового співробітника СДАЗПТ відділу НОМПЕЕ та А Рубеля О.Є. та головного бухгалтера Єлфімової Ф.П. до Єдиного Адміністративного органу Операційної Програми по Чорному морю для участі в Інформаційному заході для бенеціарів Спільної операційної програми Чорноморського басейну на 2014-2020 роки;

– відрядження до м.Тегеран, Іран, з 21 по 27 вересня 2018 року начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О. для участі у проведенні навчального курсу IODE-Ocean Teacher Global Academy: "Training Course on Marine Biogeographic Data Processing using OBIS" на базі Іранського національного інституту океанографії та атмосферної науки (INIOAS);

– відрядження до м. Констанца, Румунія, з 11 по 17 вересня 2018 року наукового співробітника відділу геоінформаційного аналізу МІАЦ Вишнякової К.О. та наукового співробітника СГД відділу наукових досліджень морського середовища Гладіліної О.В. для участі в тренінгу з отримання статусу "Висококваліфікованого оператора ACCOBAMS MMOs/PAM";

– відрядження до м. Бухарест, Румунія, з 04 по 06 жовтня 2018 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М. для участі у зустрічі з питань розвитку досліджень та взаємодії у Чорному морі;

– відрядження до м. Констанца, Румунія, з 09 по 21 жовтня 2018 року наукового співробітника відділу аналізу морських екосистем та антропогенного

навантаження Павловської М.О. для участі в навчальному тренінгу з методів молекулярної біології для оцінки біорізноманіття та моніторингу морських екосистем на базі Національного Інституту морських досліджень і розвитку «Григора Антіпа»;

– відрядження до м. Констанца, Румунія, з 13 по 20 жовтня 2018 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В. для участі в навчальному тренінгу з методів молекулярної біології для оцінки біорізноманіття та моніторингу морських екосистем на базі Національного Інституту морських досліджень і розвитку «Григора Антіпа»;

– відрядження до м. Констанца, Румунія, з 21 по 24 жовтня 2018 року начальника відділу АД та ОМ Деньги Ю.М., начальника відділу НД та ОМБ Ковалишиної С.П., завідувача лабораторією ХАД ВАД та ОМ Олейніка Ю.В., наукового співробітника відділу АД та ОМ Домрачова О.Є., завідувача сектором РІС ВІЗНД Івченка Є.О. для участі у нараді за проектом «Оцінка вразливості морської екосистеми Чорного моря до антропогенного впливу ANEMONE» на базі Національного Інституту морських досліджень і розвитку «Григора Антіпа»;

– відрядження до м. Варна, Болгарія, з 30 жовтня по 03 листопада 2018 року провідного наукового співробітника сектору дослідження атмосферного забруднення приморських територій ВНОМПЕЕ та А Рубеля О.Є., молодшого наукового співробітника сектору дослідження атмосферного забруднення приморських територій ВНОМПЕЕ та А Котельнікової Ю.О., головного бухгалтера Єлфімової Ф.П., завідувача сектором охорони морських біоценозів ВНД та ОМБ Трет'як І.П., молодшого наукового співробітника відділу ГІА Тютюнника Г.О. для участі у Стартовій Зустрічі Проекту технічної допомоги Європейського Союзу «Покращення онлайн доступу громадськості до даних моніторингу стану навколишнього природного середовища та інформаційних інструментів для підтримки співпраці в Чорноморському басейні щодо скорочення забруднення морським сміттям»;

– відрядження до м. Варна, Болгарія, з 31 жовтня по 03 листопада 2018

року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М. для участі у Стартовій Зустрічі Проекту технічної допомоги Європейського Союзу «Покращення онлайн доступу громадськості до даних моніторингу стану навколишнього природного середовища та інформаційних інструментів для підтримки співпраці в Чорноморському басейні щодо скорочення забруднення морським сміттям»;

– відрядження до м. Барселона, Іспанія, з 04 по 09 листопада 2018 року начальника відділу ГІА Лепьошкіна О.В. та наукового співробітника сектору розробки інформаційних систем ВІЗНД Круглова А.М. для участі у Міжнародній конференції «Морські данні та інформаційні системи 2018»;

– відрядження до м. Барселона, Іспанія, з 07 по 11 листопада 2018 року завідувача сектором розробки інформаційних систем ВІЗНД Івченка Є.О. та завідувача сектором баз даних моніторингу Причорноморських країн ВІЗНД М'яснікової О.В. для участі у другій щорічній зустрічі в рамках проекту «Sea Data Cloud»;

– відрядження до м. Остенде, Бельгія, з 11 по 17 листопада 2018 року начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О. для участі у 7-му засіданні Керівної групи IODE для OBIS на базі UNESCO/IOC Project Office IODE;

– відрядження до м. Кишинів, Республіка Молдова, з 11 по 14 листопада 2018 року начальника відділу аналітичних досліджень та організації моніторингу Деньги Ю.М., начальника відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів Ковалишиної С.П., начальника відділу морських екосистем та антропогенного навантаження МІАЦ Гончарова О.Ю. для участі у зустрічі відкриття проекту «Створення системи інноваційного трансграничного моніторингу перетворень річкових екосистем Чорного моря під впливом розвитку гідроенергетики та зміни клімату «HydroEcoN» на базі Інституту зоології Республіки Молдова;

– відрядження до м. Остенде, Бельгія, з 25 листопада по 01 грудня 2018 року начальника відділу геоінформаційного аналізу МІАЦ Лепьошкіна О.В. для участі у навчальному курсі «Забезпечення огляду та підхід для застосування ГІС-додатків, необхідних для комплексного керування прибережними зонами, включаючи збір даних, обробку, аналіз та інтерпретацію просторових даних» на

базі UNESCO/IOC Project Office IODE;

– відрядження до м. Остенде, Бельгія, з 02 по 08 грудня 2018 року завідувача сектором РІС ВІЗНД Івченка Є.О. для участі у навчальному курсі «Global Teaching Academy OceanTeacher: управління даними» на базі UNESCO/IOC Project Office IODE.

Перелік наукових публікацій співробітників УкрНЦЕМ в 2018 році наведений у Додатку А.

Електронні посилання на звіти та статті УкрНЦЕМ наведені у Додатку Б.

2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Система моніторингу морського середовища у 2018 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, c, феофітину і каротиноїдів);
- аналіз чисельності та видового складу фітопланктону в пробах морської води;
- вивчення видового складу і біомаси зоопланктону;
- вивчення чисельності та видового складу донних угруповань (макрозообентосу, макрофітобентосу і мікрофітобентосу, мейобентосу).

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

Для оцінки інтегральної якості морської води і д/в був використаний розроблений УкрНЦЕМ у 2009 році проект «Екологічні нормативи якості морського середовища».

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 електродного 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 ХПК;

к) рН-метр: “рН-530”;

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

Протягом 2018 року УкрНЦЕМ провів 2 експедиції згідно програми моніторингу морського середовища біля глибоководного судноплавного каналу Дунай–Чорне море (через рукав «Бистрий»).

Перша експедиція проводилася влітку у серпні 2018 року. Станції дослідження представлені на рисунку 2.1.

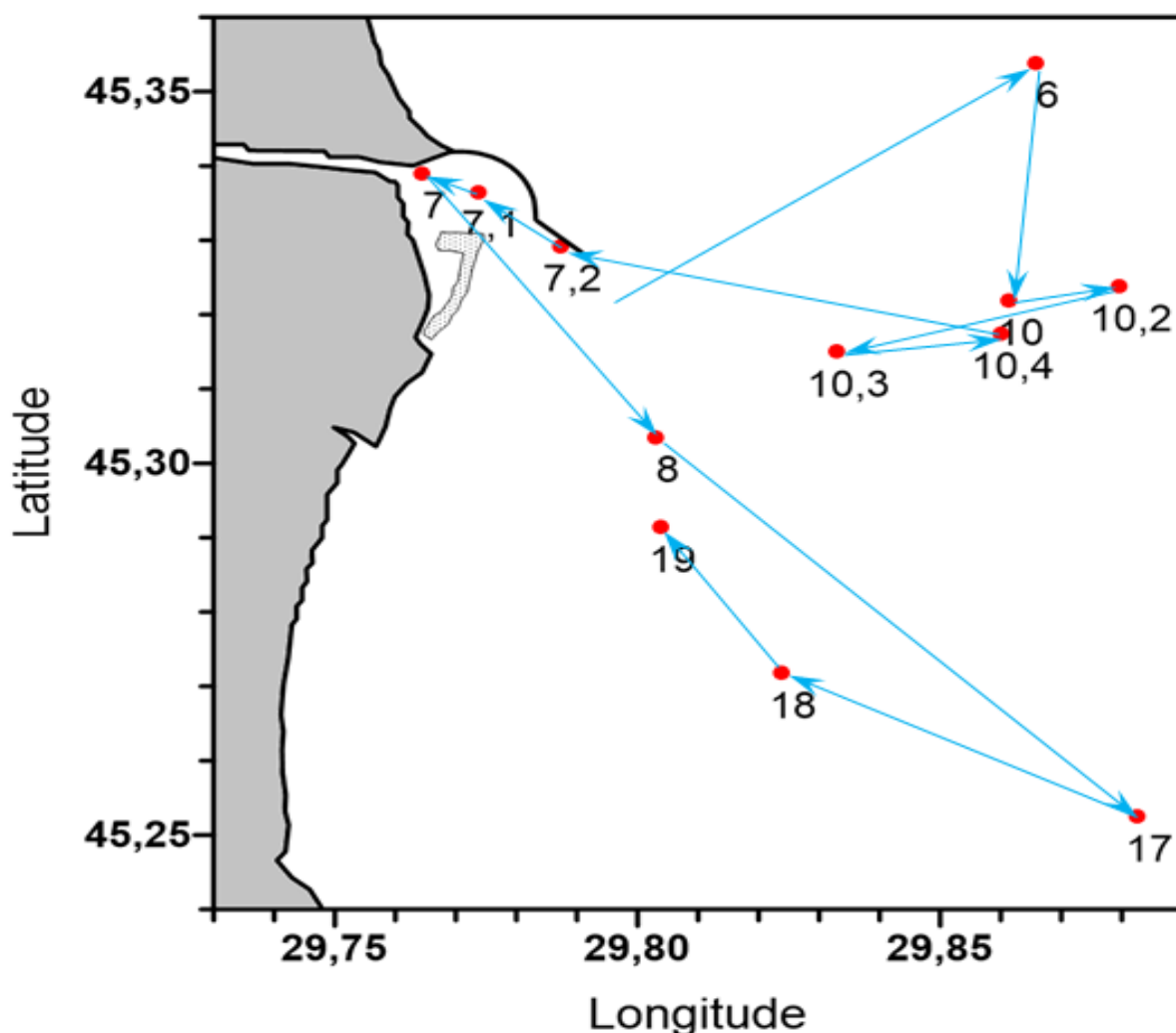
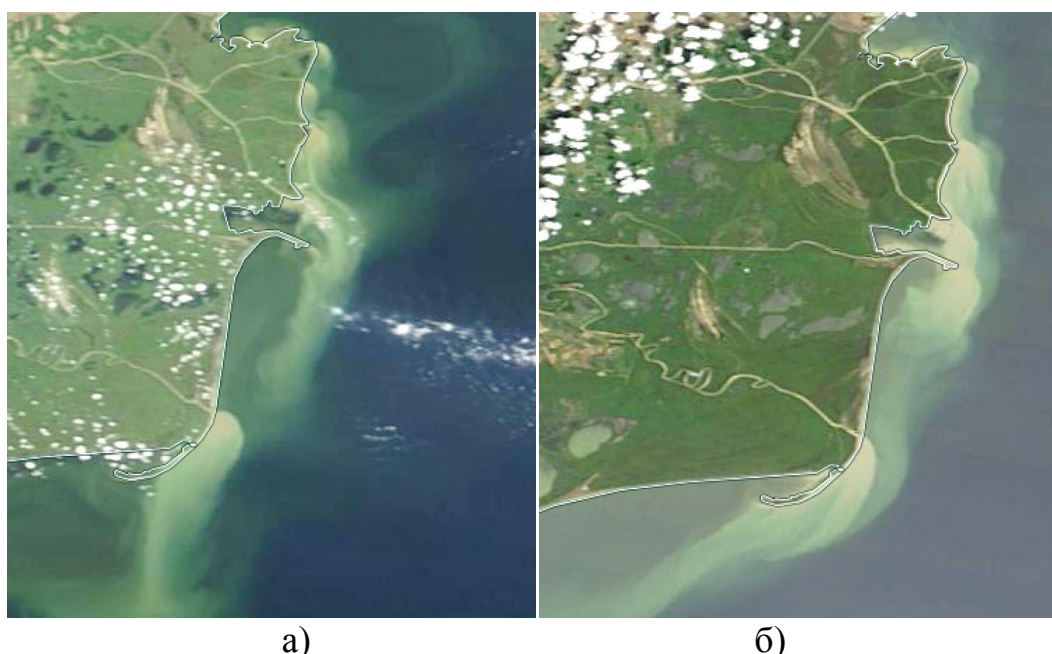


Рисунок 2.1 – Схема станцій моніторингу в районі дельти Дунаю у серпні 2018 року

2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у серпні 2018 року

На початковому і завершальному етапах робіт були отримані супутникові візуальні зображення водної поверхні (рис.2.2 а, б), що відображають загальну гідрологічну обстановку про характер поширення вод річкової розвантаження через Кілійську дельту Дунаю. Основне перенесення дунайських вод на видаленні 3-5 миль від берегової лінії здійснювався в традиційному південному напрямі.



а) 31 липня 2018 року;
б) 3 серпня 2018 року.

Рисунок 2.2 – Візуальні зображення поверхневого шару води в Придунайському районі на основі супутникових знімків AERONET (США)

Прозорість вод верхнього квазі однорідного шару монотонно збільшувалася від узбережжя у східному напрямку від 0,5 м на баровій ділянці до 4 м у центральних районах полігону. Далі на схід розподіл прозорості ускладнювався; максимальне значення прозорості зазначалося в південно-східному секторі полігону і становило 7.5 метрів (рис. 2.3).

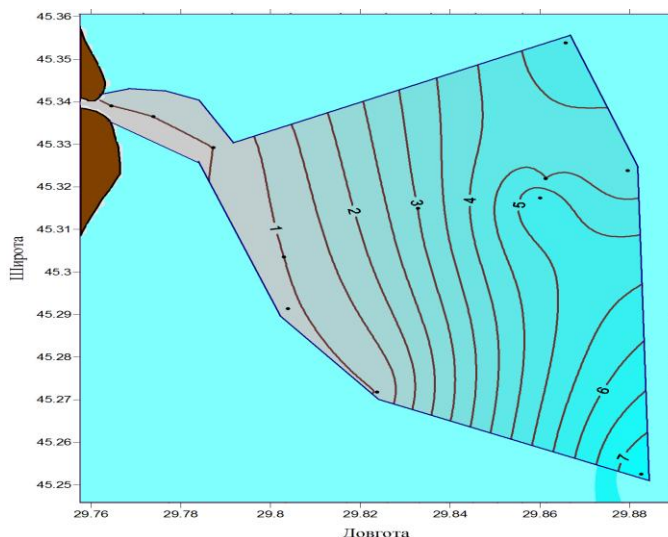
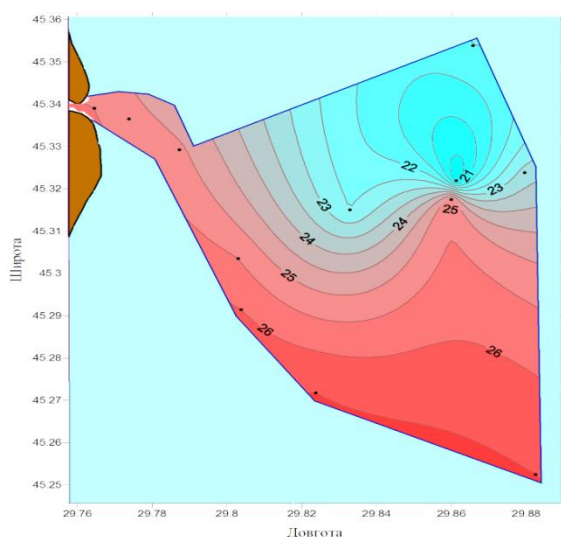
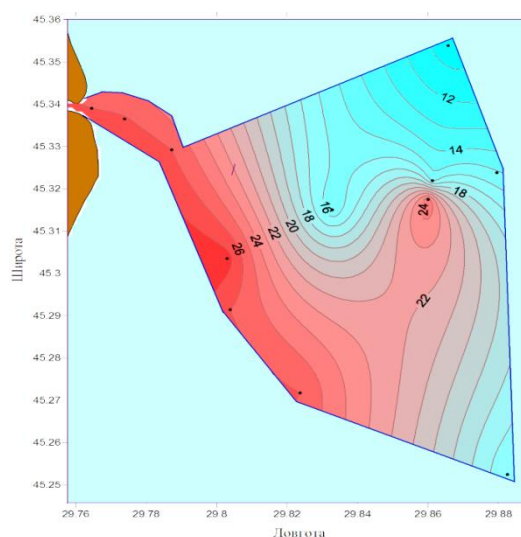


Рисунок 2.3 – Розподіл прозорості вод (по диску Секкі) на полігоні «Дунайський» у серпні 2018 року

Термічний режим вод представлений на картах розподілу температури води в поверхневому та придонному шарах (рис. 2.4 а, б). Найтепліша поверхнева водна маса була розташована у західній та південній частинах полігону ($24-26,5^{\circ}\text{C}$). У північно-східній частині полігону температура поверхневого шару була на 3-4 градуси нижче ($21,5-23,0^{\circ}\text{C}$). Майже однорідна за температурою водна маса зустрічається на глибинах до 15 м. В інших глибинних районах температура придонної води коливається в межах $11,5-18,0^{\circ}\text{C}$.



а)



б)

а) у поверхневому шарі;

б) у придонному шарі.

Рисунок 2.4 – Розподіл температури води на полігоні «Дунайський», серпень 2018 року

Солоність вод поверхневого шару (рис. 2.5 а) не проявляє жодних адвективних особливостей і рівномірно збільшується від витoku в гирлі Бистрий у східному напрямку (8-17 ‰). У придонному шарі (рис. 2.5 б) солоність на баровій ділянці швидко зростає і практично однорідна на більшій частині полігону відкритого моря (16-18 ‰).

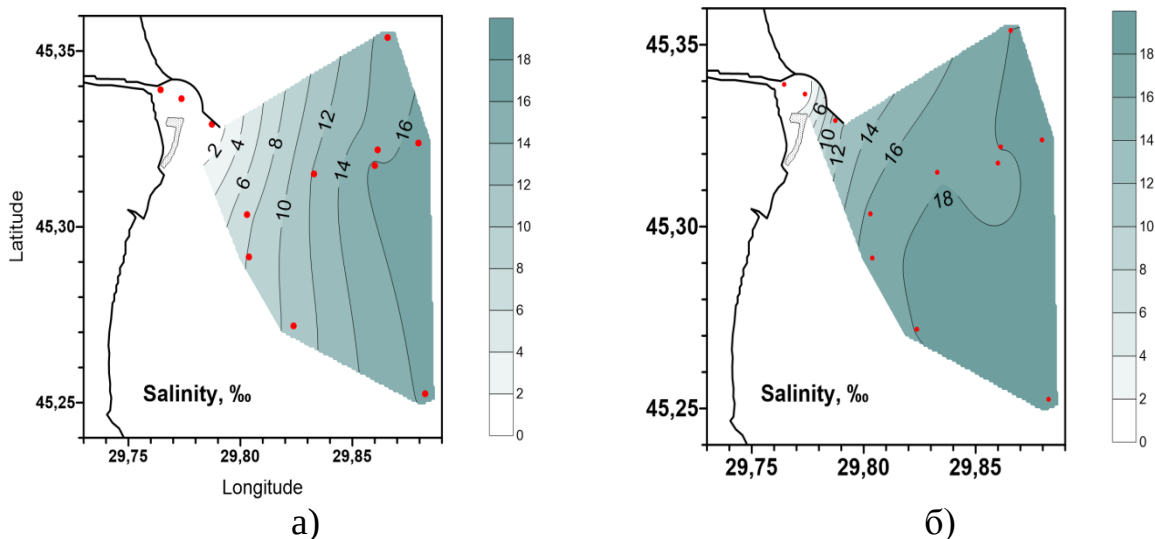


Рисунок 2.5 – Розподіл солоності на полігоні «Дунайський», серпень 2018 року

Друге експедиційне дослідження проведено восени (листопад) 2018 року. Розташування станцій представлено на рисунку 2.6.

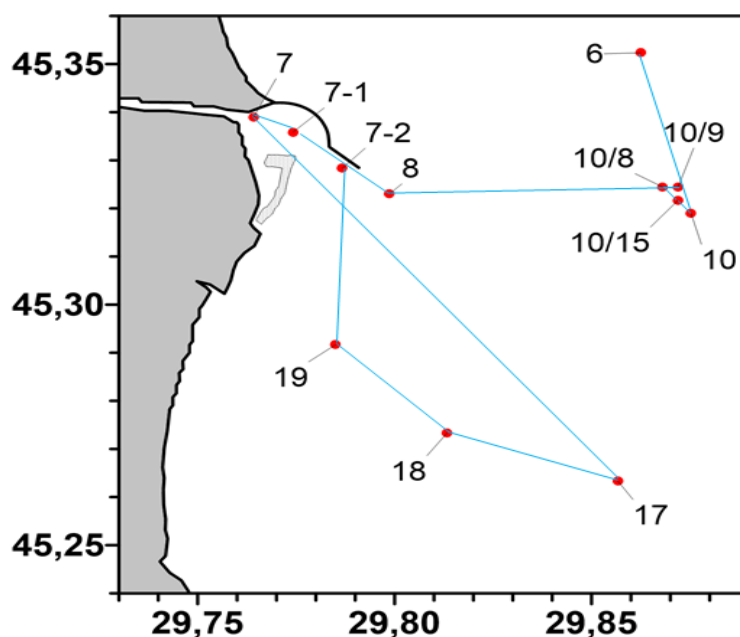


Рисунок 2.6 – Схема станцій моніторингу в районі дельти Дунаю у листопаді 2018 року.

2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у листопаді 2018 року

Розподіл прозорості вод верхнього квазі однорідного шару монотонно збільшувався від узбережжя у східному напрямку від 1,0 м у баровій частині судноплавного ходу до 6,5-8,5 м у східних районах полігону (рис. 2.7). Прозорість морської води в прісноводній області була нижчою і незначно коливалася від 0,7 м до 1,0 м.

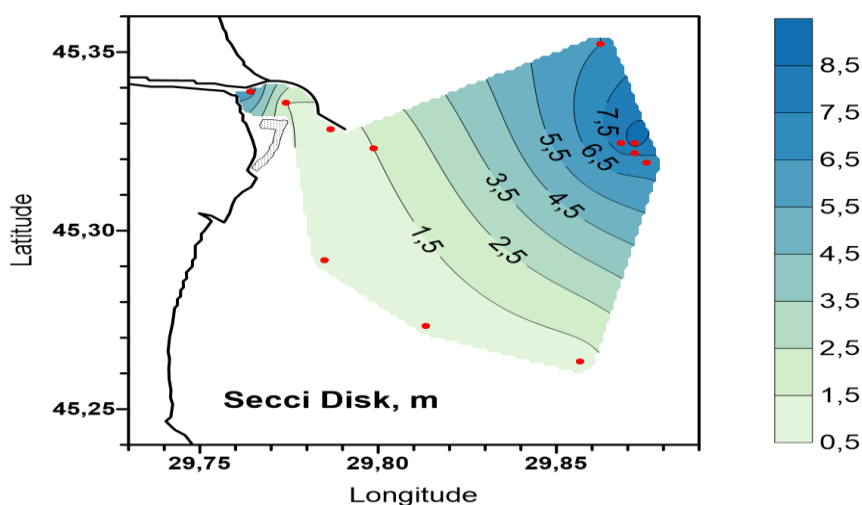
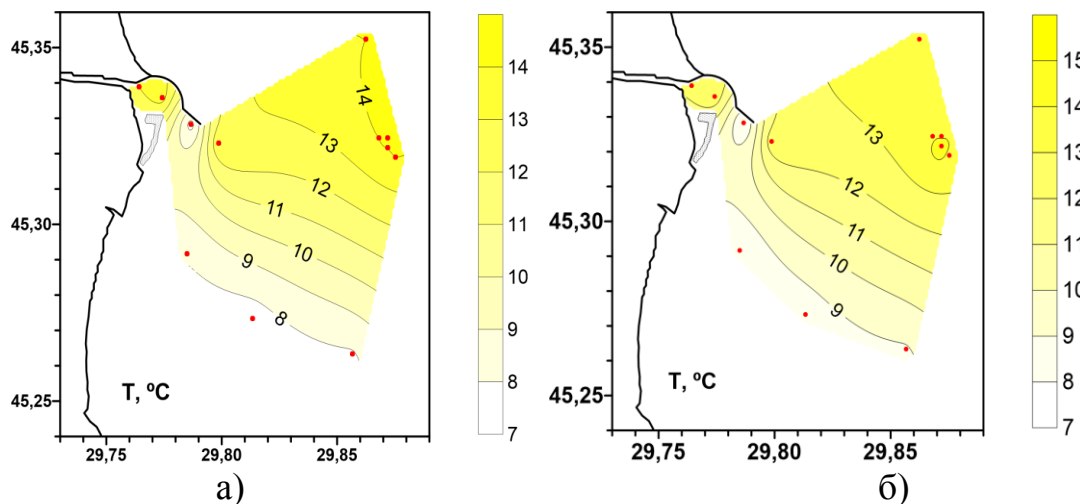


Рисунок 2.7 – Розподіл прозорості вод (по диску Секкі) на полігоні «Дунайський» у листопаді 2018 року

Супутникові дані про температуру води та розподіл хлорофілу-а в перші дві декади листопада були відсутні через наявність безперервної хмарності.

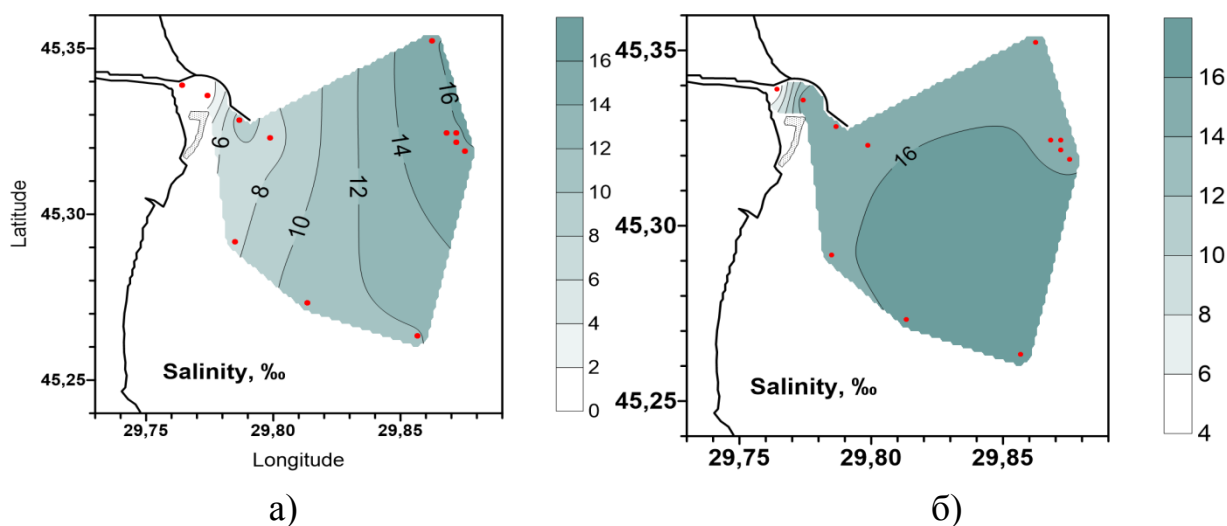
Роботи на полігоні виконувалися в період осінньо-зимового вихолоджування. Термічний режим вод полігону представлений на картах розподілу температури води в поверхневому та придонному шарах (рис. 2.8 а, б). Найтепліша поверхнева водна маса розташовувалася у східній частині полігону (13,7-14,3 °C). У прибережних районах полігону температура поверхневих вод становила 13,1-13,3 °C. Температура придонних вод в східному регіоні полігону незначно відрізняється від поверхневої, а в баровій частині, в районі судноплавного ходу вона трохи нижче температури поверхневої (на 0,3-0,7 °C).



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

Рисунок 2.8 – Розподіл температури води у морській частині дельти Дунаю, листопад 2018 року

В полі розподілу солоності проявилась динаміка процесів змішування річкових та морських вод. Це пояснює значні горизонтальні градієнти у поверхневому шарі. Так на станції 18 солоність поверхневого шару склала 11,39 ‰, а на станції 19 – 7,58 ‰. Різниця становила 3,81 ‰. Очевидно, що шлейф або лінза більш прісних вод розташовувався в верхньому шарі між станціями 7-2 та 18. (рис. 2.9 а, б).



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

Рисунок 2.9 – Розподіл солоності води на полігоні «Дунайський» у листопаді 2018 року

Солоність придонного шару зменшувалася в західному напрямку з 16,28 до 15,63 ‰. Частка морських вод в цьому шарі була значно вищою, ніж на поверхні. Межі його розповсюдження можна було визначити візуально. На фотографії (рис. 2.10) зображений соленосний гідрофронт, який утворився в результаті напливу більш легких прісних вод на більш щільні солоні. Знімок зроблений при проходженні судна від станції 18 до станції 19.



Рисунок 2.10 – Гідрофронт на полігоні «Дунайський»,
25 листопада 2018 року

2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2018 році

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

Діапазон варіацій загальних параметрів в українських національних водах в 2018 році представлений в таблицях 2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1 – Діапазон варіацій загальних параметрів в поверхневому шарі українських національних вод у 2018 році

	Т, °С	Солоність, ‰	pH	O ₂ , μM	БСК ₅ , μM	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (серпень 2018 року)						
Мінімальне	20.1	0.17	8.39	224.1	20.31	7.25
Максимальне	26.5	16.7	9.12	350.0	121.6	130
Середнє	24.5	9.85	8.83	277.1	59.01	42.9
Дельта Дунаю (листопад 2018 року)						
Мінімальне	7.50	0.32	8.52	267.8	1.88	5.33
Максимальне	14.5	15.9	8.71	375.9	99.1	43.1
Середнє	11.8	10.6	8.63	298.9	31.0	17.5
Острів Зміїний 2018						
Мінімальне	8.0	10.7	7.99			
Максимальне	27.3	18.3	8.50			
Середнє	19.9	16.6	8.27			

Таблиця 2.2 – Діапазон варіацій загальних параметрів в придонному шарі українських національних вод в 2018 році

	Т, °С	Солоність, ‰	pH	O ₂ , μM	БСК ₅ , μM	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (серпень 2018 року) ¹						
Мінімальне	10.4	0.23	8.30	110.0	0.63	4.16
Максимальне	27.0	18.5	8.88	331.3	213.1	170
Середнє	21.2	14.3	8.57	223.6	59.03	46.3
Дельта Дунаю (листопад 2018 року) ²						
Мінімальне	7.80	4.04	8.52	261.6	2.50	6.82
Максимальне	14.7	16.3	8.71	317.2	48.8	42.3
Середнє	11.8	14.9	8.64	290.9	19.30	16.6
Острів Зміїний ³ 2018						
Мінімальне	8.0	14.3	8.01			
Максимальне	26.5	18.4	8.49			
Середнє	19.6	17.3	8.27			
¹⁾ На глибині 4,0 м – 25,0 м ²⁾ На глибині 5,4 м - 24,0 м. ³⁾ На глибині 7,8 м.						

Концентрації розчиненого кисню в поверхневих шарах вод варіюються від 224.1 μM до 375.9 μM (табл. 2.1). Максимум кисню був зареєстрований у

листопаді на станції 18, (рис. 2.12а), мінімум – у серпні на станції 19 (рис. 2.11а), в районі дельти Дунаю (рис. 2.11). В придонному шарі розчинений кисень змінювався від 110 μM до 331,3 μM (табл. 2.2). Мінімум кисню був зареєстрований у серпні на станції 17 в районі дельти Дунаю (рис. 2.11б).

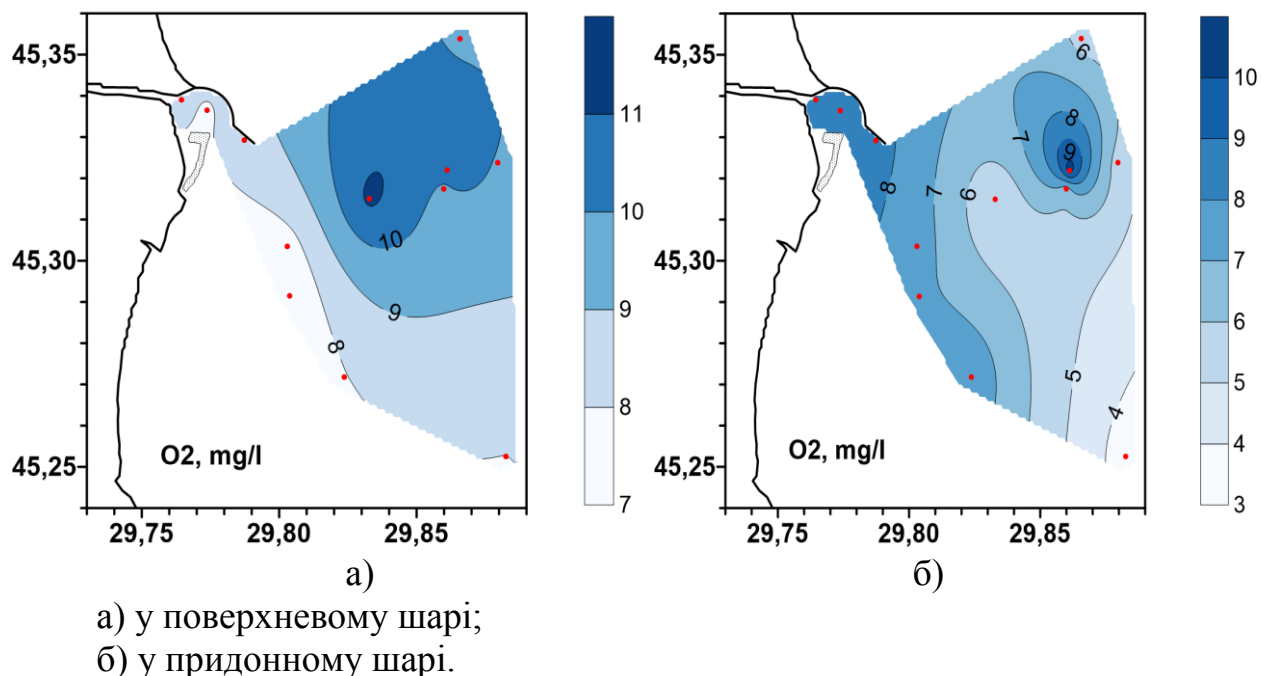


Рисунок 2.11 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у серпні 2018 року

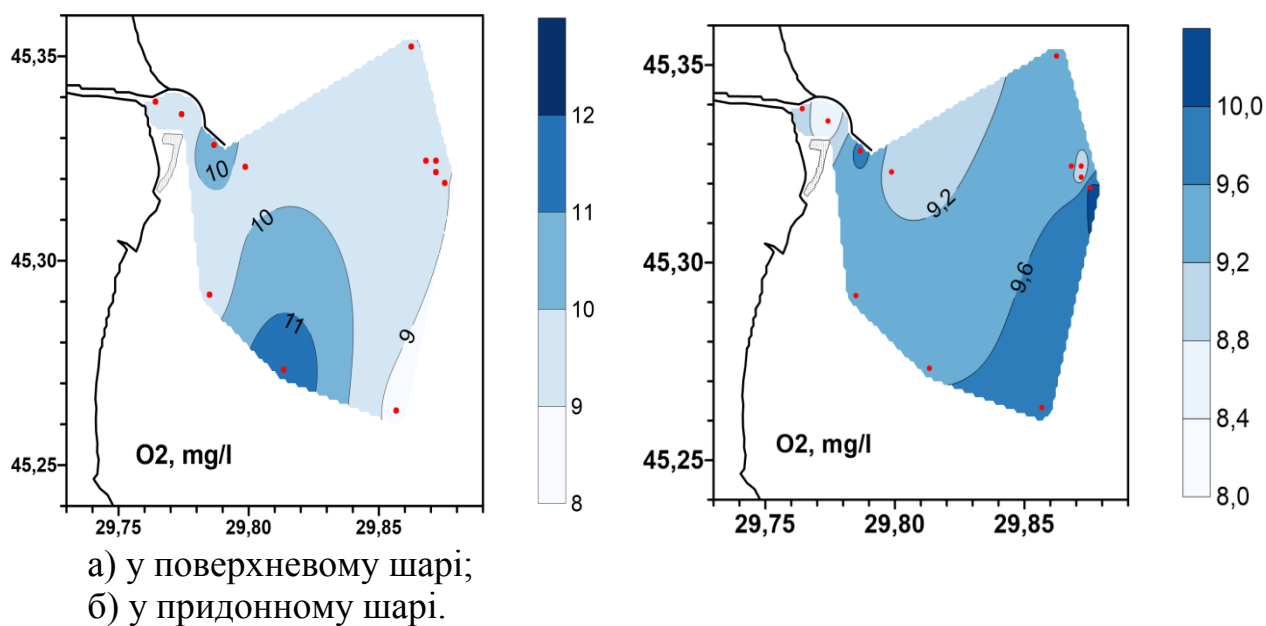
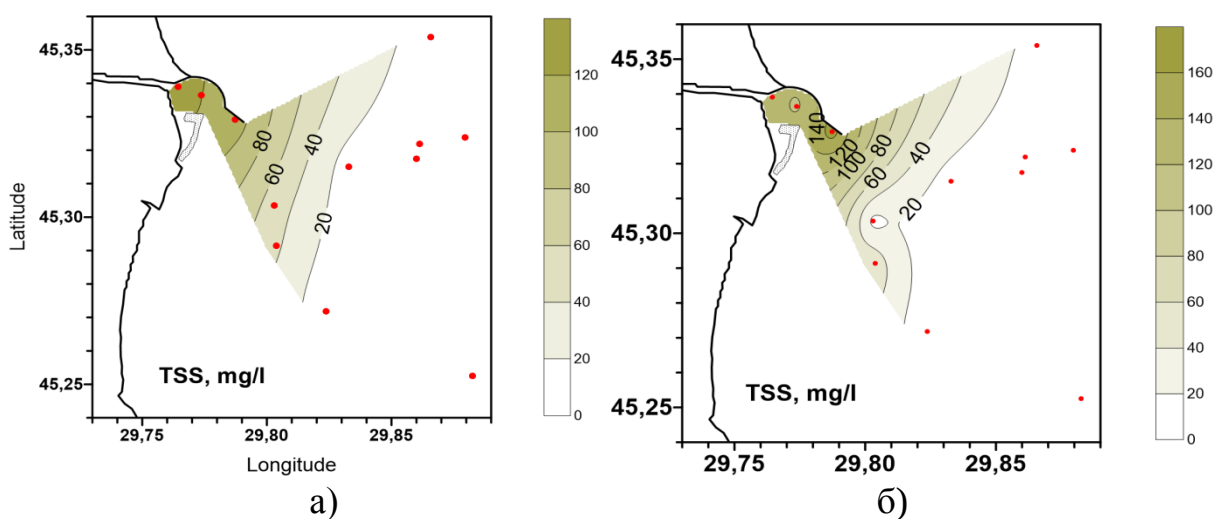


Рисунок 2.12 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у листопаді 2018 року

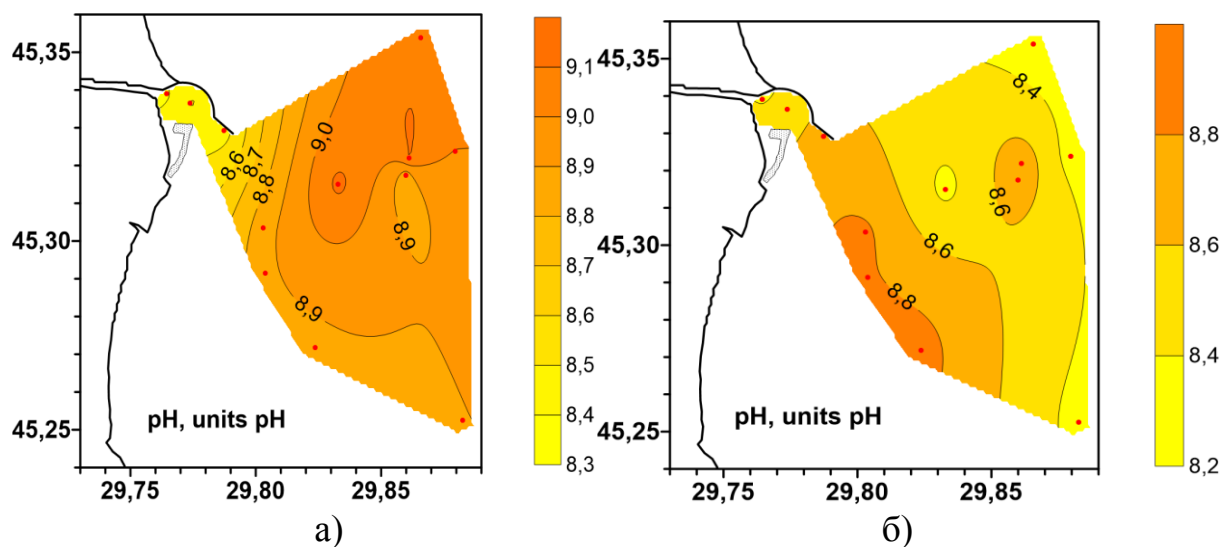
Концентрації завислих у воді речовин в районі дельти Дунаю були максимальними у серпні (130 мг/л на станції 7 і 170 мг/л на станції 7-2) в поверхневому і придонному шарах води, відповідно (табл. 2.2, рис. 2.13).



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

Рисунок 2.13 – Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у серпні 2018 року

Концентрації водневого показника рН в районі дельти Дунаю були мінімальними у серпні: в поверхневому шарі води – 8,39 на станції 7 (табл. 2.1) і в придонному шарі води – 8,30 на станції 6 (табл. 2.2, рис. 2.14).



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

Рисунок 2.14 – Просторовий розподіл рН (од. рН) у морській частині дельти Дунаю у серпні 2018 року

3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2018 РОКУ

3.1 Морська вода

3.1.1 Забруднення морської води токсичними металами за результатами досліджень 2018 року

Таблиця 3.1 – Середні значення концентрацій токсичних металів в українських морських водах

Район	Zn	Co	As	Hg	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr	Fe
	мкг/л									
Дельта Дунаю (серпень)	1,70	<0,5	<1,0	0,08	5,54	0,20	0,49	0,12	1,79	8,3
Дельта Дунаю (листопад)	1,47	1,49	<1,0	0,15	6,77	0,68	0,08	0,41	0,76	43,9
Острів Зміїний	1,18	4,40	<1,0	0,12	3,88	0,09	7,00	0,07	2,23	<6,0
ГДК	20	5,0	10	0,10	3,0	1,0	10	10	5,0	50
Примітка. Жирним шрифтом виділені концентрації вище ГДК.										

Концентрації найбільш токсичних металів (окрім Cu, Hg) в морських водах досліджуваних територій були незначними і в середньому були менше ГДК, прийнятому в Україні.

Абсолютні концентрації вмісту металів в морських водах зменшуються в наступному порядку: залізо> свинець> мідь> кобальт > хром> цинк > кадмій >нікель> ртуть>миш'як.

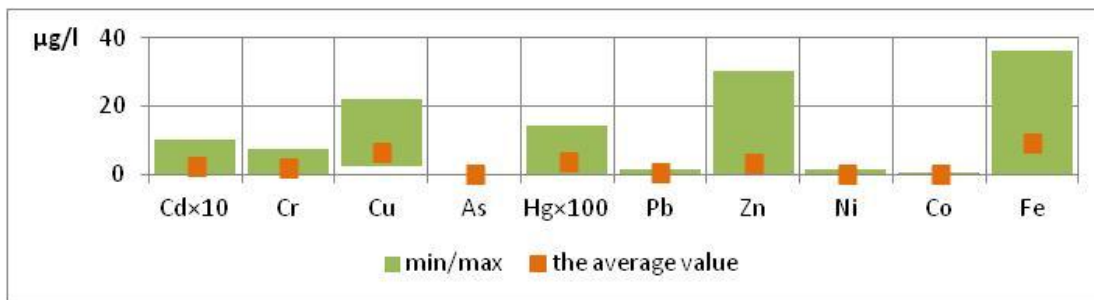
Середні значення концентрацій металів у поверхневому та придонному шарах морської води в районі дельти Дунаю (серпень 2018 року) виявились досить низькими (табл. 3.2, 3.3, рис. 3.1). Але окремі виміри концентрацій ртуті у поверхневих водах показали перевищення максимально допустимих концентрацій-екологічних стандартів якості (MAC-EQS), згідно з європейським законодавством (Директива 2013/39/ЄС) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Концентрації металів у морських поверхневих водах у районі дельти Дунаю (серпень 2018 року)

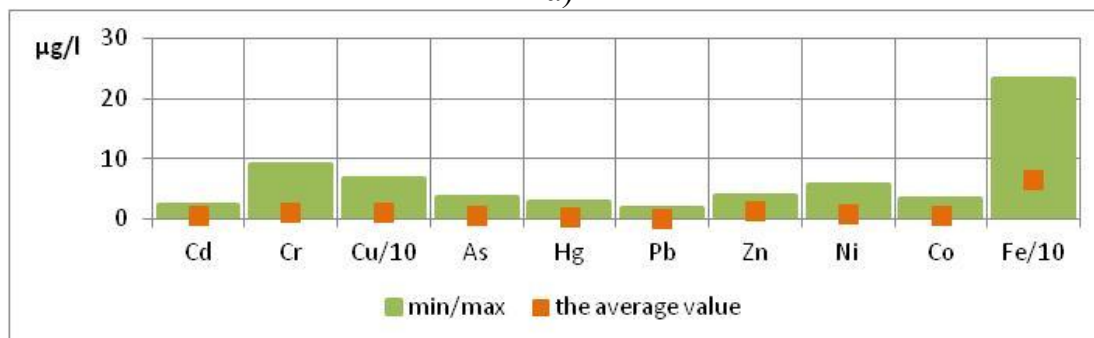
Метали	Середнє значення для всіх зразків у поверхневих водах	Мін.	Макс.	MAC- EQS Директива 2013/39/ЄС
	мкг/л			
As	0	0	0	
Cd	0,23	0	1,04	1,50
Co	0,14	0	0,84	
Cu	6,71	2,53	22,2	
Hg	0,080	0	0,145	0,07
Pb	0,37	0	1,43	14,0
Zn	3,17	0	30,2	
Ni	0,21	0	1,71	34,0
Cr	1,97	0	7,64	
Fe	9,31	0	36,1	
Примітка. Жирним шрифтом виділені перевищення максимально допустимих концентрацій				

Таблиця 3.3 – Концентрації металів у морських придонних водах у районі дельти Дунаю (серпень 2018 року)

Метали	Середнє значення для всіх зразків у придонних водах	Мін.	Макс.	MAC- EQS Директива 2013/39/ЄС
	мкг/л			
As	0,21	0	1,68	
Cd	0,24	0	1,49	1,50
Co	0,14	0	0,93	
Cu	4,38	2,08	7,55	
Hg	0,124	0	0,412	0,07
Pb	0,70	0	2,14	14,0
Zn	0,36	0	2,30	
Ni	0,15	0	1,05	34,0
Cr	1,67	0	8,00	
Fe	7,39	0	55,0	



а)



б)

а) у поверхневому шарі;

б) у придонному шарі.

Рисунок 3.1 – Максимальні, мінімальні та середні значення концентрацій металів для всіх проб води у районі дельти Дунаю (серпень 2018 року)

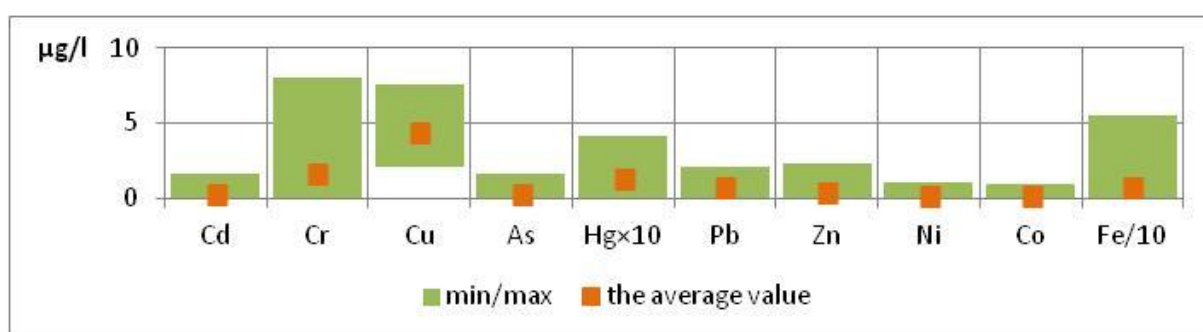
Середні значення концентрацій металів у поверхневому та придонному шарах морської води в районі дельти Дунаю (листопад 2018 року) виявились досить низькими (табл. 3.4, 3.5, рис. 3.2). Але окремі виміри концентрацій ртуті та кадмію показали перевищення максимально допустимих концентрацій-екологічних стандартів якості (MAC-EQS).

Таблиця 3.4 – Концентрації металів у морських поверхневих водах у районі дельти Дунаю (листопад 2018 року)

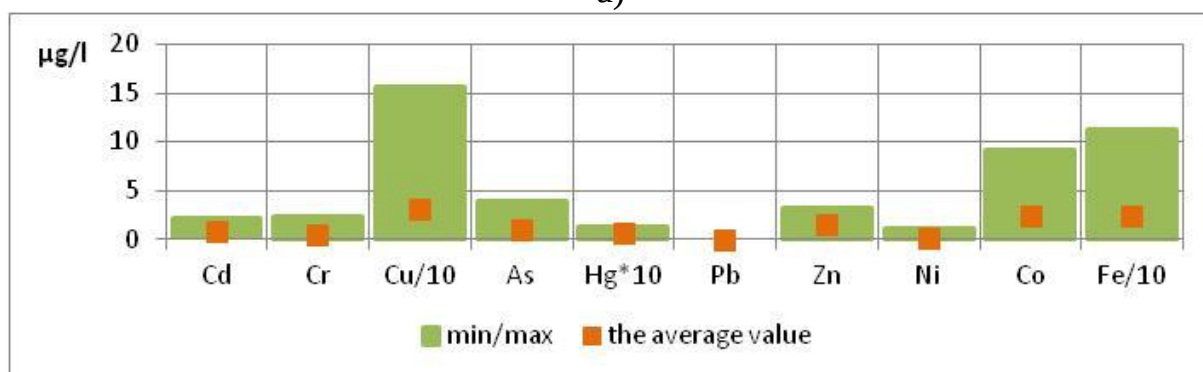
Метали	Середнє значення для всіх зразків у поверхневих водах	Мін.	Макс.	MAC- EQS Директива 2013/39/ЄС
	мкг/л			
As	0,64	0	3,48	
Cd	0,57	0,06	2,40	1,50
Co	0,64	0	3,35	
Cu	10,4	0	67,2	
Hg	0,308	0	2,890	0,07
Pb	0,22	0	1,88	14,0
Zn	1,40	0	3,80	
Ni	0,82	0	5,64	34,0
Cr	1,15	0	8,93	
Fe	64,5	0	233	

Таблиця 3.5 – Концентрації металів у морських придонних водах у районі дельти Дунаю (листопад 2018 року)

Метали	Середнє значення для всіх зразків у придонних водах	Мін.	Макс.	MAC- EQS Директива 2013/39/ЄС
	мкг/л			
As	0,95	0	3,81	
Cd	0,78	0,15	2,12	1,50
Co	2,42	0	9,16	
Cu	3,17	0	15,7	
Hg	0,075	0	0,124	0,07
Pb	0	0	0	14,0
Zn	1,59	0	3,20	
Ni	0,15	0	1,07	34,0
Cr	0,47	0	2,29	
Fe	23,5	0	112	



а)



б)

а) у поверхневому шарі;

б) у придонному шарі.

Рисунок 3.2 – Максимальні, мінімальні та середні значення концентрацій металів для всіх проб води у районі дельти Дунаю (листопад 2018 року)

3.1.2 Забруднення морської води хлорорганічними пестицидами, поліхлорбіфенілами та поліциклічними ароматичними вуглеводнями за результатами досліджень 2018 року

Середні концентрації суми ДДТ та його метаболітів, ліндану та його ізомерів у морських водах у 2018 році були незначними (табл. 3.6).

Концентрація суми ДДТ коливалась в межах 4,62-18,9 нг/л, і вона не перевищувала ЕН = 25 нг/л. Концентрація суми ГХЦГ коливалась в межах 2,32-6,48 нг/л, і вона не перевищувала ЕН = 20 нг/л (рис. 3.3).

Таблиця 3.6 – Середня концентрація хлорорганічних сполук в українських морських водах у 2018 році

Район	Сума ДДТ	Сума ГХЦГ	ПХБ AR-1254	ПХБ Ar-1260
	нг/л			
Дельта Дунаю (серпень)	4,62	3,60	1,58	6,14
Дельта Дунаю (листопад)	8,45	2,32	8,42	0,53
Острів Зміїний	18,9	6,48	40,1	2,30
ЕН	25,00	20,00	100,0	100,0

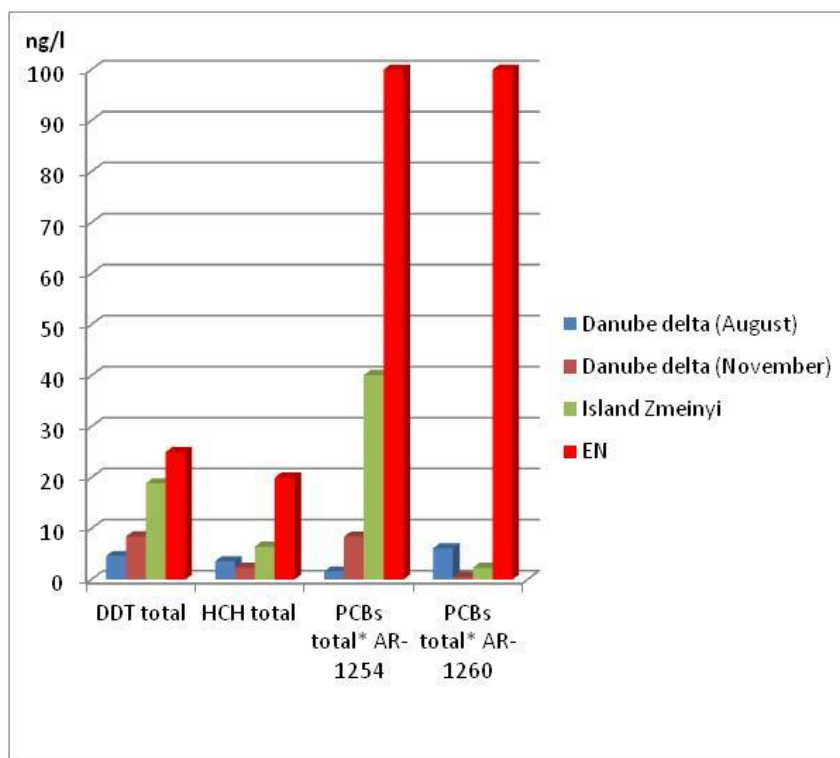


Рисунок 3.3 – Середні концентрації ХОП та ПХБ в українських морських водах у 2018 році

Інтегральна оцінка якості морської екосистеми в дельті Дунаю за результатами експедиції у серпні 2018 року представлена на рисунках 3.4-3.5.

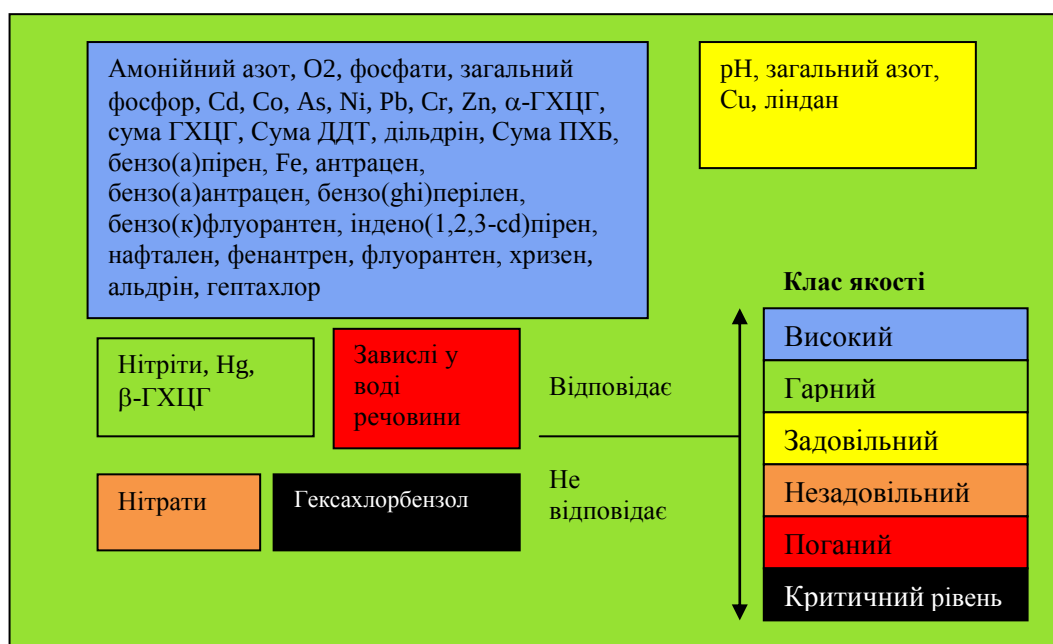


Рисунок 3.4 – Класи якості поверхневих морських вод дельти Дунаю у серпні 2018 року, оцінені за інтегральним параметром «екологічного стандарту якості морського середовища»

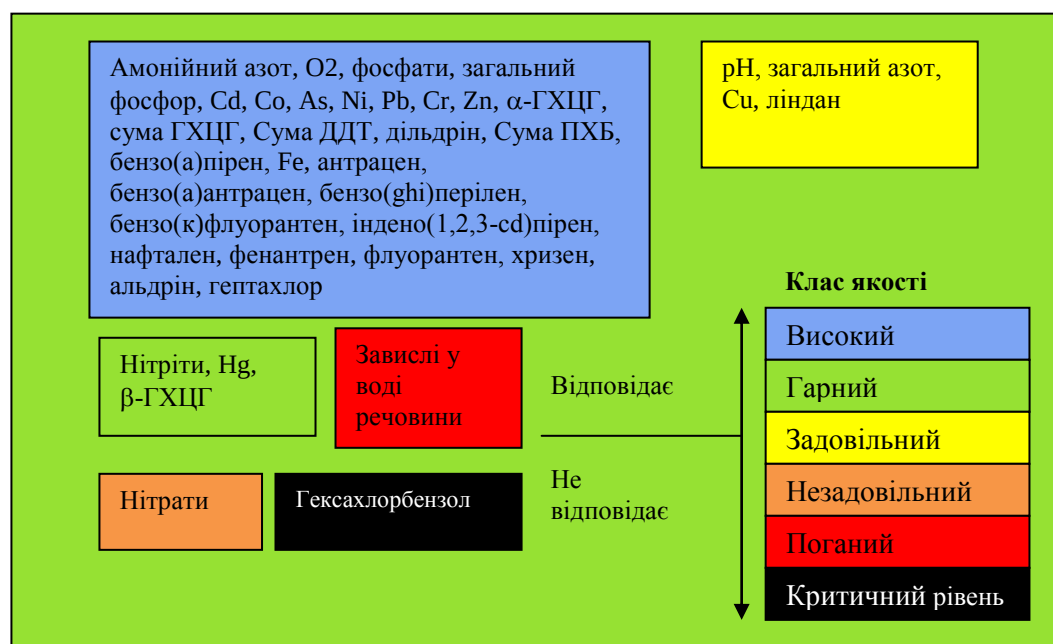


Рисунок 3.5 – Класи якості придонних морських вод дельти Дунаю у серпні 2018 року, оцінені за інтегральним параметром «екологічного стандарту якості морського навколишнього середовища»

Інтегральна оцінка якості морської екосистеми в дельті Дунаю за результатами експедиції у листопаді 2018 року представлена на рисунках 3.6-3.7.

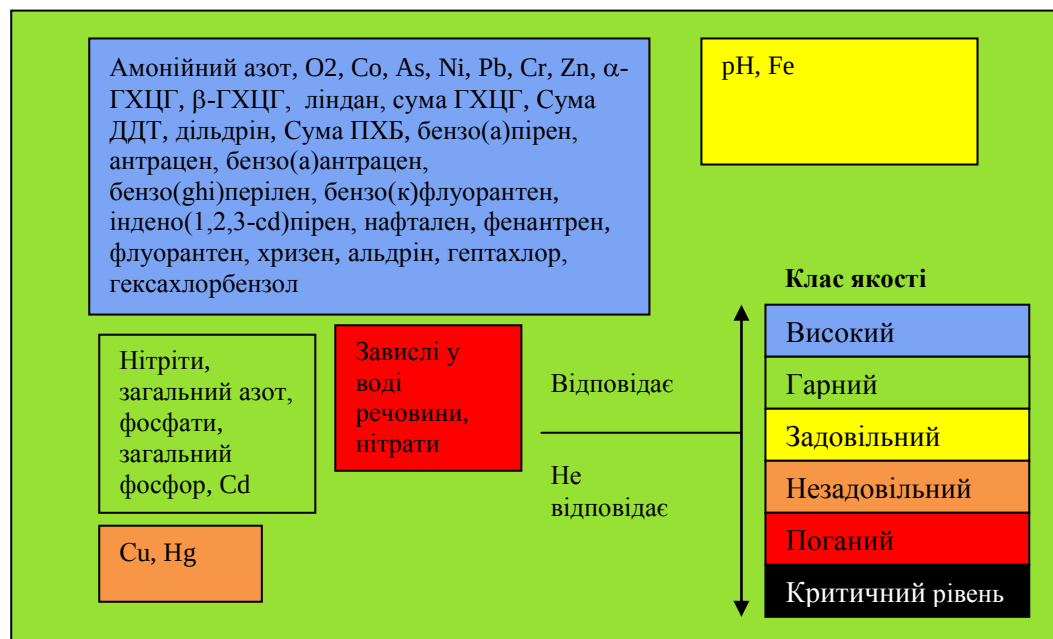


Рисунок 3.6 – Класи якості поверхневих морських вод дельти Дунаю у листопаді 2018 року, оцінені за інтегральним параметром «екологічного стандарту якості морського середовища»

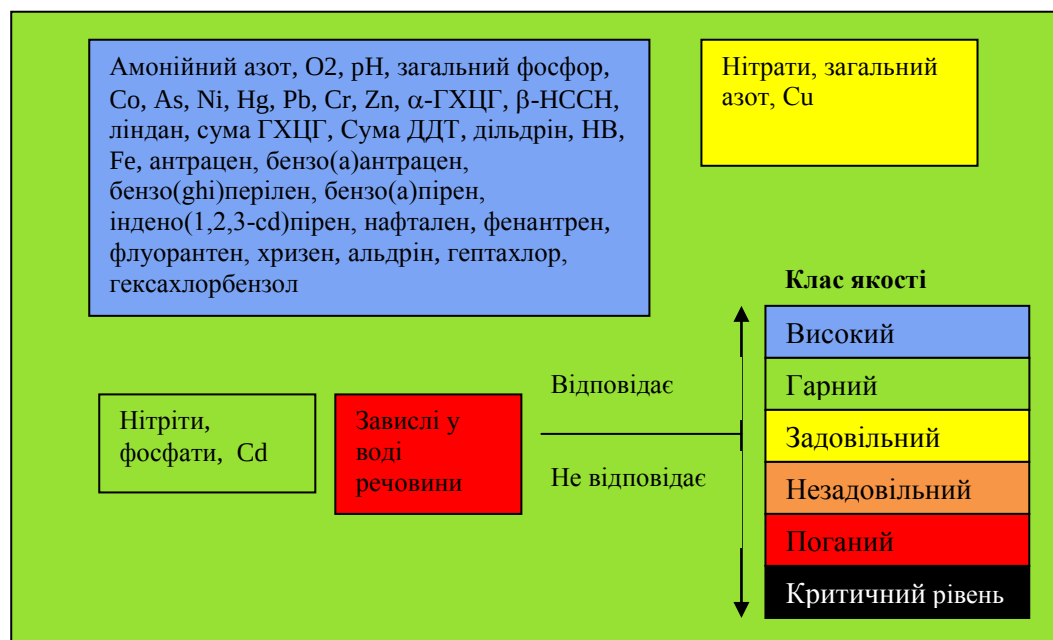


Рисунок 3.7 – Класи якості придонних морських вод дельти Дунаю у листопаді 2018 року, оцінені за інтегральним параметром «екологічного стандарту якості морського середовища»

3.2 Донні відкладення

3.2.1 Забруднення донних відкладень токсичними металами, НВ та фенолами за результатами досліджень 2018 року

Середні концентрації токсичних металів (крім Ni, Cr та Cu) у донних відкладеннях для досліджуваних районів у середньому менше ЕН (табл. 3.7).

Таблиця 3.7– Середнє значення токсичних металів в українських д/в

Район	Zn	Co	As	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg
	мкг/г								
Дельта Дунаю (серпень)	96,2	11,5	11,6	40,9	0,48	32,3	52,2	105	0,206
Дельта Дунаю (листопад)	98,7	8,98	9,51	37,2	0,33	35,6	51,4	91,4	0,203
Острів Зміїний	126	3,06	6,42	19,6	0,07	16,6	5,36	8,71	0,047
ЕН	140,0	20,00	29,00	35,00	0,80	85,00	35,00	100,00	0,300
Примітка. Жирним шрифтом виділені концентрації вище ЕН.									

Абсолютні концентрації вмісту металів у д/в зменшується в наступному порядку: цинк > хром > мідь > свинець > миш'як > кобальт > нікель > кадмій > ртуть.

Середні концентрації токсичних металів у донних відкладеннях, відібраних у районі дельти Дунаю у серпні 2018 року, становили від 0,206 мг/кг до 105 мг/кг (табл. 3.8, рис. 3.8).

Ці вимірювання показали, що концентрації токсичних металів зменшується в наступному порядку: Cr, Zn, Cu, Pb, As, Co, Ni, Cd і Hg.

Таблиця 3.8 – Концентрації токсичних металів в д/в районі дельти Дунаю (серпень 2018 року)

Метали	Середнє значення для всіх зразків в д/в	Мін.	Макс.
	мг/кг		
Al	55400	32700	74300
As	11,6	5,67	21,9
Cd	0,481	0,124	0,869
Co	11,5	4,69	15,5
Cu	40,9	3,79	78,7
Hg	0,206	0,081	0,679
Pb	32,3	11,8	58,5
Zn	96,2	27,9	152
Ni	52,2	6,14	89,3
Cr	105	40,9	139
Fe	34600	13400	47900
Mn	791	388	1240

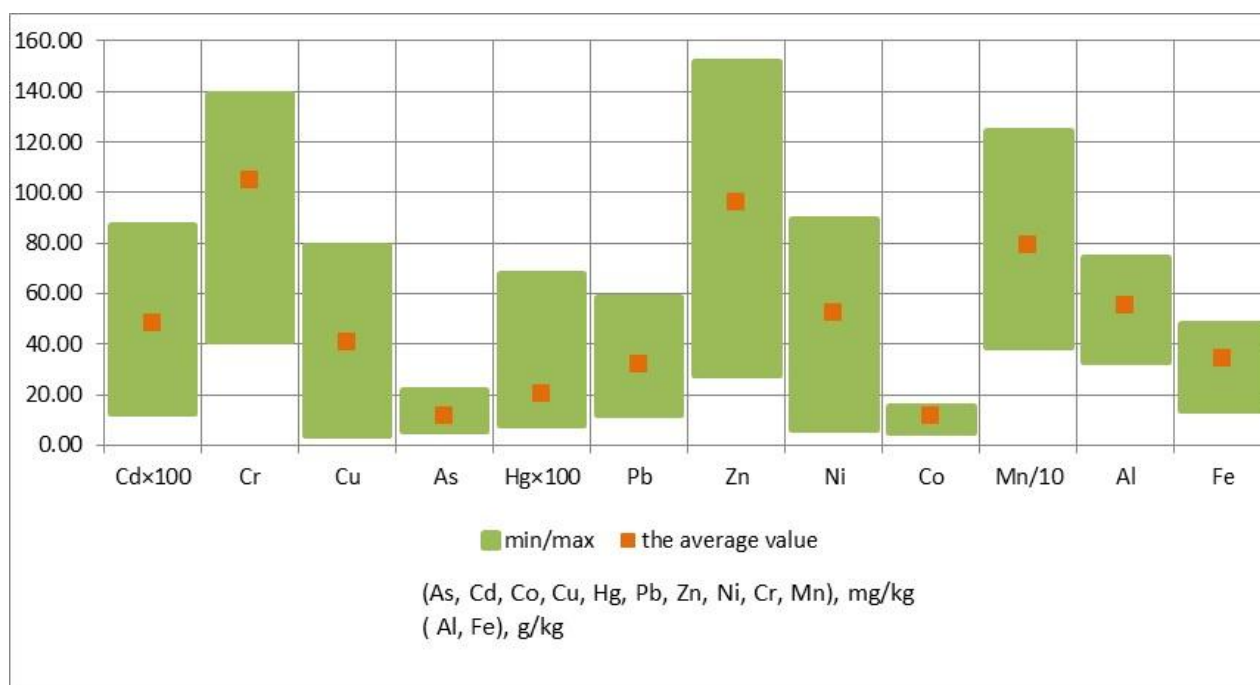


Рисунок 3.8 – Максимальні, мінімальні та середні значення концентрацій металів для всіх проб д/в у районі дельти Дунаю (серпень 2018 року)

Серед усіх металів у найвищій концентрації у д/в виявлено цинк (максимум на станції 10-2 (152 мг/кг)). Підвищені концентрації цинку (рис. 3.9) також спостерігалися на станції 7-2 (122 мг/кг) та на станції 18 (124 мг/кг).

Розповсюдження миш'яку, свинцю та міді в донних відкладеннях на досліджуваній території мало однаковий характер. На станції 10-2 було зафіксовано максимальний вміст миш'яку (21,9 мг/кг), свинцю (58,5 мг/кг) та міді (78,7 мг/кг) (рис. 3.10 – 3.12).

Максимальна концентрація ртуті виявлена у д/в також поблизу станції 10-2 (0,679 мг/кг) (рис. 3.13).

Максимальний вміст кадмію зафіксовано на станції 10-3 (0,869 мг/кг) (рис. 3.14).

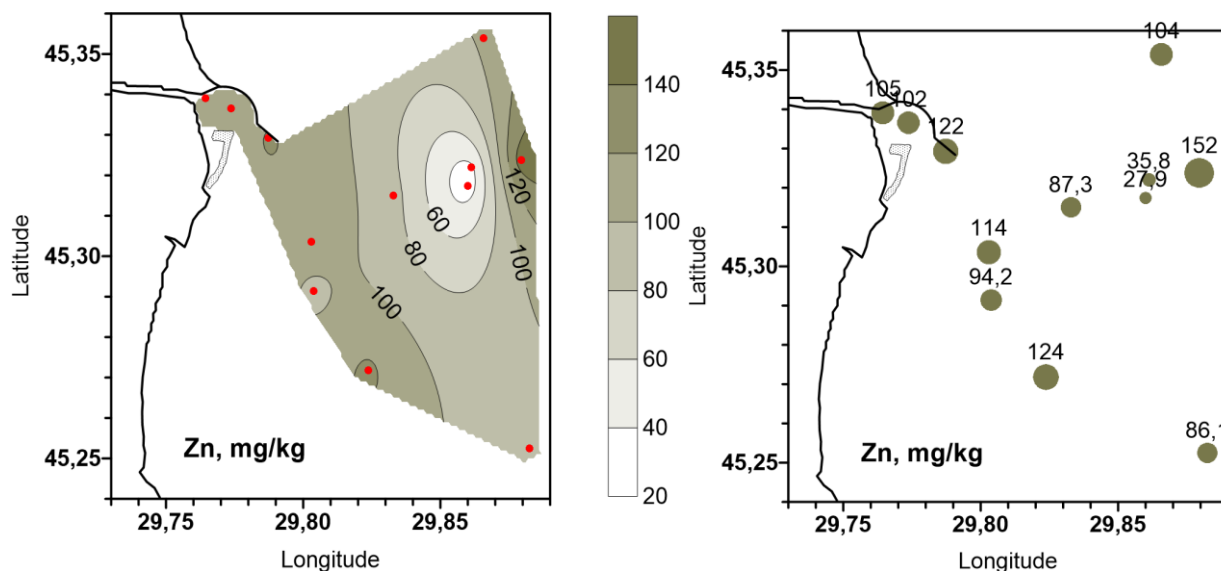


Рисунок 3.9 – Просторовий розподіл цинку у д/в, мг/кг

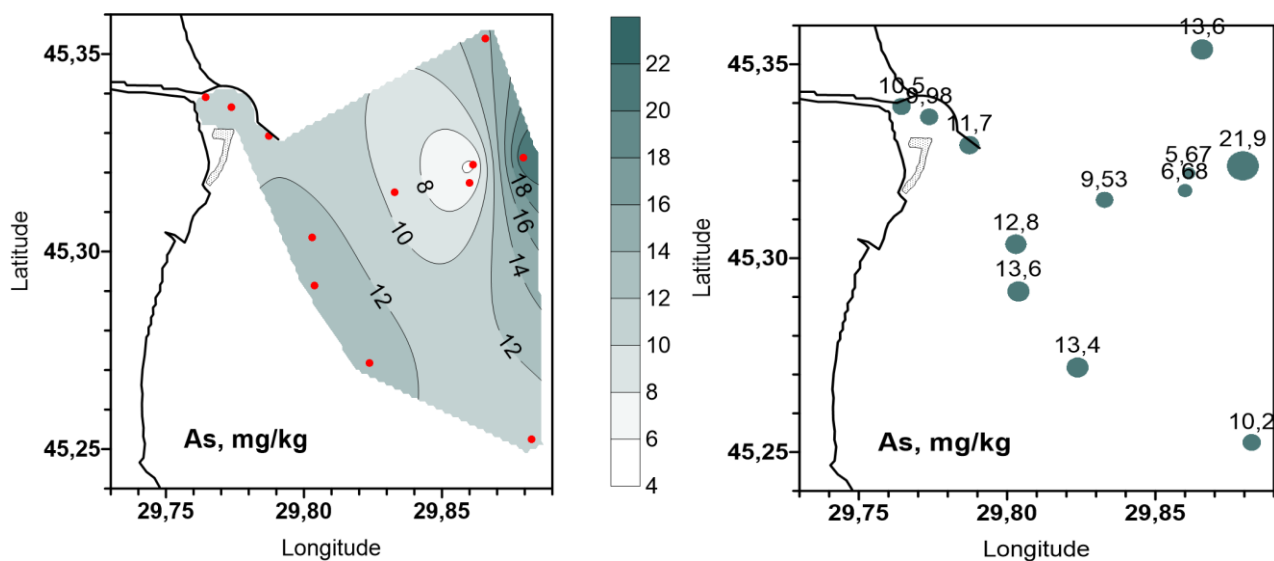


Рисунок 3.10 – Просторовий розподіл миш'яку у д/в, мг/кг

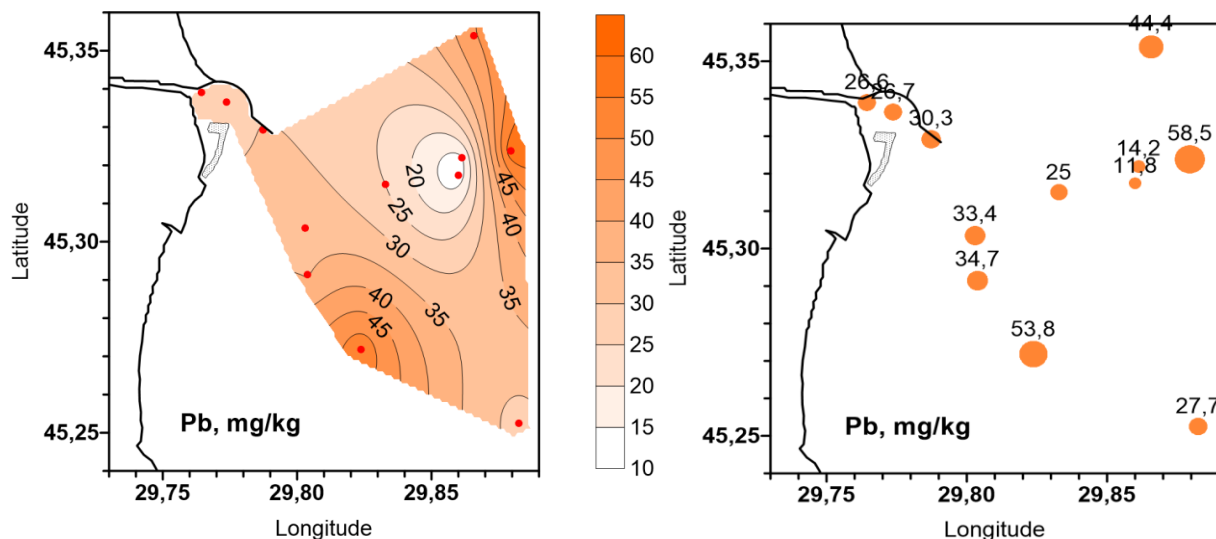


Рисунок 3.11 – Просторовий розподіл свинцю у д/в, мг/кг

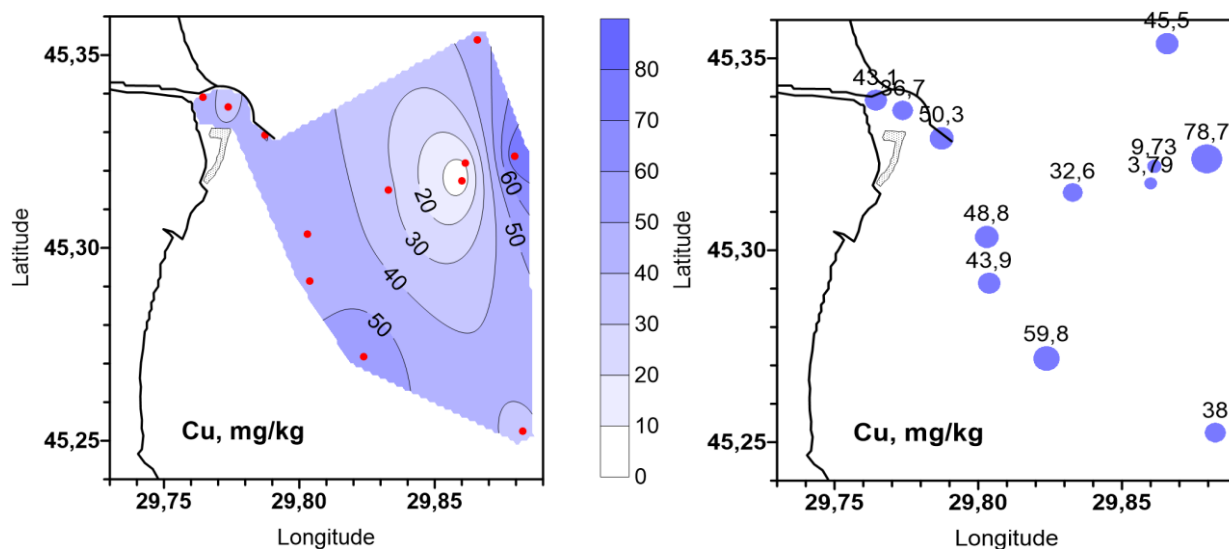


Рисунок 3.12 – Просторовий розподіл міді у д/в, мг/кг

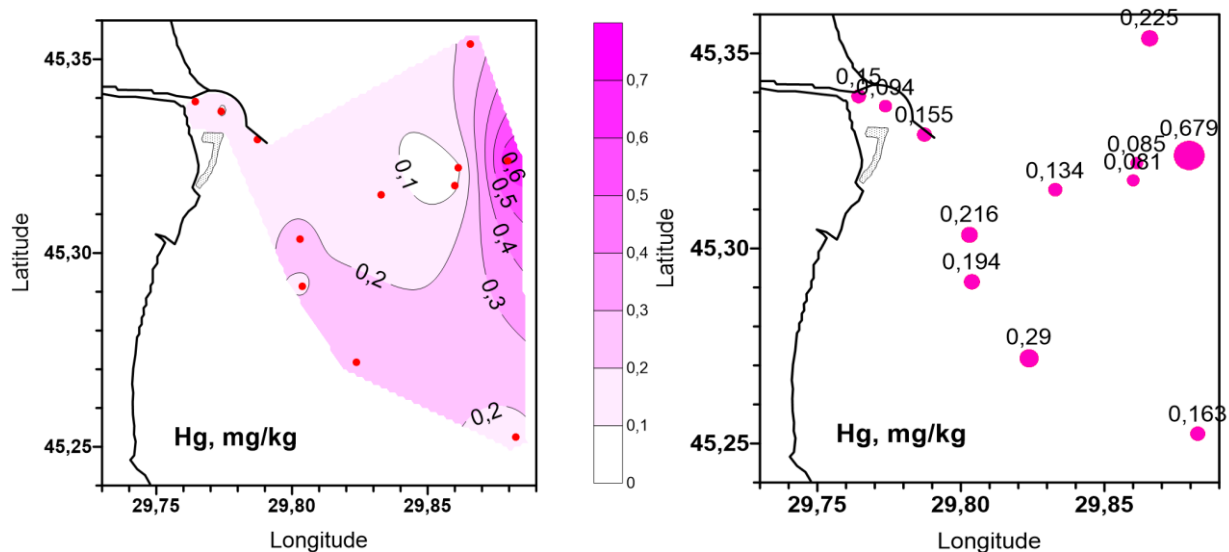


Рисунок 3.13 – Просторовий розподіл ртуті у д/в, мг/кг

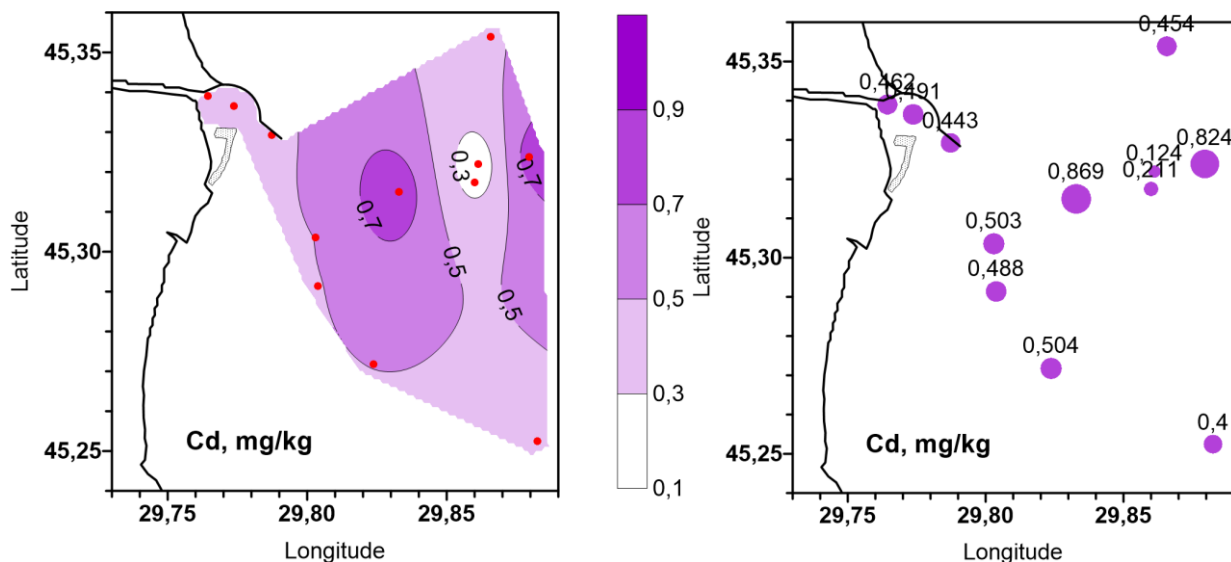


Рисунок 3.14 – Просторовий розподіл кадмію у д/в, мг/кг

Результати досліджень показали досить широкий діапазон підвищеної концентрації суми НВ в приморській зоні біля рукава Бистрий (рис 3.15). Максимум НВ (2263 мг/кг) було зафіксовано в районі станції 18.

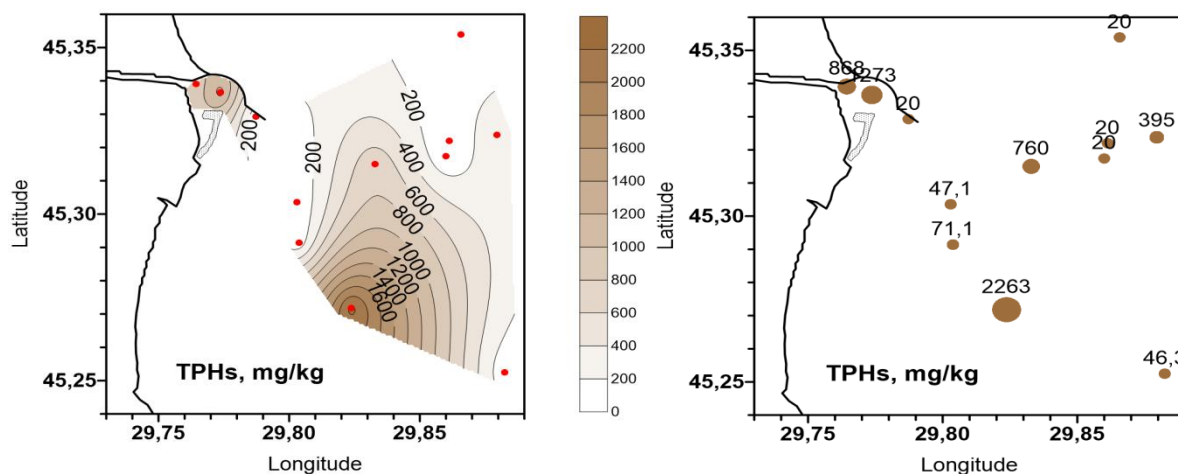


Рисунок 3.15 – Просторовий розподіл суми НВ у д/в, мг/кг

Просторовий розподіл фенолів у д/в представлений на рис. 3.16. Максимальна концентрація спостерігалася на станції 7-2 (2,41 мг/кг), мінімальна концентрація – на станції 10-4 (0,42 мг/кг).

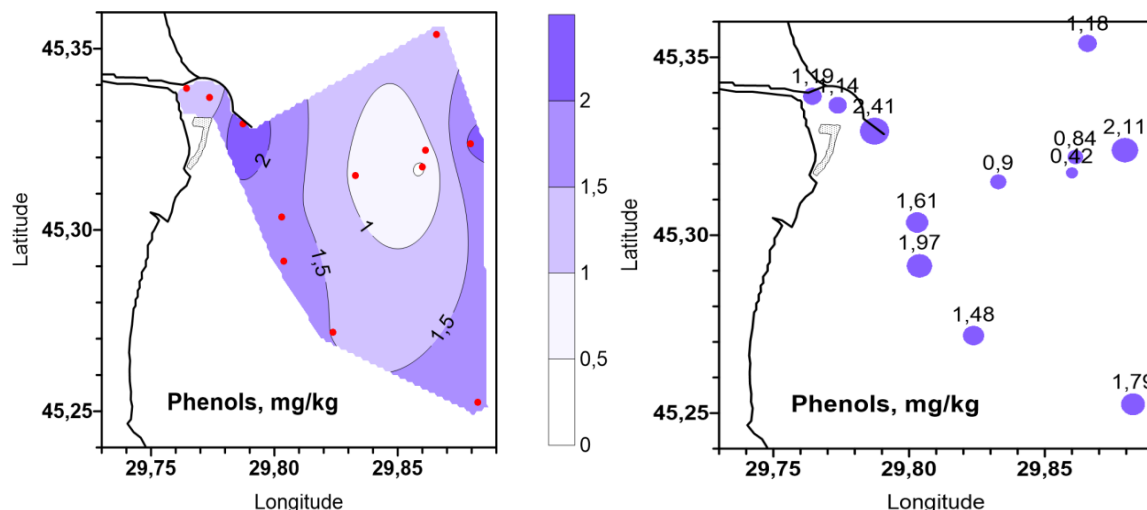


Рисунок 3.16 – Просторовий розподіл фенолів у д/в, мг/кг

Середні концентрації токсичних металів у донних відкладеннях, відібраних у районі дельти Дунаю у листопаді 2018 року, становили від 0,203 мг/кг до 98,7 мг/кг (табл. 3.9, рис. 3.17).

Ці вимірювання показали, що концентрації токсичних металів зменшуються в наступному порядку: Zn, Cr, Ni, Cu, Pb, As, Co, Cd і Hg.

Таблиця 3.9 – Концентрації токсичних металів у д/в районі дельти Дунаю (листопад 2018 року)

Метали	Середнє значення для всіх зразків в д/в	Мін.	Макс.
	мг/кг		
Al	70700	37100	126000
As	9,51	5,75	14,1
Cd	0,333	0,172	0,779
Co	8,98	6,39	11,7
Cu	37,2	8,78	64,2
Hg	0,203	0,078	0,340
Pb	35,6	15,3	69,8
Zn	98,7	42,3	145
Ni	51,4	7,34	79,6
Cr	91,4	42,4	129
Fe	32600	13300	44000
Mn	665	343	938

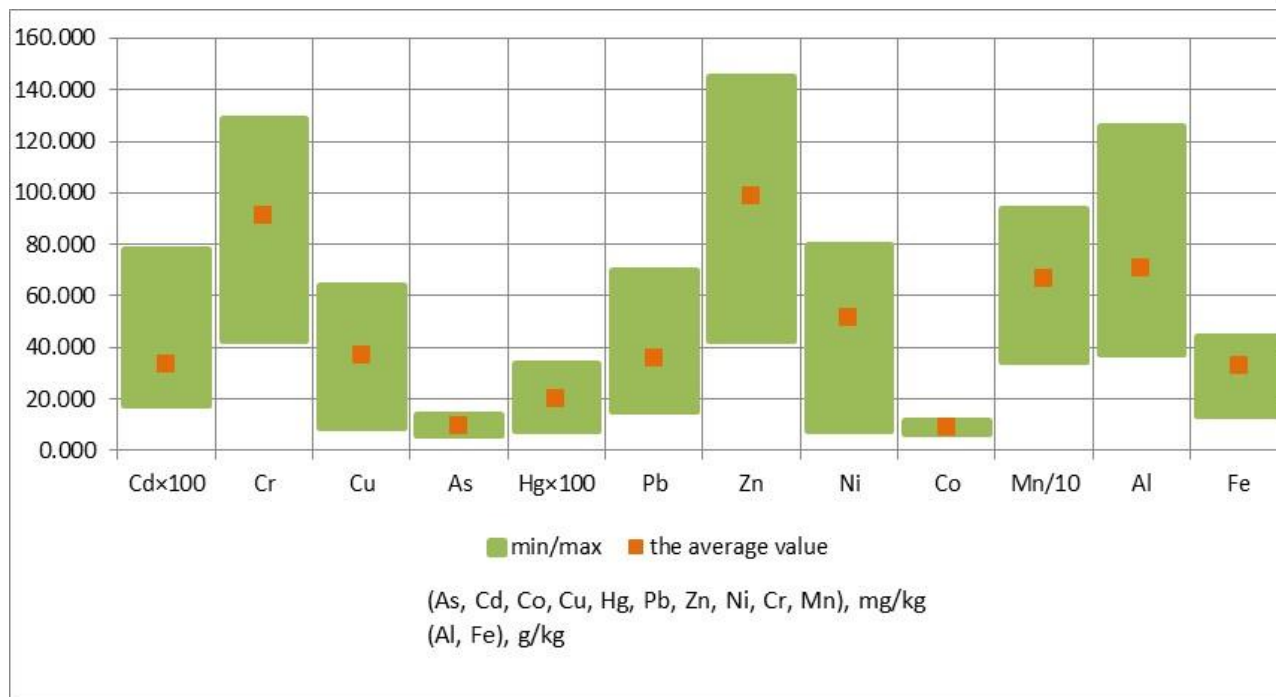


Рисунок 3.17 – Максимальні, мінімальні та середні значення концентрацій металів для всіх проб д/в у районі дельти Дунаю (листопад 2018 року)

Результати аналізу донних відкладень на вміст забруднюючих речовин (токсичні метали, сума НВ та феноли) представлені на рисунках 3.18 – 3.23.

Як видно на рисунку 3.18, серед усіх металів у найвищих концентраціях у д/в був цинк (максимум на станції 17 (145 мг/кг), що перевищує ЕН = 140 мг/кг). Підвищення концентрації цинку також спостерігалось на станції 6 (139 мг/кг) та на станції 7-2 (127 мг/кг).

Максимум міді виявлено на станціях 7-2, 6 та 18 (64,2, 57,3 та 53,4 мг/кг відповідно).

Максимум миш'яку та свинцю у д/в на досліджуваній території зафіксовано на станціях 7-2 та 17 (14,1 та 69,8 мг/кг відповідно).

Максимальна концентрація ртуті виявлена у д/в поблизу станції 17 (0,340 мг/кг). Максимальний рівень кадмію встановлено на станції 7-2 (0,779 мг/кг), але рівень забруднення д/в цим токсичним металом оцінюється як незначний.

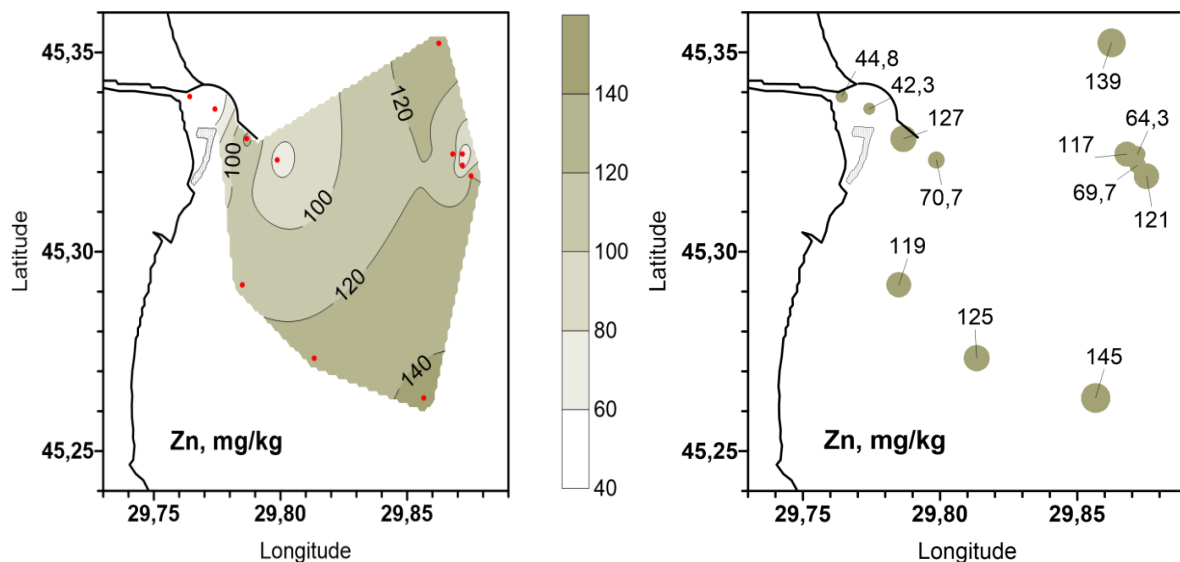


Рисунок 3.18 – Просторовий розподіл цинку у д/в, мг/кг

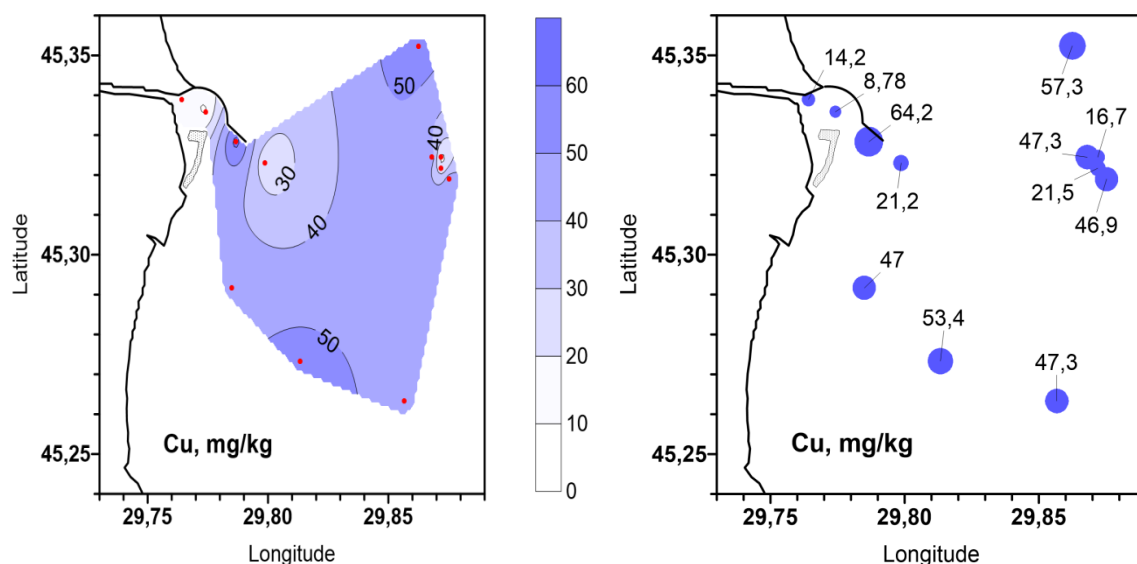


Рисунок 3.19 – Просторовий розподіл міді у д/в, мг/кг

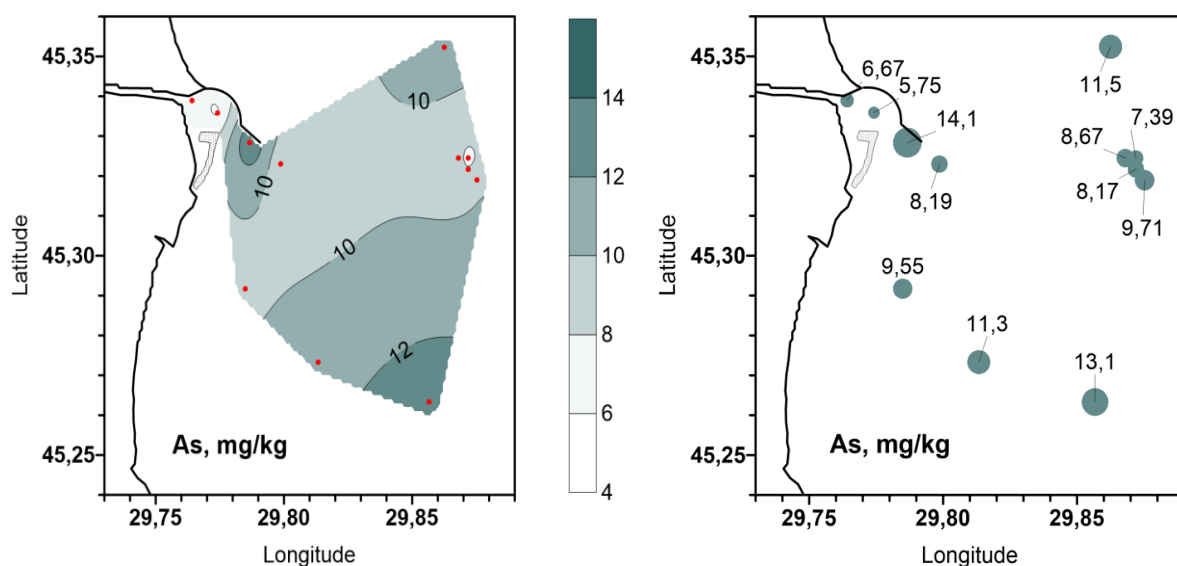


Рисунок 3.20 – Просторовий розподіл миш'яку у д/в, мг/кг

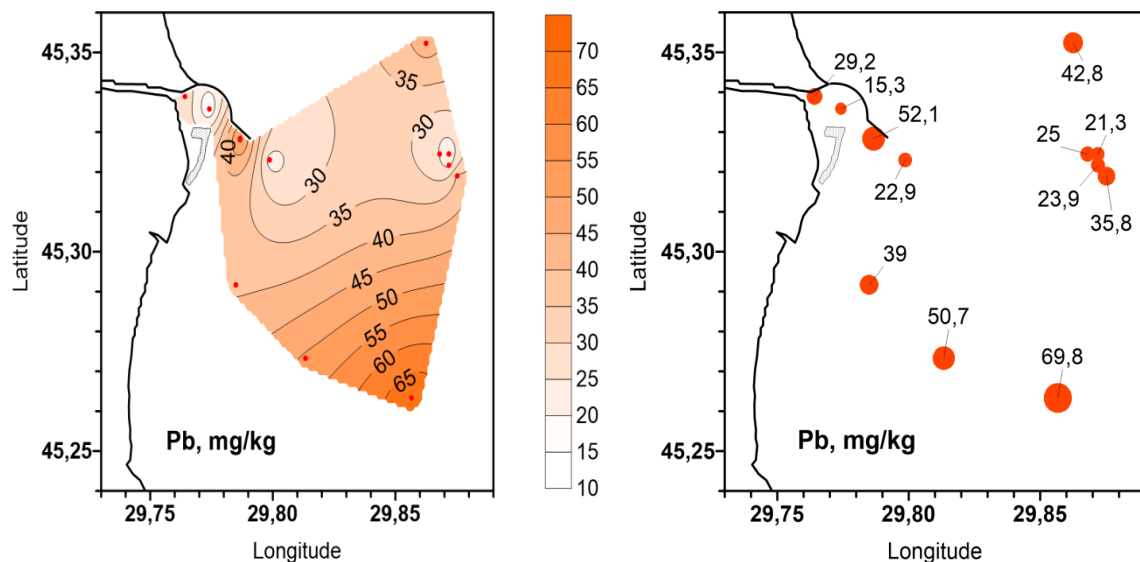


Рисунок 3.21 – Просторовий розподіл свинцю у д/в, мг/кг

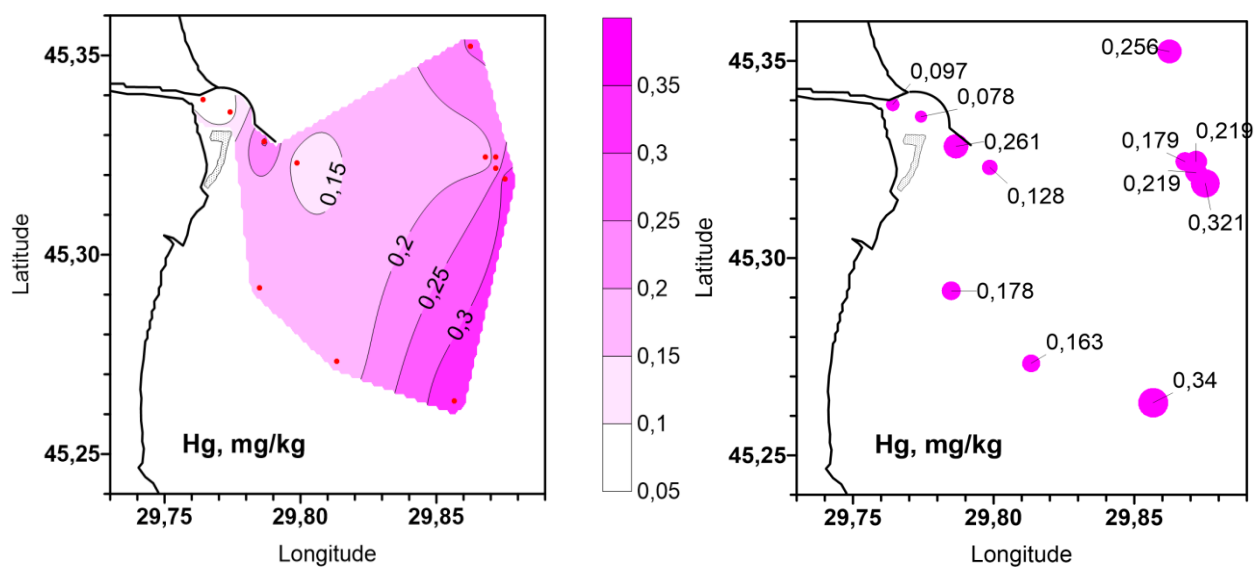


Рисунок 3.22 – Просторовий розподіл ртуті у д/в, мг/кг

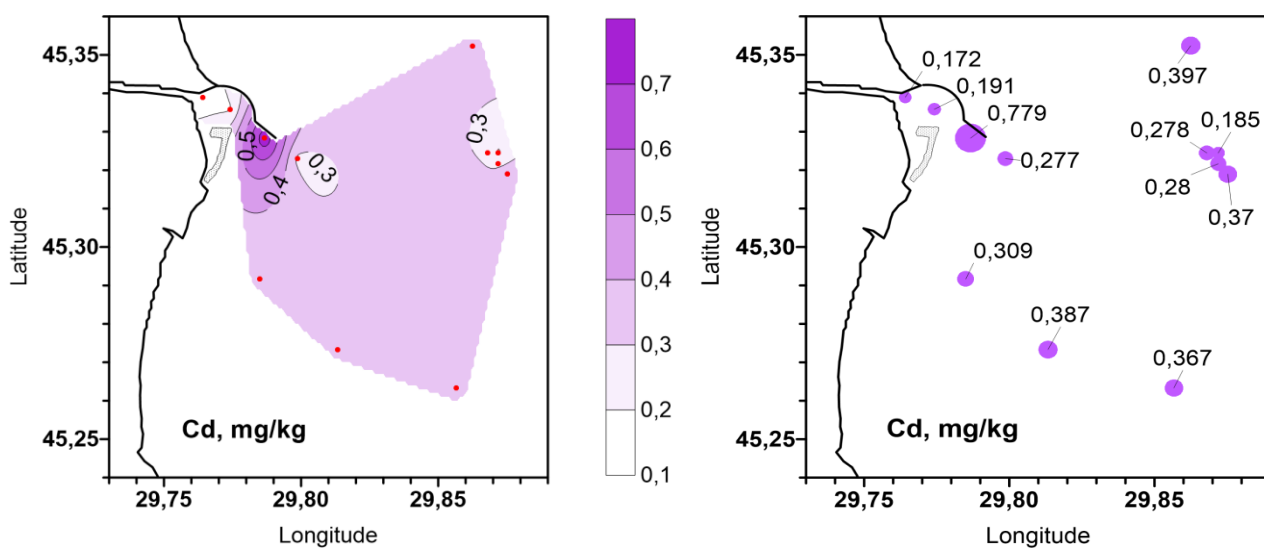


Рисунок 3.23 – Просторовий розподіл кадмію у д/в, мг/кг

Результати дослідження біля рукава Бистрий дозволили встановити, що концентрація нафтопродуктів, також як і металів, була меншою порівняно з попередньою експедицією (рис. 3.24). Максимальна концентрація суми НВ (283 мг/кг) була зафіксована на станції 7.

Підвищені концентрації спостерігалися також на станції 7-1 (268 мг/кг), яка знаходиться в підхідному каналі та на станції 8 (253 мг/кг) на виході з нього.

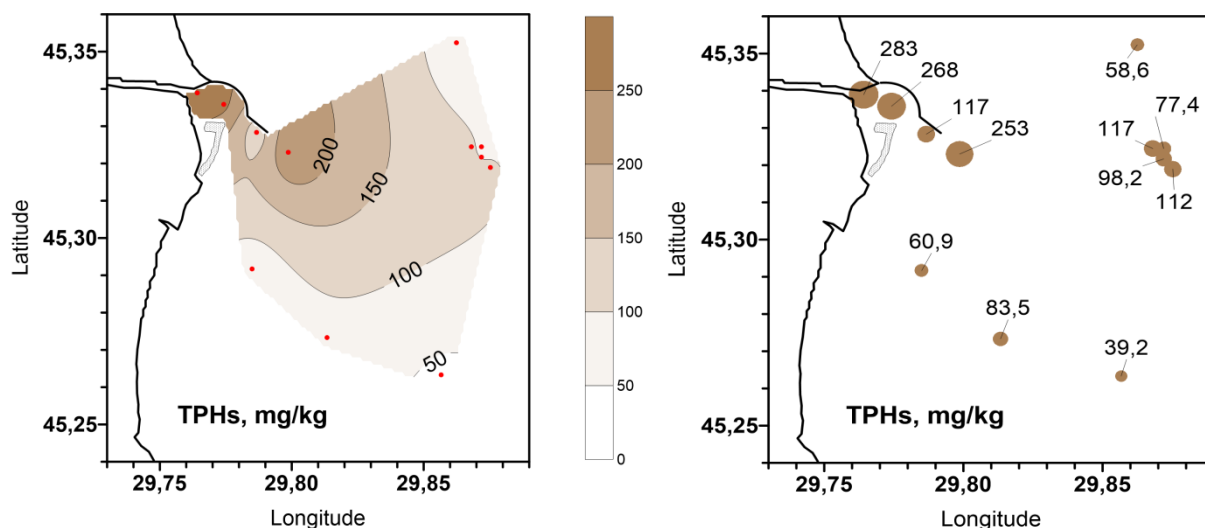


Рисунок 3.24 – Просторовий розподіл суми НВ у д/в, мг/кг

Просторовий розподіл фенолів у д/в представлений на рис. 3.25. Концентрація фенолів коливалася від 0,44 до 2,19 мг/кг. Максимальна концентрація спостерігалася на станції 7-2 (2,19 мг/кг), мінімальна – на станції 10-9 (0,44 мг/кг).

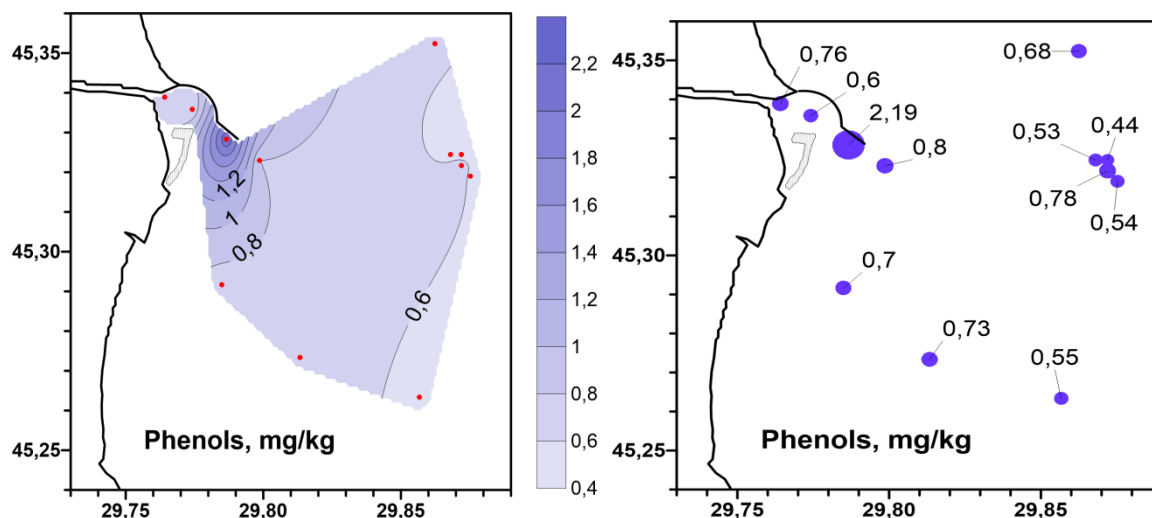


Рисунок 3.25 – Просторовий розподіл фенолів у д/в, мг/кг

3.2.2 Забруднення донних відкладень хлорорганічними пестицидами та поліхлорбіфенілами за результатами досліджень 2018 року

Середні концентрації суми ДДТ та його метаболітів, ліндану та його ізомерів у д/в у 2018 році представлені у табл.3.10 та на рис. 3.26.

Концентрація суми ДДТ коливалась в межах 3,74-34,8 нг/г і перевищувала ЕН = 2,5 нг/г. Концентрація суми ГХЦГ коливалась в межах 0,09-2,05 нг/г, тому вона не перевищувала ЕН = 5,0 нг/г.

Таблиця 3.10 – Середня концентрація органічних сполук в українських д/в у 2018 році

Район	Сума ДДТ	Сума ГХЦГ	ПХБ AR-1254	ПХБ Ar-1260
	нг/г			
Дельта Дунаю (серпень)	34,8	1,15	38,8	2,90
Дельта Дунаю (листопад)	34,4	2,05	27,9	5,22
Острів Зміїний	3,74	0,09	21,8	1,07
ЕН	2,5	5,0	20	20

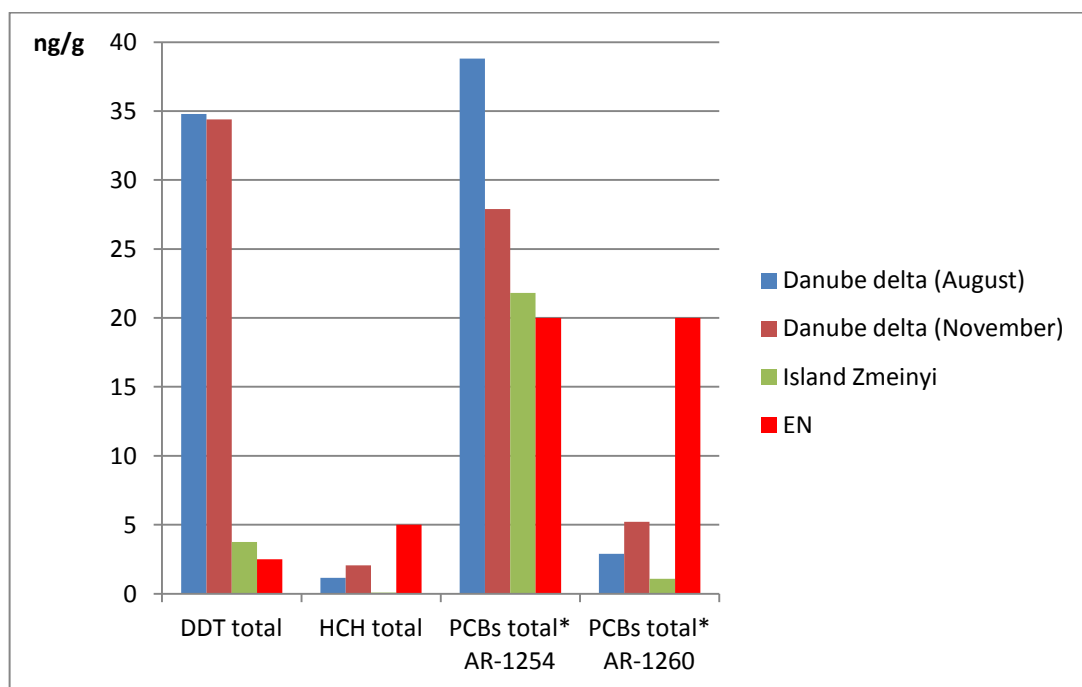


Рисунок 3.26 – Середні концентрації ХОП та ПХБ у д/в у 2018 році

В цілому якість д/в прибережної зони біля Дунаю у серпні 2018 року відповідала «гарному» класу якості, але за деякими параметрами (Cu, Cr) відповідала «задовільному» класу якості, для ліндану та суми ДДТ – до «поганого» класу якості, а для інших параметрів – критеріям «високого» класу якості (рис. 3.27).

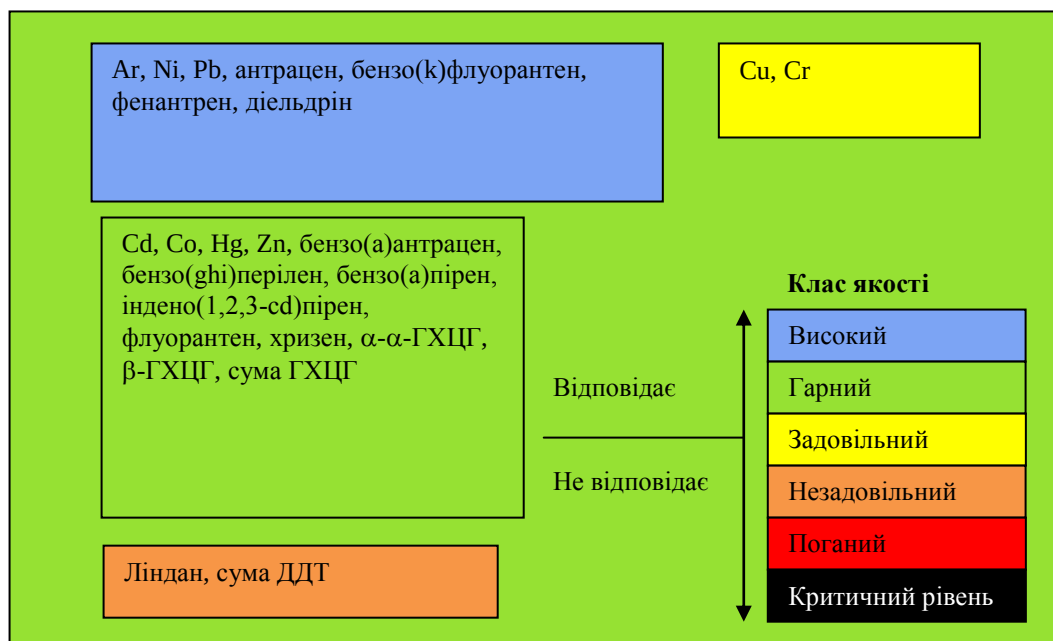


Рисунок 3.27 – Класи якості д/в прибережної зони біля Дунаю у серпні 2018 року

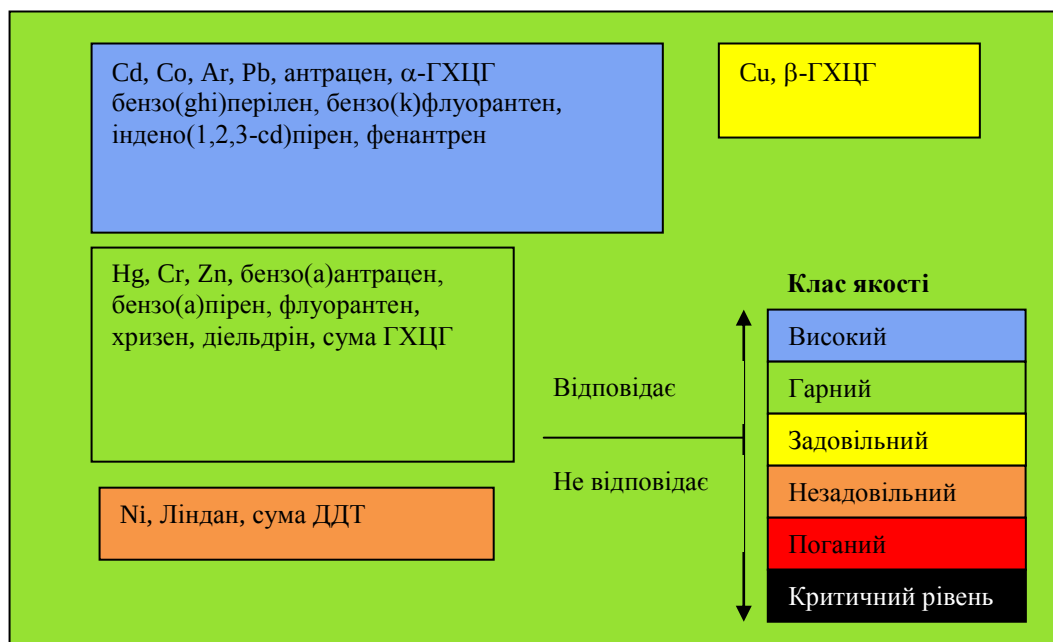


Рисунок 3.28 – Класи якості д/в прибережної зони біля Дунаю у листопаді 2018 року

3.3 Рівень забруднення риби та молюсків

3.3.1 Рівень забруднення риби та молюсків токсичними металами

Концентрація токсичних металів у зразках біоти у 2018 році представлена на рисунку 3.29-3.30.

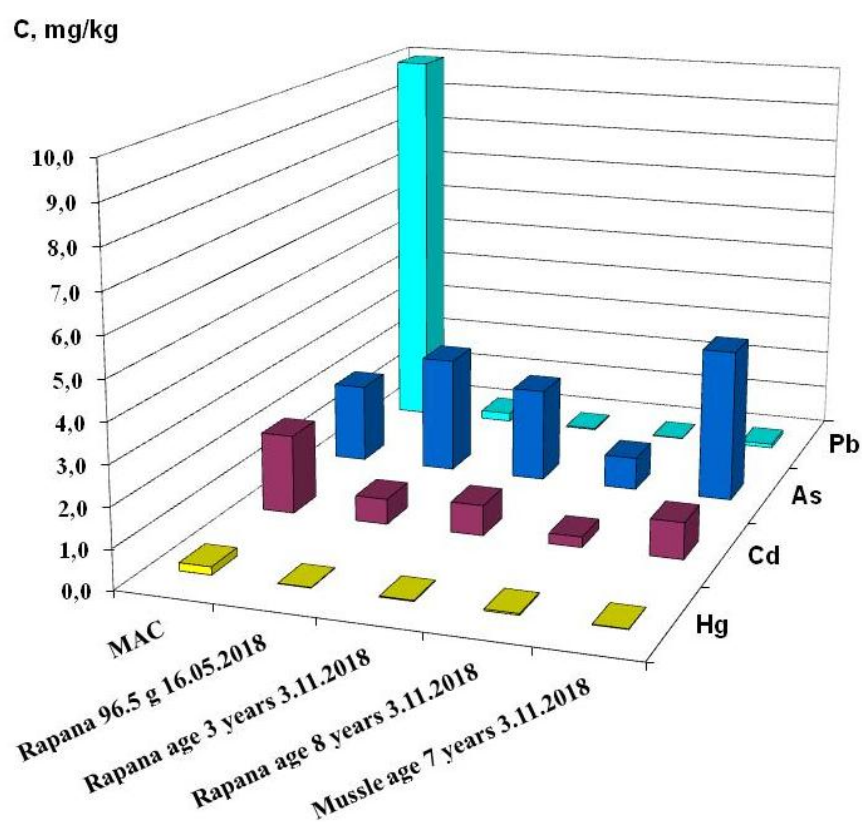


Рисунок 3.29 – Концентрації токсичних металів (ртуть, кадмій, миш'як, свинець) у тканинах рапани та мідій (острів Зміїний)

C, mg/kg

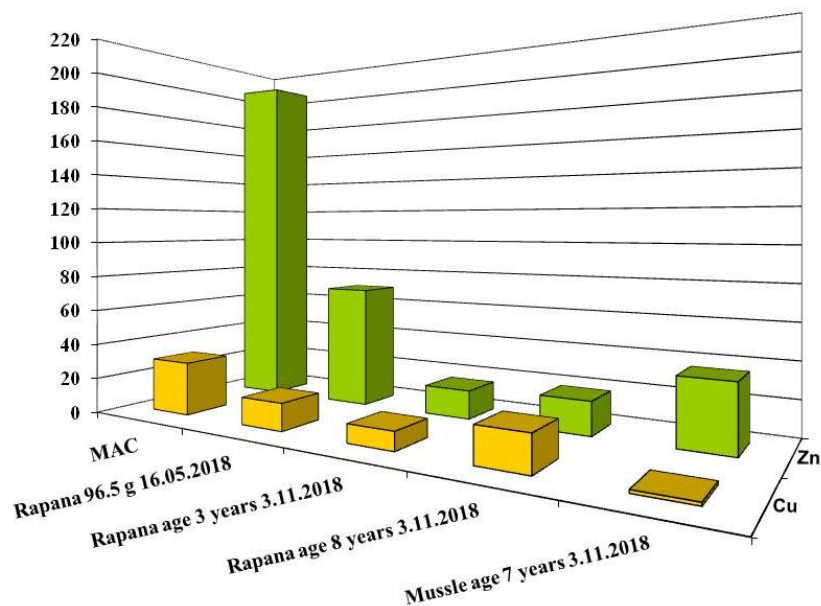


Рисунок 3.30 – Концентрації токсичних металів (мідь, цинк) у тканинах рапани та мідій (острів Зміїний)

Середня концентрація токсичних металів у зразках біоти протягом 2012-2018 років

Концентрація найбільш токсичних металів у зразках біоти представлена на рисунках 3.31-3.36.

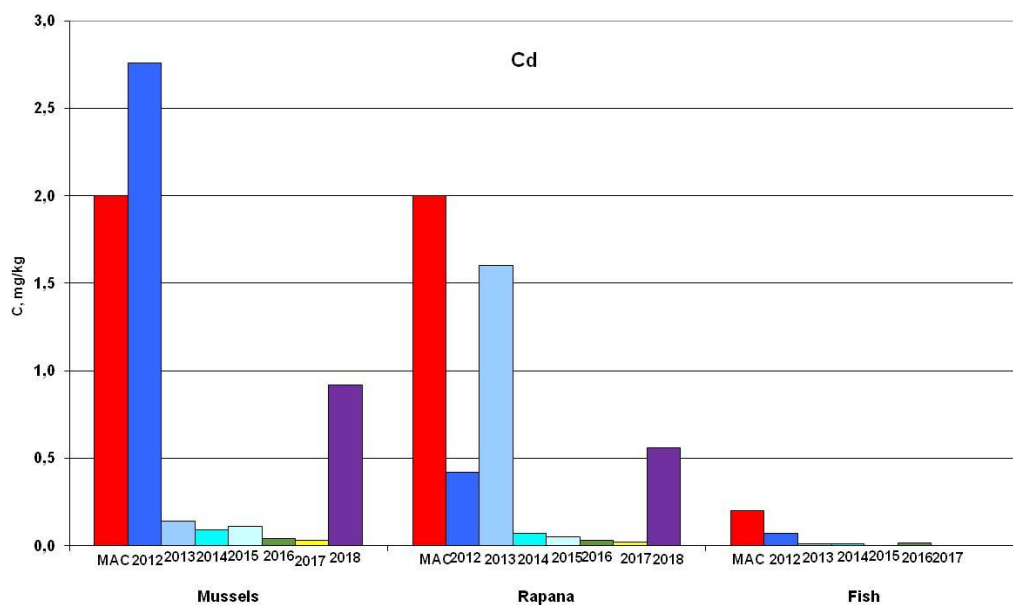


Рисунок 3.31 – Концентрації кадмію у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний)

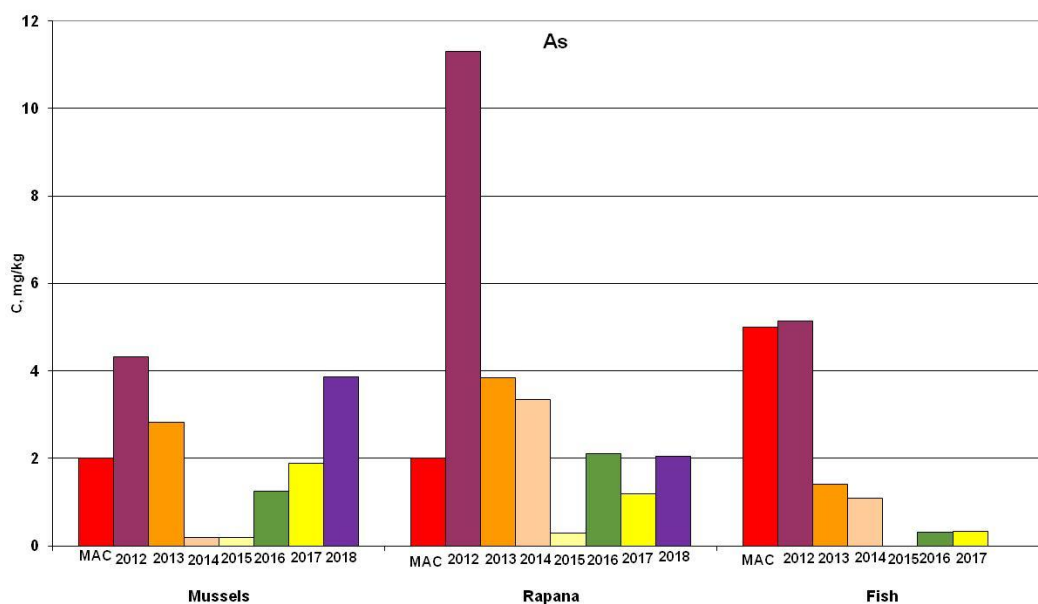


Рисунок 3.32 – Концентрації миш'яку у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний)

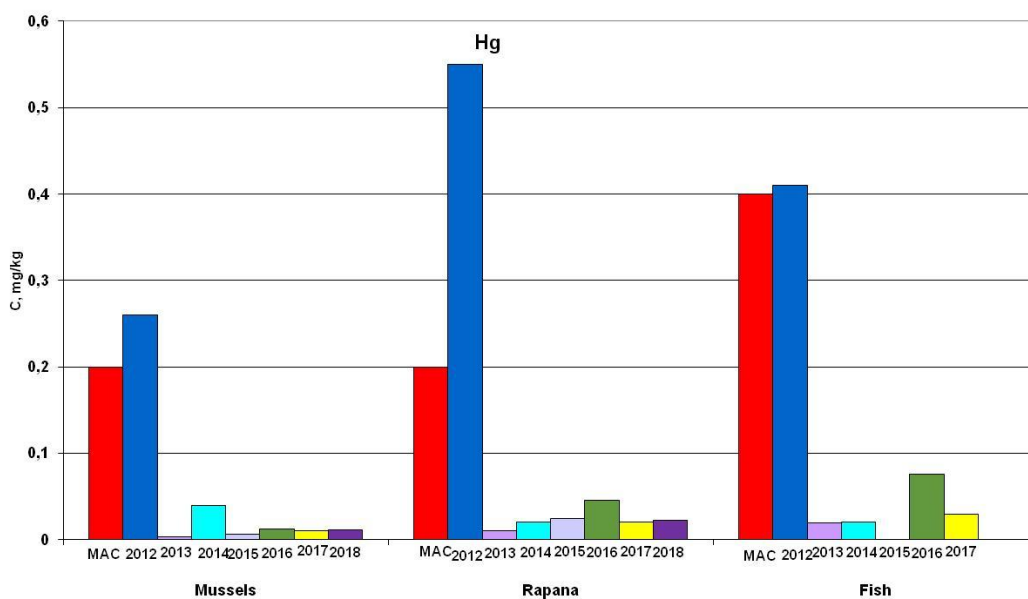


Рисунок 3.33 – Концентрації ртуті у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний)

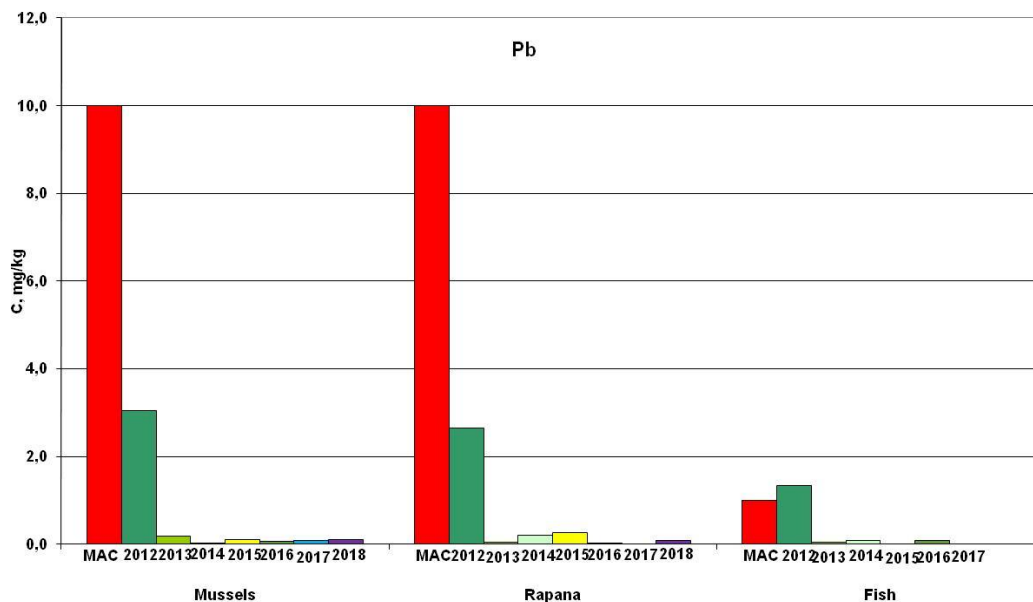


Рисунок 3.34 – Концентрації свинцю у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний)

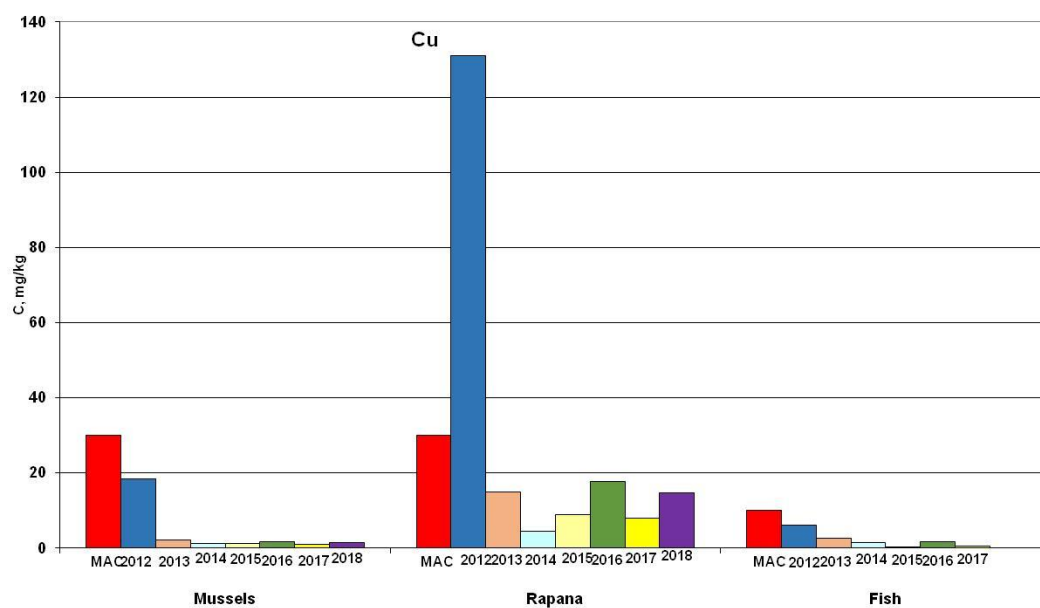


Рисунок 3.35 – Концентрації міді у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний)

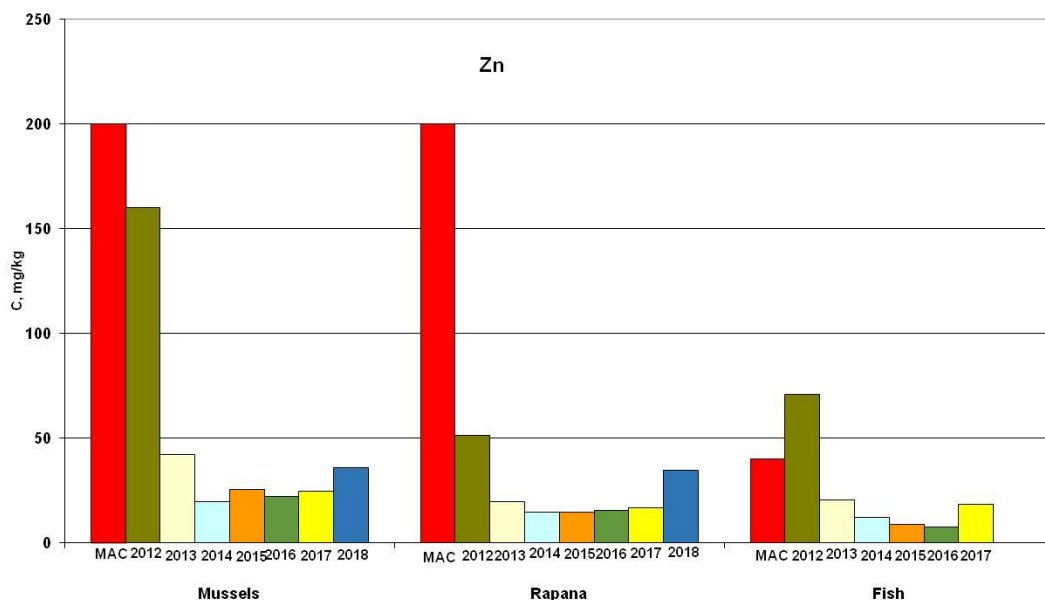


Рисунок 3.36 – Концентрації цинку у тканинах рапани, мідій та риби (острів Змійний)

3.3.2 Рівень забруднення хлорорганічними пестицидами і поліхлорованими біфенілами

Рівень забруднення біоти ХОП та ПХБ наведений на рисунках 3.37-3.39.

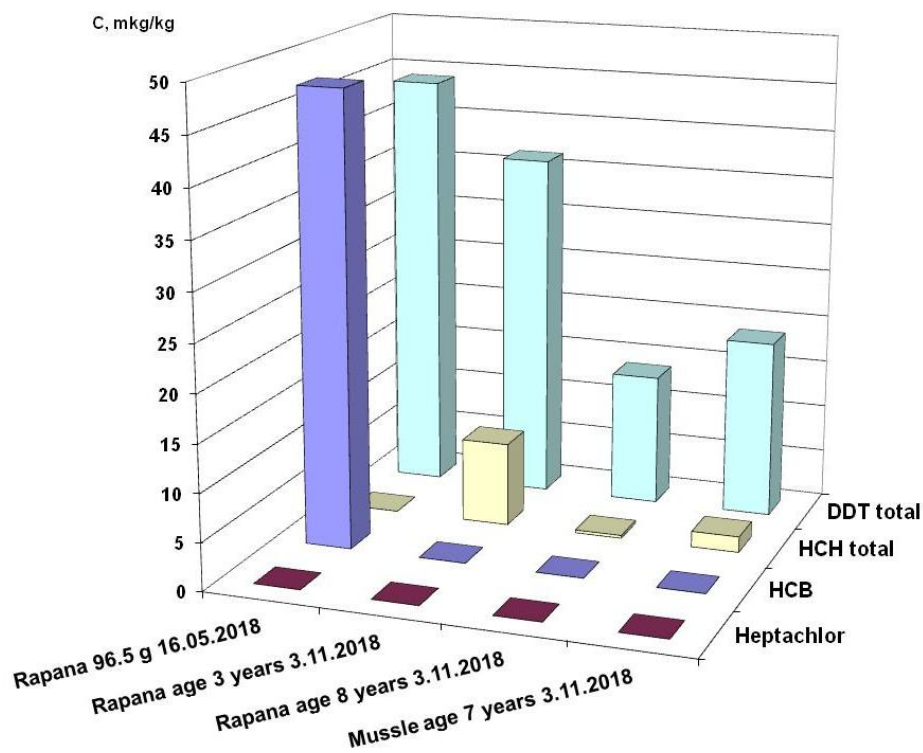


Рисунок 3.37 – Концентрації ХОП у тканинах рапани та мідій (острів Зміїний)

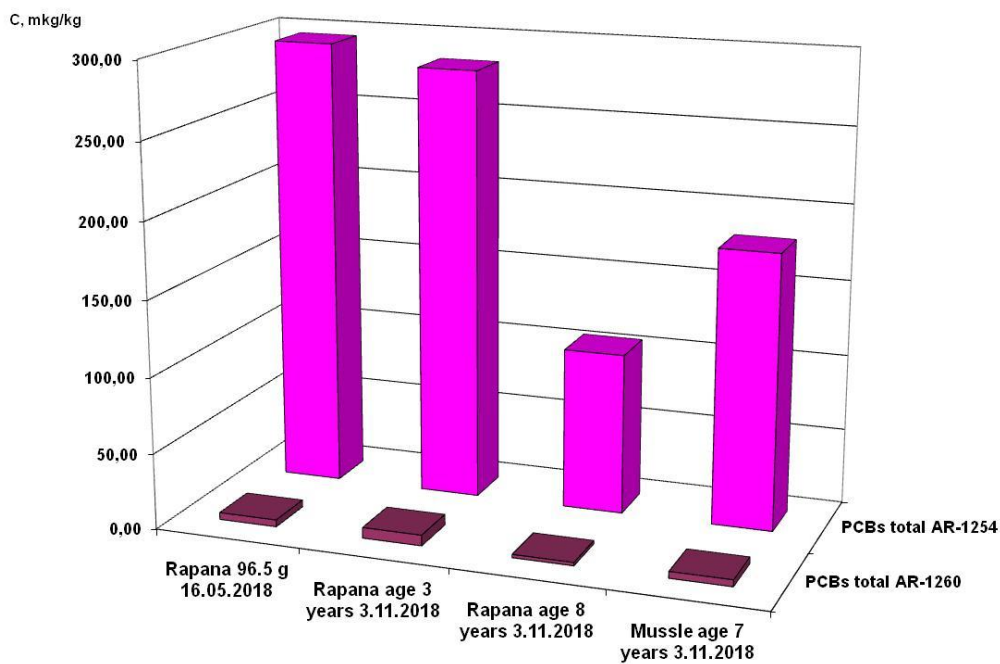


Рисунок 3.38 – Концентрації суми ПХБ у тканинах рапани та мідій (острів Зміїний)

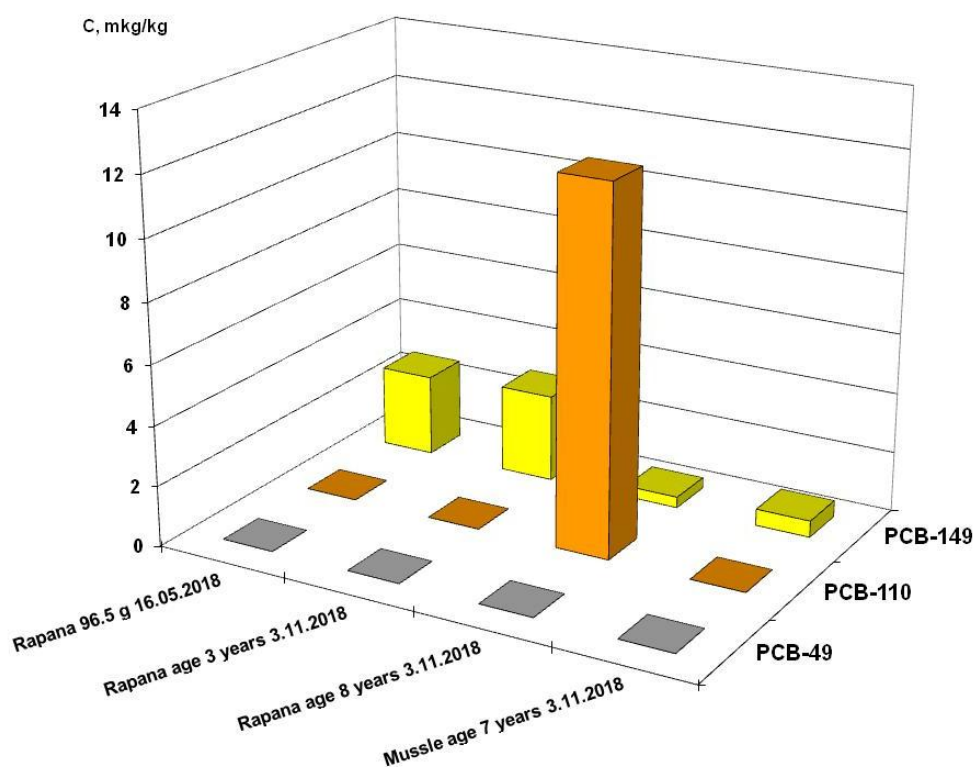


Рисунок 3.39 – Концентрації ХОП (49, 110, 149) у тканинах рапани та мідій (острів Зміїний)

Середня концентрація ХОП та ПХБ у зразках біоти протягом 2012-2018 років

Концентрація основних ХОП та суми ПХБ у зразках біоти представлена на рисунках 3.40-3.45.

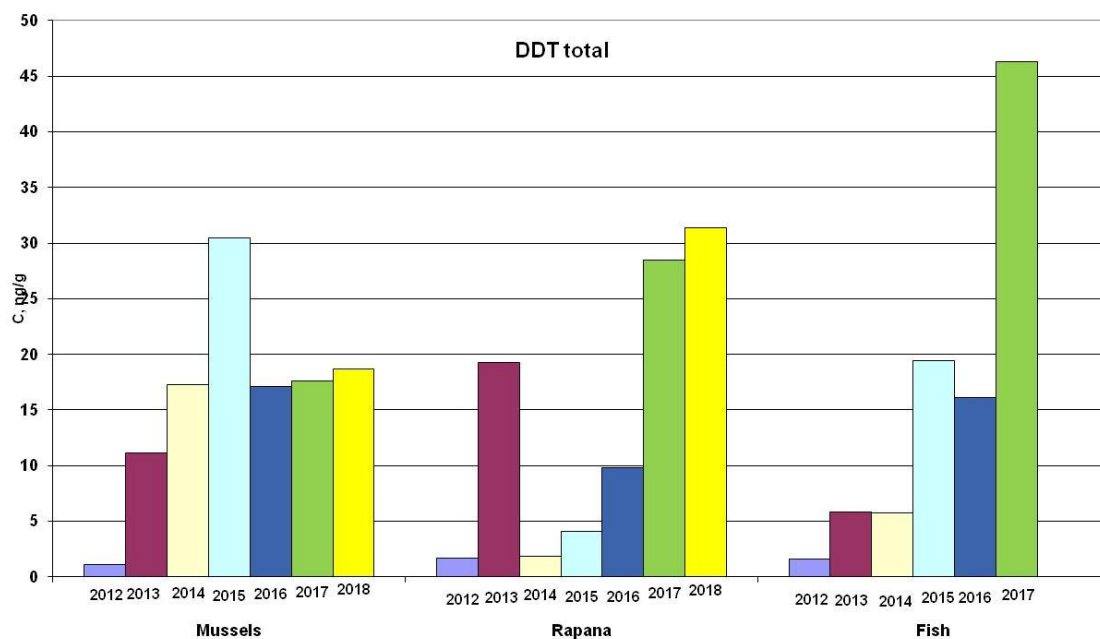


Рисунок 3.40 – Концентрації суми ДДТ у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний, 2012-2018 рр.)

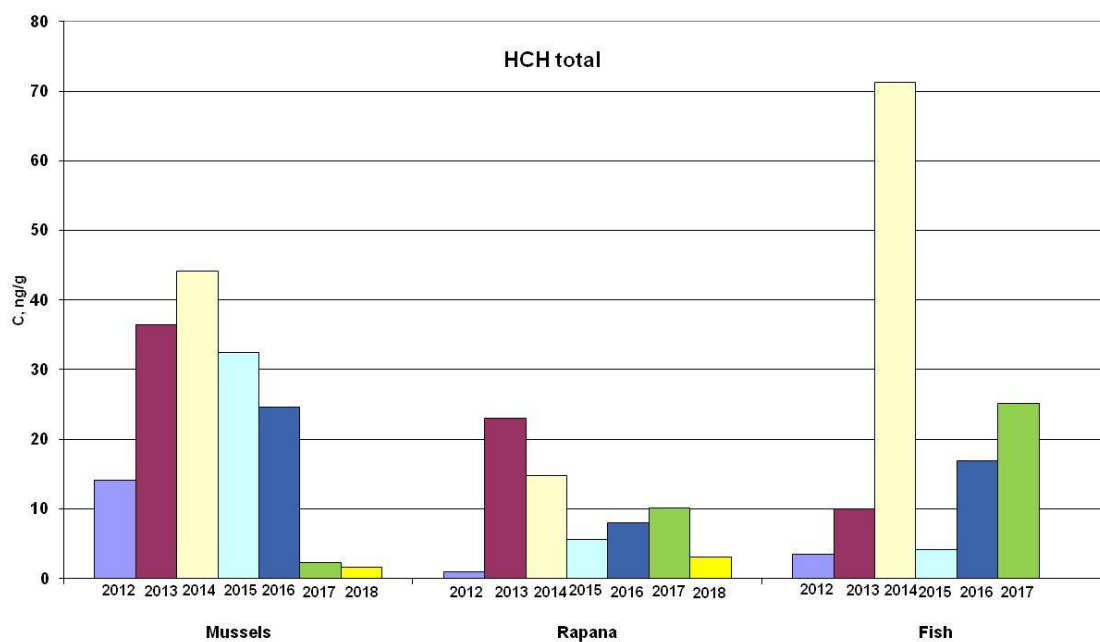


Рисунок 3.41 – Концентрації суми ГХЦГ у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний, 2012-2018 рр.)

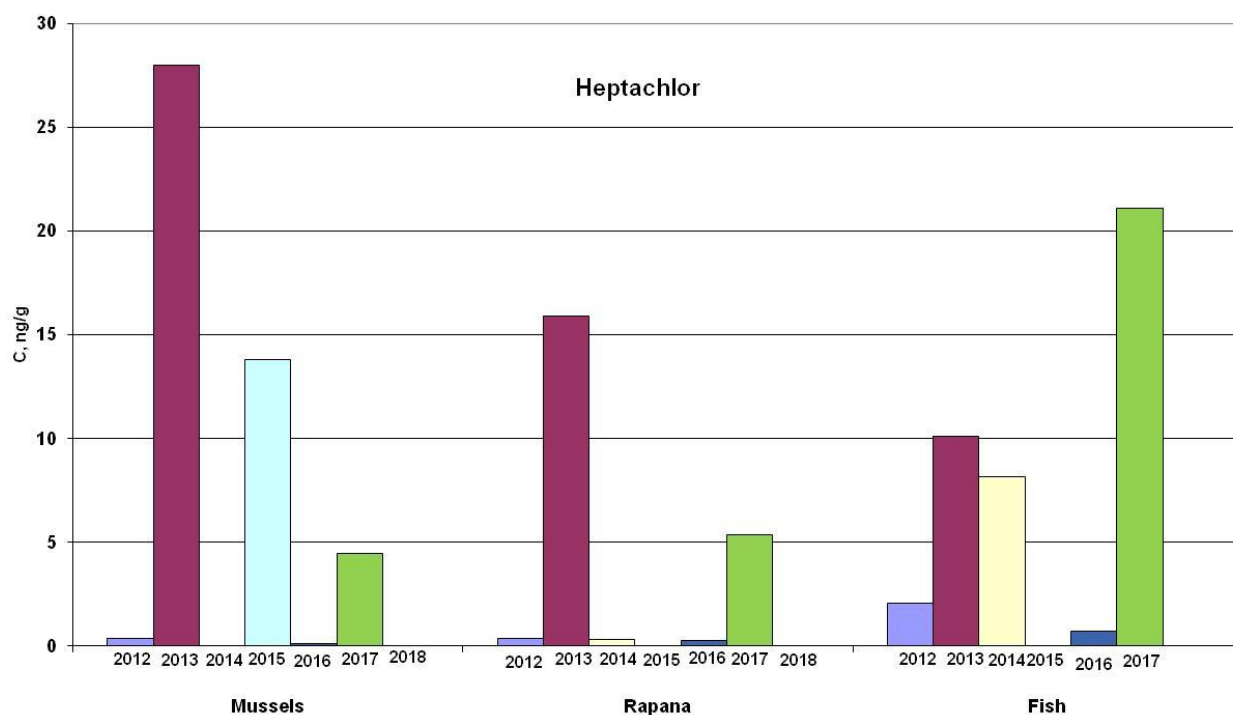


Рисунок 3.42 – Концентрації гептахлору у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний, 2012-2018 рр.)

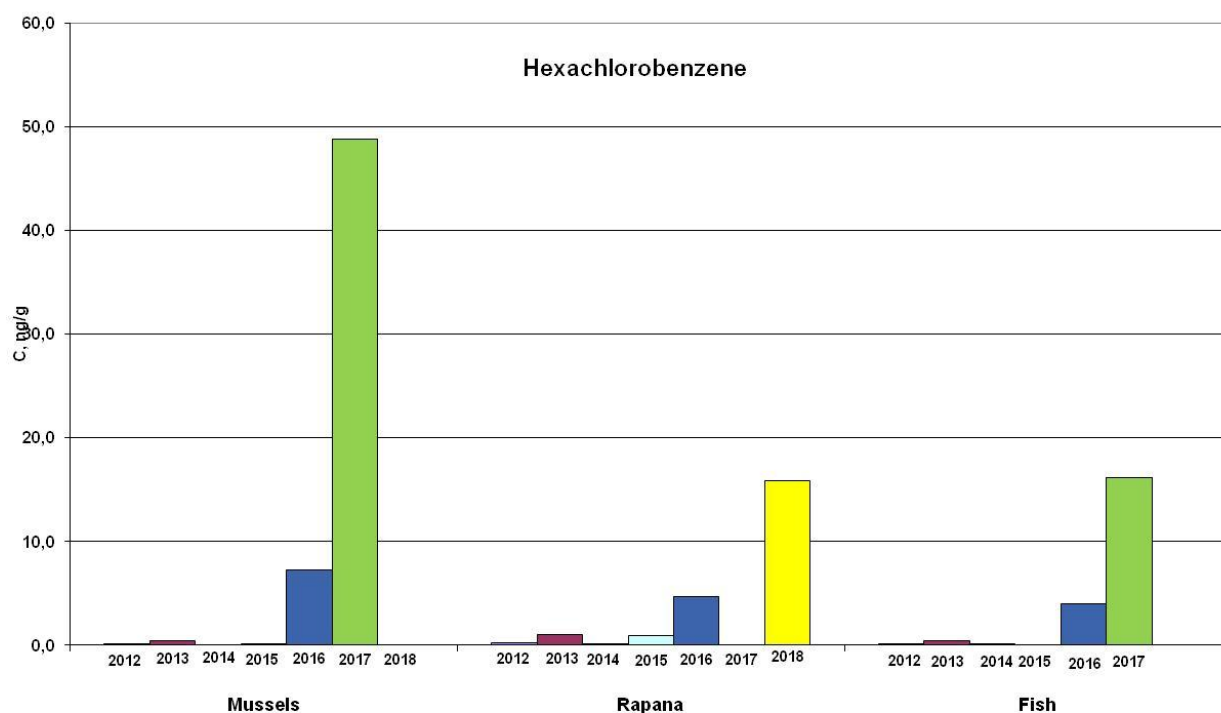


Рисунок 3.43 – Концентрації ГХБ у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний, 2012-2018 рр.)

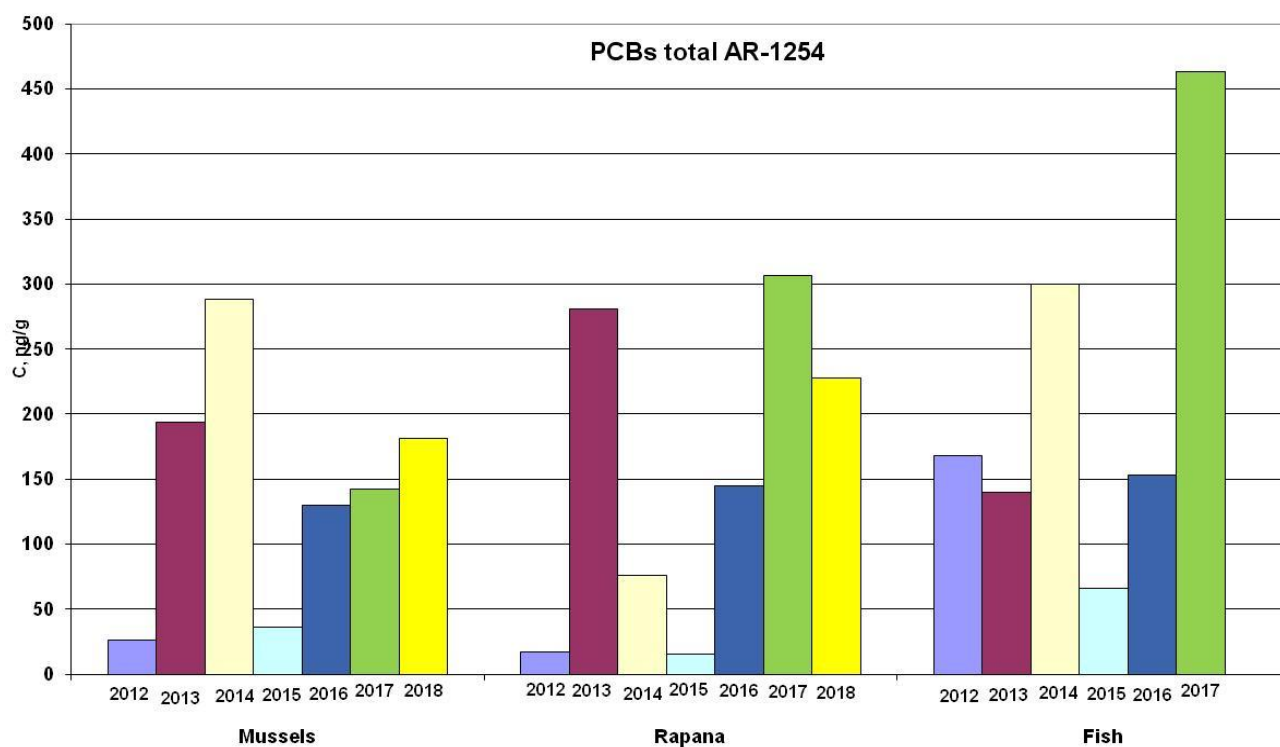


Рисунок 3.44 – Концентрації суми ПХБ (AR-1254) у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний, 2012-2018 рр.)

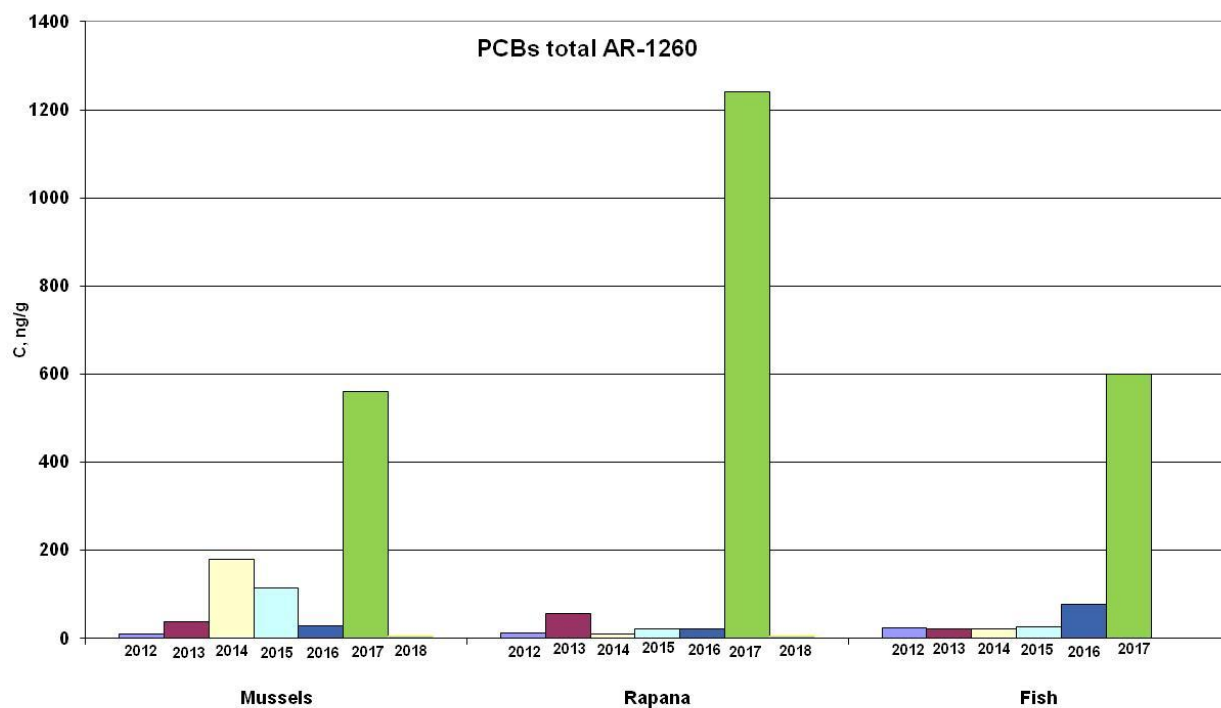


Рисунок 3.45 – Концентрації суми ПХБ (AR-1260) у тканинах рапани, мідій та риби (острів Зміїний)

4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2018 РОКУ

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

Біоценози відіграють важливу роль у ключових екосистемних процесах (первична продукція, харчові ланцюги, переробка тощо). Але вони піддаються антропогенному впливу, що створює ризик для їх функціональності. Морська рамкова директива (MSFD, Директива 2008/56/EC) вимагає від країн-членів ЄС досягти доброго екологічного стану (ДЕС) до 2020 року. Для досягнення ДЕС необхідно постійно контролювати стан морських екосистем.

4.1 Матеріали та методи

Згідно з програмою прибережного моніторингу УкрНЦЕМ, цілорічні спостереження за планктоном проводяться у двох контрольних точках, розташованих в Одеській області - Пляж Аркадія та Мис Малий фонтан з інтервалом у 1 тиждень протягом року та сезонний моніторинг у весняно-літній період. Гідробіологічні проби відбирали та обробляли стандартними методами.

Проби фітопланктона фіксувалили 2 % розчином формальдегіду, доведеному до рН 8-8,2 династрієм тетраборатом (бура) ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) та зберігали в пластиковій тарі. У лабораторії проби концентрували до 20-40 см³ і досліджували під світловим мікроскопом при збільшенні в 600 разів. Щонайменше 100 організмів підраховували у кожній підпробі. Точність розрахункової чисельності для організмів перших трьох груп, що нараховується до 100 екземплярів, становить 20 %.

Зразки зоопланктона зберігали в 4 % розчині формальдегіду доведеному

до рН 8-8,2 динатрієм тетраборатом (бура) ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) та зберігали в пластиковій тарі. У лабораторії зразки концентрували до $100\text{-}150 \text{ см}^3$, перш ніж розділити їх на підпроби. Камера Богорова була використана для кількісної оцінки (облік чисельності та біомаси, використовуючи індивідуальну вагу видів) та якісної (таксономічної структури) обробки підпроб. Підпроби були досліджені за допомогою стереоскопічного масштабного мікроскопу. Щонайменше 100 організмів від кожного з трьох домінуючих видів підраховували у кожній підпробі. Точність розрахункової кількості для організмів перших трьох груп, що нараховується до 100 особин, становить 20 %. Види були визначені за методикою Мордухай-Болтовського (1968, 1969 та 1972).

Застосовано чотири мезозoopланктонних показники: біомаса мезозoopланктону ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$), біомаса *Noctiluca scintillans* (%), індекс Шеннона-Вівера ($\text{біт} \cdot \text{екз}^{-1}$). Довідкові значення дивись у таблиці нижче.

Таблиця 4.1 – Метрика та класифікаційна система прибережних морських вод на основі характеристик зоопланктону (екологічний стан відповідно до WFD)

Сезон	Дуже добрий	Добрий	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
Мезозoopланктон біомаса, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$					
Весна	400-300	300-150	150-70	70-10	<10(>400)
Літо	900-600	600-350	350-200	200-40	<40(>900)
Осінь	350-250	250-150	150-70	70-10	<10(>350)
<i>Noctiluca scintillans</i> біомаса, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$					
Весь рік	<50	50-250	250-500	500-2500	>2500
<i>Mnemiopsis leidyi</i> біомаса, $\text{г} \cdot \text{м}^{-3}$					
Весь рік	0	1-4	4-20	20-50	>50
Індекс Шеннона-Вівера ($\text{біт} \cdot \text{екз}^{-1}$)					
Весь рік	>3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	1.5-1	<1

Бентосні проби були зібрані з $0,135 \text{ м}^2$ черпаку Veen і промиті через сита розміром ячеї 0,5 мм, тварин консервували 4 % розчином буферного формальдегіду з морською водою.

Макрозообентосна структура спільноти була проаналізована за критеріями [1]: кількість таксонів (S), чисельність (N), біомаса (B), Шеннон Вейнер $\log_2 (H')$, Pielou (J'), Фішера α , Бріллуен (H), Сімпсон ($1-\lambda'$), Маргалєф

(d) та Уіттакер β_w .

Екологічний стан оцінювали за допомогою індексів, обов'язкових для MSFD - морського біотичного індексу AMBI [1,2,3,4,5,6]. Враховуючи те, що Чорне море є мезогаліним, максимальні значення для індексів Чорного моря були взяті з Технічного звіту інтеркалібрації, проведеної в рамках WFD [7]. Еталонні значення наведені нижче в таблиці 4.2.

Для розрахунку AMBI та m-AMBI було використано безкоштовне програмне забезпечення, доступне на www.azti.es, для структурних індексів (α Фішера, Бріллоуїна (H), Сімпсона (1-D), Маргалєфа (d)) - PAST 3,14 (доступно на <http://folk.uio.no/ohammer/past/>), Shannon Weiner (H') log2, Pielou (J'), агрегація - біорізноманіття PRO (доступне на веб-сайті <http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>).

Таблиця 4.2 – Еталонні значення показників якості води

	Дуже добрий	Добрий	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
	ДЕС		Не ДЕС		
H' для ілових відкладів	≥ 3.3	2.5-3.3	1.8-2.5	1,1-1,8	< 1,1
H' для піщаних та змішаних відкладів	≥ 4	3.1-4	2.2-3.1	1,3-2,2	< 1,3
AMBI	0.2 - 1.2	1.2 - 3.3	3.3 - 4.3	4,3 - 5,5	5,5 - 7,0
M-AMBI	≥ 0.85	0.55-0.85	0.39-0.55	0,2-0,39	<0,2
Whittaker's β_w	> 5	3-4	1-3	<1	

Перебуваючи в зоні контакту земля-море, макрофіти чітко реагують на зміни в якості навколишнього середовища. Тому макрофітобентос пропонується як біоіндикатор, враховуючи його високу чутливість. Для моніторингу екологічного стану екосистем Чорного моря пропонуються морфофункціональні фітоіндикатори макрофітобентосу, які б відповідали вимогам європейських екологічних директив, запропонованих Г. Г. Мінічевою. Це такі фітоіндикатори: біомаса домінуючих видів; питома поверхня трьох домінантних ((S / W) 3Dp, м² кг⁻¹), питома поверхня угруповання ((S / W) x, м² кг⁻¹) та поверхневий індекс фітоценозу (SIph, одиниці). Дуже хороша якість морської води буде задоволена роками з мінімальним S / W, а дуже погана з максимальним.

4.2 Фітопланктон

У прибережному фітопланктоні Одеського узбережжя у 2018 році виявлено 147 видів та внутрішньовидових таксонів, що належать до 10 систематичних груп: Bacillariophyta - 64 види, Dinophyta - 29, Cyanophyta - 14, Chlorophyta - 13, Chrysophyta – 5, Cryptophyta - 2, Euglenophyta - 1, Dictyochophyceae - 3, Prasinophyceae - 1 та Flagellata – 15, (рис. 4.1).

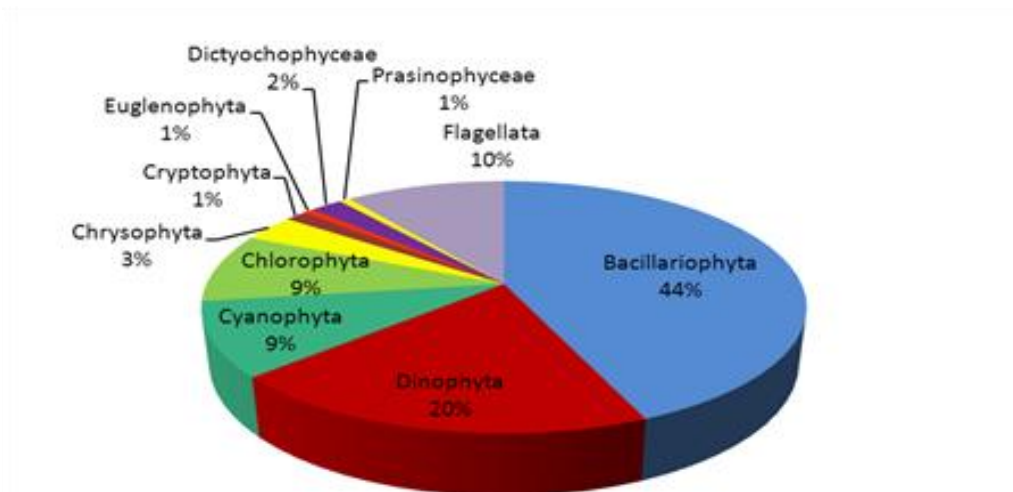


Рисунок 4.1 – Таксономічний склад угруповання фітопланктону у водах двох реперних станцій у 2018 році (частка у %).

Мінімальна середньомісячна чисельність у 2018 році спостерігалася у лютому - 96,04 тис. клітин * л⁻¹ (рис. 4.2), максимальна середня чисельність спостерігалась у серпні (1,879 млн. клітин * л⁻¹). Мінімальна середня біомаса була у квітні (44,89 мг*м⁻³), максимальна середня біомаса - у липні (5,38 г*м⁻³).

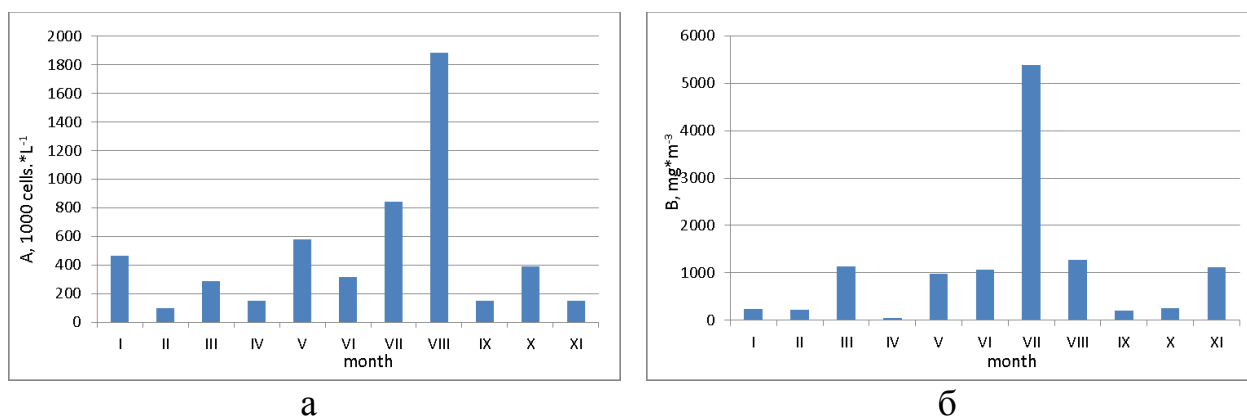


Рисунок 4.2 – Кількісні показники фітопланктону у 2018 році (а - чисельність, б- біомаса)

Починаючи з червня та протягом усього теплого сезону, трихомональна

токсична ціанобактерія *Jaaginema kisselevii* (Anissimova) Anagnostidis & Komárek вегетувала в планктоні прибережного регіону. Максимальна кількість спостерігалася у серпні - 1,40 млн. клітин * л⁻¹, з біомасою - 323 мг * л⁻¹. В цілому, за кількісними показниками фітопланктону екологічний стан морського середовища Одеського регіону можна оцінити як «добрий» у першій половині року, а на початку другої половини як «поганий» через розвиток ціанобактерій. До кінця року ситуація в угрупованні планктонних мікрофітів стабілізувалася. За весь рік стан вод за характеристиками фітопланктону можна охарактеризувати як «задовільний».

4.3 Зоопланктон

У 2018 році було знайдено 49 таксонів, з яких 44 у водах пляжу Аркадія, а 49 – біля мису Малий фонтан. Різниця була пов'язана з більшим розмаїттям бентосно-пелагічних видів, представлених у напівзакритих водах мису Малий фонтан.

Зимовий зоопланктон характеризується низьким різноманіттям, достатком та біомасою. У зразках регулярно спостерігалися лише копепода родів *Acartia* та *Oithona* та меропланктону. У разі пізньої весни зоопланктон був представлений ротифірами роду *Asplanchna* та меропланктону. Весняний максимум розвитку, що зазвичай відбувається в травні, прийшов наприкінці червня. Копепода мали малу чисельність і були представлені двома родами - *Acartia* та *Oithona*. З другої половини липня чисельність копеподів почала збільшуватися. У серпні циклопоїди *Oithona davisae* збільшилися, що становило понад 80 % копеподів у середині місяця. У вересні почала збільшуватися численність та біомаса організмів меропланктону.

Осінній максимум розвитку зоопланктону спостерігався у жовтні. Він був представлений копеподами родів *Acartia* і *Oithona* та організмами меропланктону (личинки *Bivalvia*, *Cirripedia*, *Polycheta*). У листопаді кількісні показники зоопланктону почали знижуватися, а звичайна зимова структура

спостерігалася в грудні.

У 2018 році індекс Шеннона коливався від 0,22 у березні до 2,08 у травні, в середньому на рівні $1,406 \pm 0,586$ і свідчить про незначне покращення порівняно з минулим роком, у 2017 році він становив у середньому 1,112.

Протягом 2018 року чисельність зоопланктону в ПЗЧМ становила від 180 екз. $\cdot \text{м}^{-3}$ в січні до 40500 екз. $\cdot \text{м}^{-3}$ у травні під час весняного максимального розвитку зоопланктону і в середньому становив 4152 екз. $\cdot \text{м}^{-3}$. Біомаса становила від 1,03 мг $\cdot \text{м}^{-3}$ в січні до 225,15 в липні і в середньому становила $44,9 \pm 166,2$ мг $\cdot \text{м}^{-3}$ за рік. Кількісні показники зоопланктону наведені на рисунках 4.3, 4.4.

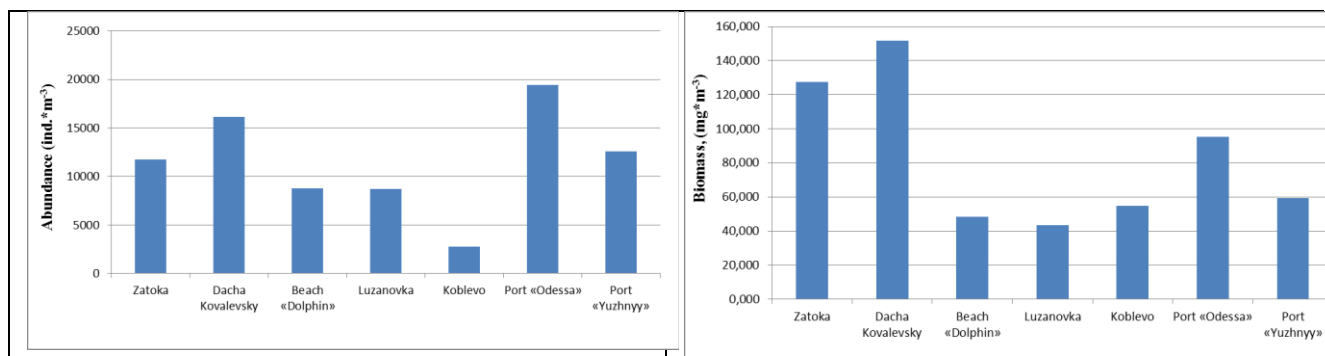


Рисунок 4.3 – Кількісні характеристики зоопланктону влітку 2018 року

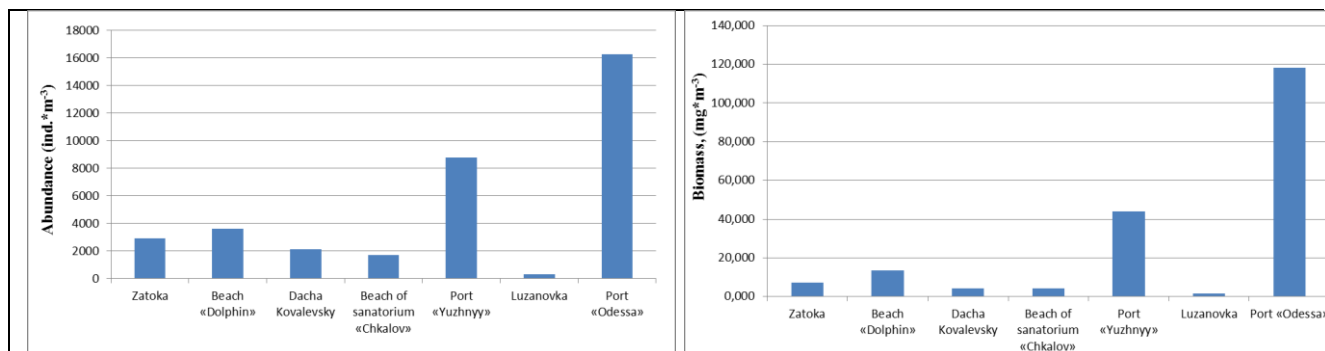


Рисунок 4.4 – Кількісні характеристики зоопланктону восени 2018 року

Відповідно до Постанови КМУ № 758 від 19 вересня 2018 року та Водної рамкової директиви, якість морського середовища оцінювалась за кількісними показниками зоопланктону - загальною біомасою, видовим різноманіттям, за індексом Шеннона та кількісними показниками гетеротрофної динофлагелати *Noctiluca scintillans*. Оцінка за цими показниками представлена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Параметри біоіндикації зоопланктону ПЗЧМ у 2018 році

Станція відбору проб	Загальна біомаса, мг*м ⁻³	Біомаса <i>N.scintillans</i> , мг*м ⁻³	Індекс Шенона	Інтегральна оцінка
Пляж «Аркадія»	67,424±277,259	2,51±26,411	1,411±0,524	Задовільний
Мис Малий Фонтан	22,307±55,05	0,508±5,333	1,401±0,648	Задовільний
Затока	67,330	0,00	1,945	Задовільний
Дача Ковалевського	78,075	0,79	1,595	Добрий
Пляж «Дельфін»	30,899	0,00	1,600	Задовільний
Лузановка	22,569	0,00	2,287	Задовільний
Коблево	54,715	0,00	1,868	Задовільний
Порт «Одеса»	106,704	0,00	1,890	Добрий
Порт «Південний»	51,713	0,48	1,750	Задовільний
Пляж санаторію ім. Чкалова	4,393	0,00	0,727	Задовільний

Найкращі значення показників спостерігалися на станціях, розташованих в районі Одеського порту та дачі Ковалевського, найгірші - біля пляжу санаторію ім. Чкалова. В цілому, екологічний стан вод Одеського регіону за показниками зоопланктону можна охарактеризувати як «задовільний», який за багаторічними спостереженнями має тенденцію до покращення стану.

4.4 Макрозообентос

У макрозообентосі прибережних вод Північно-Західного регіону виявлено 34 види. Найбільшу різноманітність мали черви (Annelida), ракоподібні (Crustacea) та молюски (Molluska), як показано на рисунку 4.5.

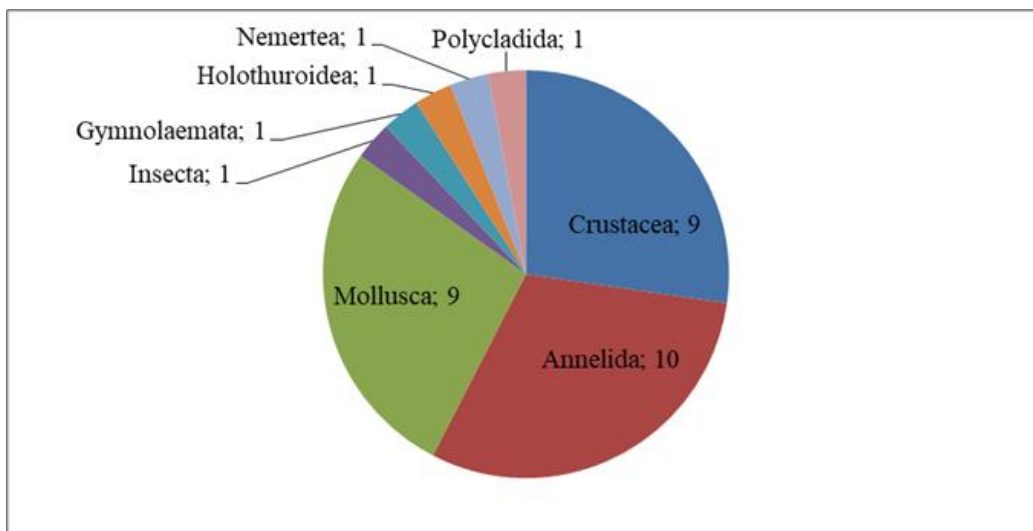


Рисунок 4.5 – Таксономічний склад макрзообентосу прибережних вод Північно-Західного Причорномор'я у 2018 році

Кількість видів на станції коливалася від 3 до 17. Індекс бета-різноманітності Whitaker становив 12,25. Наступні види мали найбільше поширення (>40 %): *Spio filicornis* (Müller, 1776), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Lentidium Mediterraneum* (O. G. Costa, 1830), *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), *Capitella capitata europaea* Wu, 1964.

Кількісні значення зообентосу варіювали в широких межах: чисельність 230 екз./м² до 84000 екз./м², а біомаса від 0,57 г * м⁻² до 14600 г * м⁻² (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Показники чисельності, біомаси та різноманітності макрозообентосу у 2018 році

Станція відбору проб	Місяць	Чисельність, екз./м ²	Біомаса, г/м ²	Індекси біорізноманіття				
				1-λ'	H'	H	d	Fisher's α
Пляж «Аркадія»	06	697	2,93	0,6485	1,273	1,228	0,611	0,7278
	08	266	36,87	0,6563	1,082	1,047	0,3582	0,4735
Порт «Південний»	06	6129	97,77	0,844	2,183	2,168	1,835	2,135
	08	531	6,27	0,8047	1,771	1,712	0,9562	1,138
Дача Ковалевського	06	7663	13,83	0,812	1,974	1,964	1,118	1,263
	08	598	2,07	0,5802	1,165	1,125	0,6256	0,7475
Пляж «Дельфін»	06	3230	11,07	0,8065	1,807	1,791	0,8663	0,9885
	08	331	25,6	0,68	1,359	1,286	0,6894	0,8343
Затока	06	2165	5	0,711	1,616	1,599	0,9114	1,048
	08	398	158	0,7639	1,517	1,459	0,6682	0,8051
Коблево	06	83997	4021,2	0,0462	0,1511	0,1504	0,6174	0,6825
	08	1432	15,17	0,252	0,5452	0,5323	0,4128	0,5028
Лузановка	06	432	9,97	0,5207	0,8587	0,8267	0,3296	0,4344
	08	4032	175,3	0,2134	0,4831	0,4778	0,3614	0,4382
Мис Малий Фонтан	06	3462	80,65	0,8578	2,162	2,14	1,35	1,557
	08	432	75,73	0,7811	1,631	1,581	0,8239	0,9855
Порт «Одеса»	06	14800	14627,5	0,6289	1,524	1,521	1,146	1,283
	08	8700	5751,1	0,5198	1,187	1,184	0,7717	0,8684
Пляж санаторію ім. Чкалова	06	1361	6,9	0,8495	2,075	2,024	1,247	1,462
	08	232	1,2	0,5714	0,9557	0,9013	0,3672	0,4857

Максимальні значення чисельності були відзначені в червні в районі Коблево через масове поселення личинок *Lentidium mediterraneum* (O. G. Costa, 1830). Максимальні значення біомаси були відмічені в районі порту «Одеса» завдяки скупченню *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819).

Домінантність спільнот визначалася пропорціональним вкладом видів у загальну біомасу. У прибережних водах було виділено шість типів донних спільнот:

- Спільнота *Lentidium Mediterraneum* (O. G. Costa, 1830): 99 % біомаси та 60 - 96 % чисельності припадає на домінуючі види, черви *Spio filicornis* (Müller, 1776), які були субдомінуючими. Ці види є толерантними до збільшення вмісту органічної речовини (II). Спільнота формується на субстраті пісок-ракуша (станції Коблево і Лузанівка);

- Спільнота *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758): 75 – 95 % усієї біомаси становило домінуючу частку, при цьому їх частка в чисельності не

перевищувала 20 %. Субдомінанти утворюються до 40 % *Alitta succinea* (Leuckart, 1847) та *Spio filicornis* (Müller, 1776). В угрупованні присутні види I, II і III. Спільнота формується на субстраті пісок-ракуша в районі пляжів Аркадія і Дельфін;

- Спільнота *Cerastoderma glaucum* Poiret, 1789: 95 % загальної біомаси припадає на домінуючий вид, але його частка в чисельності не перевищувала 10%, *Capitella capitata europaee* Wu, 1964. становить 51 % чисельності. Спільнота формується на субстраті пісок-мул в районі Затоки;

- Спільнота *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819): на частку домінуючих припадає 44 – 98 % загальної біомаси, субдомінантна *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) становила 51 % чисельності. Обидва види є толерантними до збільшення вмісту органічної речовини (II). Спільнота формується на твердих субстратах пісок-мушля-камінь в районі Морського вокзалу (Одеса) і Малого Фонтану.

- Спільнота *Pontogammarus maeoticus* (Совінський, 1894): 58 % загальної біомаси та 40 % усієї популяції складають домінуючі види. Влітку *Chironomus salinarius* (Kieffer, 1921), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847) мали високу кількість (близько 1000 екз. * м⁻²), їх численність восени зменшилася в кілька разів, що призвело до зменшення частки опортуністів другого порядку та зростаючої частки видів, сприйнятливих до органічного забруднення - *Limapontia capitata* (OF Müller 1774). Спільнота формується на твердих субстратах пісок-камінь-мушля в районі Дачі Ковалевського;

- Спільнота *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *M. galloprovincialis* (Lamarck, 1819), *Palaemon elegans* Rathke, 1837. Ці види мали приблизно однаковий внесок у біомасу з 25 - 30 % та 12 – 20 % у чисельності. *Chironomus salinarius* (Kieffer, 1921) та *Spio filicornis* (Müller, 1776) мали частку в чисельності – 12 %. Ці види є толерантними до збільшення вмісту органічної речовини (II). Спільнота формується на субстраті пісок-мушля-камінь.

Видове різноманіття макрозообентосу порівняно низьке, проте кількість видів є загальним для прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я. Чисельність бентосу значно змінюється. Найвищі значення спостерігаються в

кінці весни та на початку літа, що пов'язано з осіданням безхребетних. У 70 % досліджуваних вод екологічний стан можна охарактеризувати як такий, що відповідає ДЕС, 30 % мають порушений стан (рис. 4.6, 4.7).

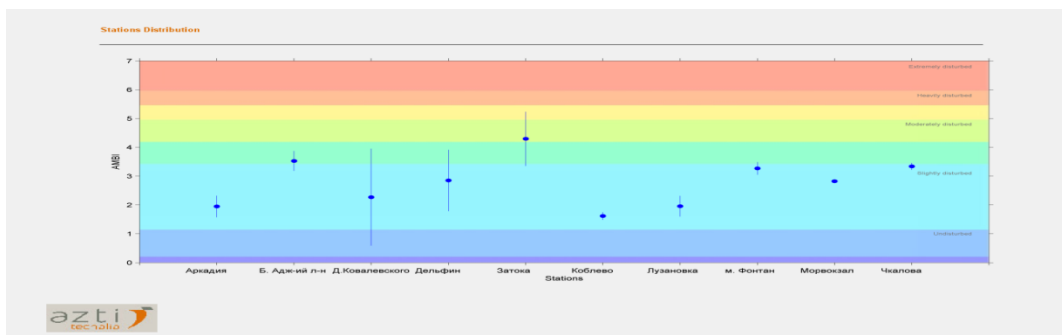


Рисунок 4.6 – Значення індексу AMBI у прибережних водах

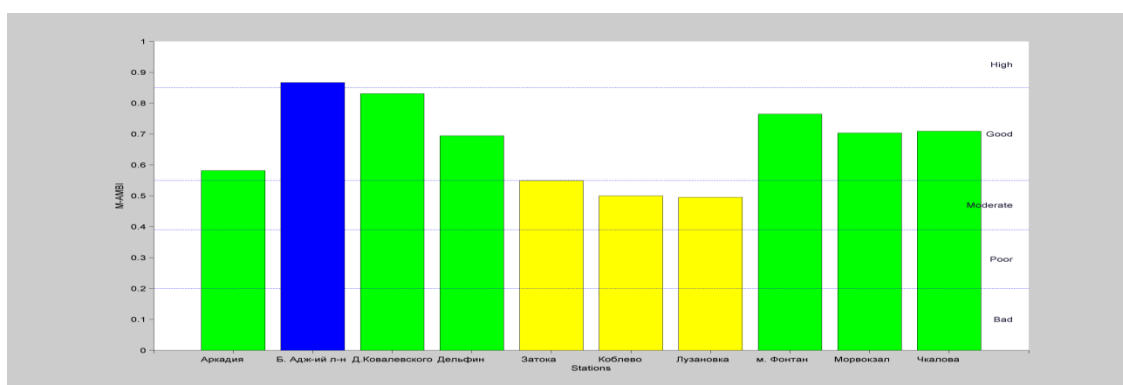


Рисунок 4.7 – Значення індексу m-AMBI у прибережних водах

4.5 Макрофітобентос

Біорізноманіття макрофітобентосу в прибережних водах Північно-Західного Причорномор'я представлено 31 видом водоростей (рис. 4.8). Серед них були родофіта - 12 видів (38,7 %), хлорофіта - 11 (35,5 %) та Охрофіта - 8 (25,8 %).

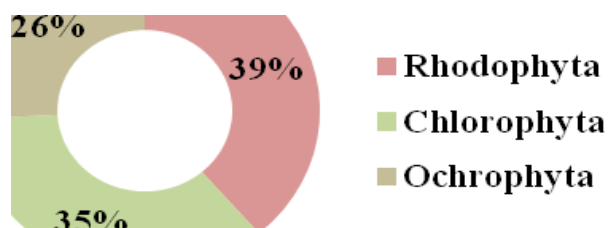


Рисунок 4.8 – Біорізноманіття макрофітобентосу прибережної зони ПЗЧМ

Навесні переважають бупі (*Scytosiphon lomentaria*, *Ectocarpus siliculosus*, *Punctaria latifolia*, *Desmarestia viridi*), червоні (*Pyropia leucosticta*, *Bangia fuscopurpurea*), зелені (*Chaetomorpha aerea*, *Ulothrix flacca*, *Bryopsis plumosa*).

Влітку кількість представників червоних водоростей зросла, і сталося майже повне зникнення бореальних видів, переважно представлених коричневими макрофітами. Відбувається масовий розвиток зелених водоростей, переважно представників роду *Cladophora*.

Види роду *Ulva* відзначалися протягом усього вегетаційного періоду. Тридцять видів макрофітів (Chlorophyta - 6; Ochrophyta - 6; Rhodophyta - 18) зафіксовано на філофорному полі Зернова (рис. 4.9).

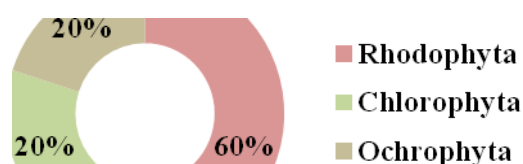


Рисунок 4.9 – Біорізноманіття макрофітобентосу Філофорного поля Зернова

Біомаса макрофітів знижувалася з весни до осені. У прибережних районах біомаса макрофітів коливалася від $0,494 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ до $1499 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$, у закритих прибережних районах вона майже вдвічі більша - від $3,032 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ до $2553 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$.

Зростання показника біомаси макрофітобентосу на ФПЗ спостерігалось більш ніж утричі з квітня по серпень із $0,459 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ до $1889 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$.

У прибережних районах індекс екологічної оцінки, обчислений із індексу специфічної поверхні трьох домінуючих видів ($S / W3Dp$), змінювався протягом року. Навесні він оцінювався в $43,37 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$, що вказує на «задовільний» стан. Влітку він становив $51,17 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$, що вказує на «поганий» стан через розвиток зелених водоростей *Ulva compressa*, *Cladophora vadorum* та *C. laetevirens*, а восени він збільшився до $40,16 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$, що вказує на "задовільний" стан через домінування відносно великих макрофітів *U. intestinalis*, *U. compressa*,

Ceramium diaphanum var. *elegans* та *C. virgatum* з низькою питомою поверхнею (S / W_p).

На відміну від високої сезонної та просторової мінливості біомаси, флористичний склад скупчення є стабільним показником і може змінюватися під впливом довгострокових антропогенних факторів. Щодо цього для інтегрованої оцінки ESC Філофорного поля за даний період використовували показники: S / W_x та S / W_{3Dp} . Середнє співвідношення якості навколишнього середовища для S / W_x та S / W_{3Dp} у 2018 році становило 0,53, що відповідає одній категорії - "Задовільний".

Ключовим моментом для оцінки класу екологічного стану є наявність видового складу спільнот макрофітобентосу чутливих ($S / W_p = 5-25 \text{ м}^2 * \text{кг}^{-1}$, k-типів) та толерантних ($S / W_p \geq 25 \text{ м}^2 * \text{кг}^{-1}$, r-типи) до макрофітів:

1) Прибережна зона регіону ПЗЧМ - *Punctaria latifolia* ($22,8 \pm 1,7 \text{ м}^2 * \text{кг}^{-1}$), *Chaetomorpha aerea* ($23,7 \pm 1,7 \text{ м}^2 * \text{кг}^{-1}$), *Lomentaria clavellosa* ($13,0 \pm 1,17 \text{ м}^2 * \text{кг}^{-1}$).

2) Філофорне поле Зернова - *Phyllophora crispa* ($11,2 \pm 0,6 \text{ м}^2 * \text{кг}^{-1}$), *Coccotylus truncatus* ($14,7 \pm 0,9 \text{ м}^2 * \text{кг}^{-1}$), *Lomentaria clavellosa*.

Спостерігалися зростання чутливих видів з толерантними видами, які мають більш комфортні умови росту при вторинній евтрофікації, особливо помітні в теплу пору року.

Підсумовуючи сказане, для оцінки екологічного стану чорноморських екосистем доцільно використовувати морфофункціональні фітоіндикатори макрофітобентосу. За цими показниками стан екосистем як прибережної, так і відкритої частини СЗБ відповідає "задовільному" класу.

4.6 Оцінка морського середовища методами біотестування та біоіндикації

У 2018 році оцінка якості навколишнього природного середовища прибережних мезогаліних морських вод Дністра та Дніпро-Бугу та транзитних

вод Григорівського лиману була проведена методами біотестування та біоіндикації з використанням гідробіонтів різного систематичного рівня, що відрізняються чутливістю тест-об'єктів та організмів за фізіологічними, морфологічними, систематичними, кількісними, галобіотичними та сапробіологічними показниками розвитку.

Дослідженнями було виявлено вплив ряду антропогенних та природних факторів на екологічні властивості водного середовища досліджуваних водних районів.

Протягом року екологічні умови для розробки біотестування у всіх морських та естуарних водах покращились. Ранні стадії розвитку личинок мідій є дуже чутливим показником якості водного середовища, також як і процеси метаболізму у дорослих мідій. Обидва випробування показали хороші результати у всіх видах досліджуваних вод. Усі зразки води мали відповідні умови для морфогенезу досліджуваних об'єктів. У вересні фільтраційна активність мідій зросла на 5,9 - 21,3 % порівняно з літніми результатами, і в 1,2 рази порівняно з осінню 2017 року. Найкращі морфологічні показники личинок мідій були відмічені восени 2018 р. А саме 43,3 % нормально розвинених молюсків, були зафіксовані у воді пляжу «Лузанівка». Стан здоров'я дорослих мідій оцінюється за часом утримування модельного токсиканту мембранами клітин крові молюсків. Якщо час утримування більше 120 хвилин, цей результат характеризує стан водного середовища як "добрий".

Для біоіндикації морського середовища також використовувався видовий склад прибережного мікрофітобентосу. На поверхнях досліджуваних субстратів було виявлено 158 видів мікроводоростей. Серед них були присутні діатомові (106 видів), менше синьо-зелених (23 види), динофіти (15 видів), зелені (7 видів) і єдиний представник джгутикових найпростіших.

Знайдені водорості були переважно β -мезосапробні, що означає показники помірного органічного забруднення (рис. 4.10). Кількість видів коливалася від 17-19 на м'яких субстратах до 27-37 - на твердих. На твердому субстраті число β -мезосапробів була в 1,6 -1,9 разів більше, ніж на м'яких. Кількість α -мезосапробів, які вказують на органічне забруднення, також була

досить значною. Кількість видів сапробіонтів восени зменшилась у 1,1 рази на м'яких субстратах. Це відображає поліпшення екологічних характеристик акваторій з піщаним дном.

Це узгоджується з показниками біомаси мікроводоростей на твердих субстратах, де більшість вод, оцінюється як евтрофні, а райони з мулом та піщаним дном мали мезотрофний стан.

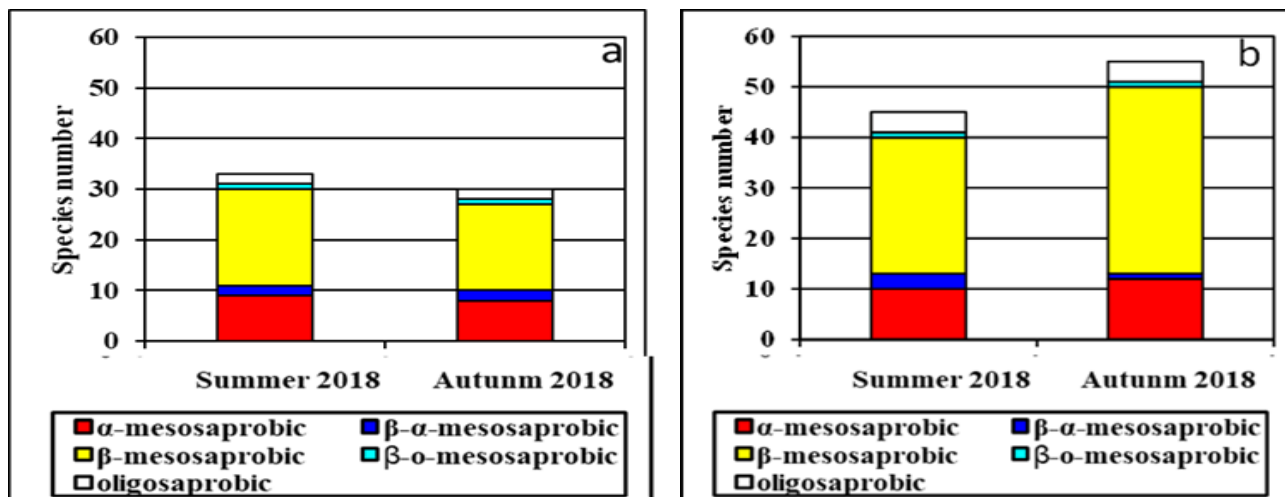


Рисунок 4.10 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу м'яких (а) та твердих (б) субстратів прибережних регіонів північно-західної частини басейну Чорного моря

Протягом року видовий склад мікрофітобентосу з різними уподобаннями солоності значно змінився для обох типів субстрату (рис. 4.11, рис. 4.12).

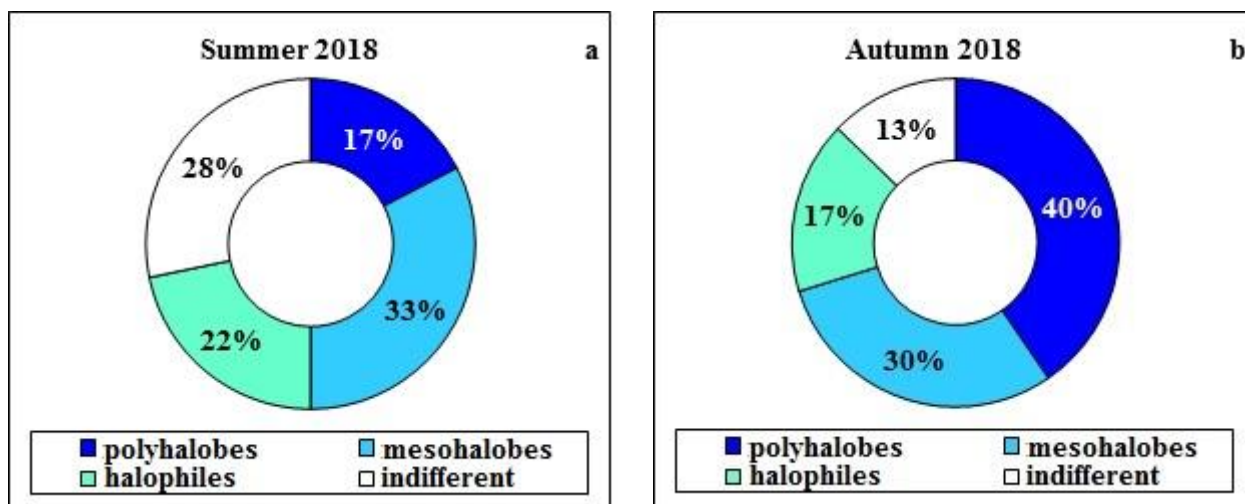


Рисунок 4.11 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу на м'яких субстратах

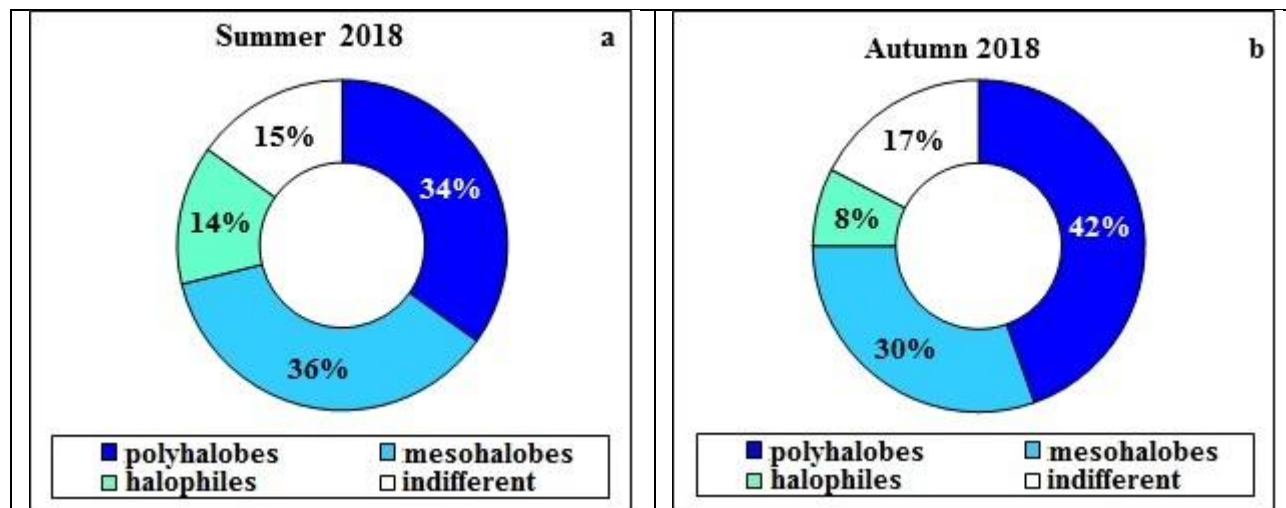


Рисунок 4.12 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу на твердих субстратах

Кількість полігалобних організмів зростала з літа до осені, коли роль галофільних та байдужих до солоності видів зменшувалася. Кількість мезогалобіонтів була відносно стабільною.

Характеристика дорослих мідій та мікрофітобентосу, отриманих за допомогою біотестування та біоіндикації, мали найкращі значення у всіх досліджених районах (Дністровський та Дніпро-Бузький райони Чорного моря, Григоріївський лиман, прибережний район мису Малий фонтан). Це свідчить про сприятливі умови для життя мідій та мікрофітів уздовж узбережжя України. За цими даними, пляж «Лузанівка» мав найменший антропогенний стрес. Тут восени в мікрофітобентосі не було α -мезосапробів, і у його воді спостерігалися найкращі показники розвитку личинок мідій.

Підсумовуючи вищесказане, треба відмітити, що у структурі пелагічних та донних спільнот відбуваються позитивні зміни. Це підтверджує збільшення видової різноманітності, покращення структури спільноти та різноманітності трофічних відносин. Однак, деякі прибережні райони зі значним антропогенним навантаженням є винятком, коли стан біоти залишається нестабільним і не відбувається довгострокових стабільних позитивних змін.

5 ЕВТРОФІКАЦІЯ

Діапазон варіацій поживних речовин у різних регіонах українських національних вод в 2018 році наведено у таблицях 5.1, 5.2 та рисунках 5.1 – 5.8.

Таблиця 5.1 – Діапазон варіацій поживних речовин у поверхневому шарі українських національних вод в 2018 році

	Фосфати, μМ	Загальний фосфор, μМ	Амонійний азот, μМ	Нітрити, μМ	Нітрати, μМ	Загальний азот, μМ
Дельта Дунаю (серпень)						
Мінімальне	0,00	0,52	0,00	0,00	0,14	14,1
Максимальне	2,26	2,60	3,82	1,74	106	261
Середнє	0,78	1,27	0,42	0,56	28,8	125
Дельта Дунаю (листопад)						
Мінімальне	0,00	0,58	0,00	0,09	0,39	33,1
Максимальне	3,20	3,29	3,85	0,93	139	160
Середнє	1,37	1,70	1,07	0,45	40,3	70,6
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)						
Мінімальне	0,10	0,61	0,00	0,00	0,00	24,4
Максимальне	0,68	25,6	6,00	10,1	5,78	125
Середнє	0,30	4,48	1,22	1,18	0,87	54,3

Таблиця 5.2 – Діапазон варіацій поживних речовин в придонному шарі українських національних вод в 2018 році

	Фосфати, μМ	Загальний фосфор, μМ	Амонійний азот, μМ	Нітрити, μМ	Нітрати, μМ	Загальний азот, μМ
Дельта Дунаю (серпень) ¹⁾						
Мінімальне	0,00	0,45	0,00	0,00	0,07	19,5
Максимальне	2,60	2,67	1,51	1,88	102,7	306,7
Середнє	0,71	1,06	0,13	0,48	25,6	151,3
Дельта Дунаю (жовтень) ²⁾						
Мінімальне	0,29	0,49	0,00	0,09	0,39	22,2
Максимальне	2,79	2,83	6,15	1,74	104,2	198,6
Середнє	0,88	1,27	0,69	0,37	16,6	77,8
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний) ³⁾						
Мінімальне	0,10	0,61	0,00	0,00	0,00	24,6
Максимальне	0,97	10,4	3,93	3,57	21,2	124,5
Середнє	0,32	2,89	0,81	0,50	4,46	49,5
¹⁾ У травні на глибині від 3,8 м до 24,5 м. ²⁾ У травні на глибині від 2,0 м до 25,2 м. ³⁾ У травні на глибині 7,8 м.						

У водах Одеського регіону ПЗЧМ концентрація фосфатного фосфору в період з 2000 року по 2018 рік коливалася від 9,3 мкг/дм³ до 23,9 мкг/дм³ з загальною тенденцією до зменшення з кутовим коефіцієнтом лінійного тренду -

0,56 мкг/дм³ на рік. Відповідно, середня загальна концентрація фосфору зменшилась з кутовою лінійною тенденцією -1.25 мкг/дм³ на рік. Однак, порівняно з минулим роком, у прибережних водах Одеського регіону спостерігалось збільшення фосфатного фосфору та загального фосфору (рис. 5.1).

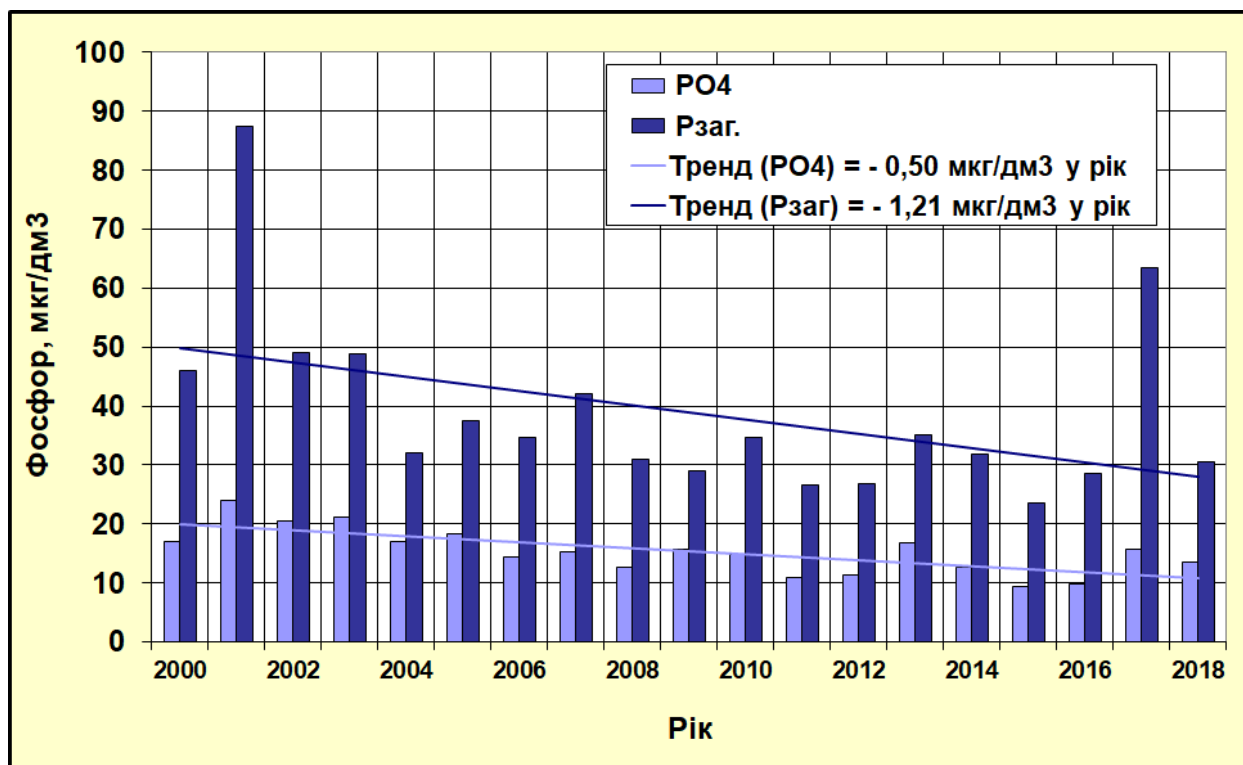


Рисунок 5.1 – Довгострокові зміни концентрації фосфатного фосфору та загального фосфору у прибережних водах Одеського регіону

У 2018 році в Одеському регіоні спостерігалася подальша тенденція зниження концентрації мінерального азоту. Згідно з даними довгострокового моніторингу, в прибережних водах Одеського регіону спостерігається статистично значима тенденція зниження вмісту мінерального азоту. Кутові коефіцієнти лінійного тренду дорівнюють - 0.13 мкг/дм³ на рік для нітритного азоту, -2.44 мкг/дм³ на рік нітратного азоту та - 2.00 мкг/дм³ на рік аміачного азоту, а також слабка тенденція до збільшення концентрації загального азоту через її органічну складову (рис. 5.2, 5.3).

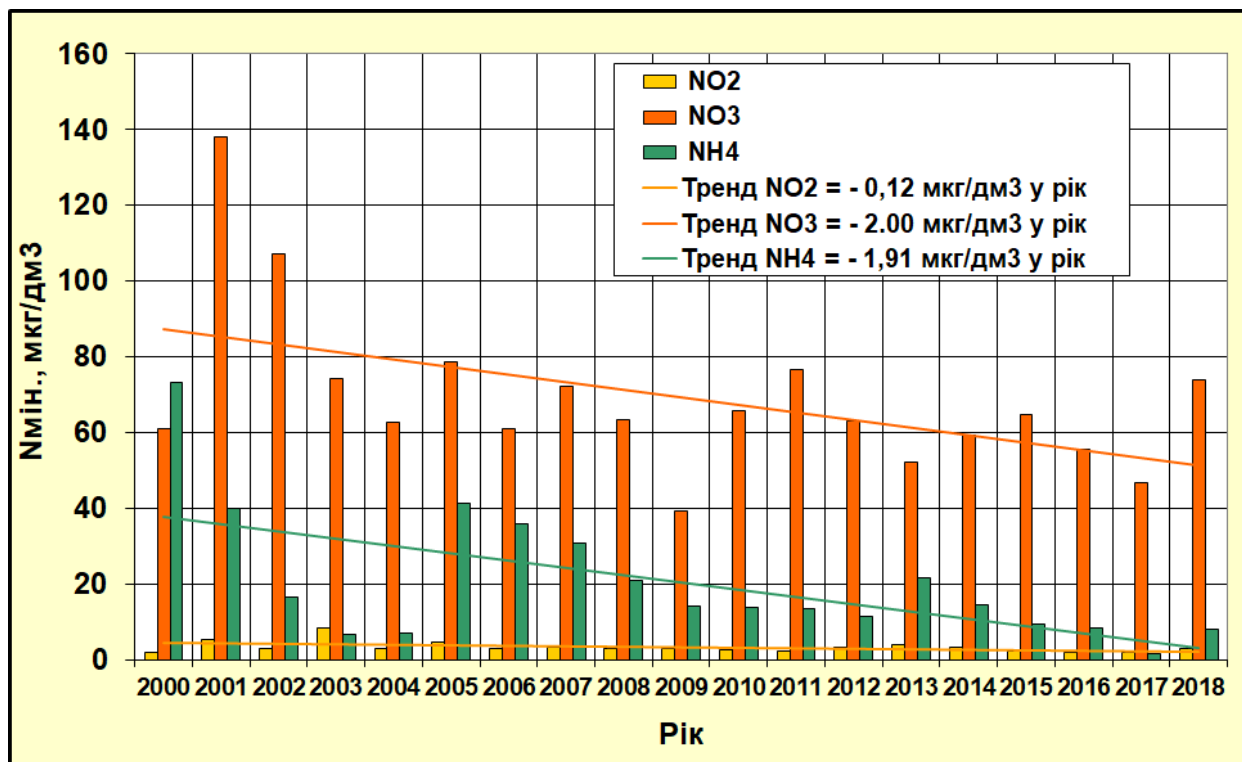


Рисунок 5.2 – Довгострокові зміни концентрації мінерального азоту у прибережних водах Одеського регіону

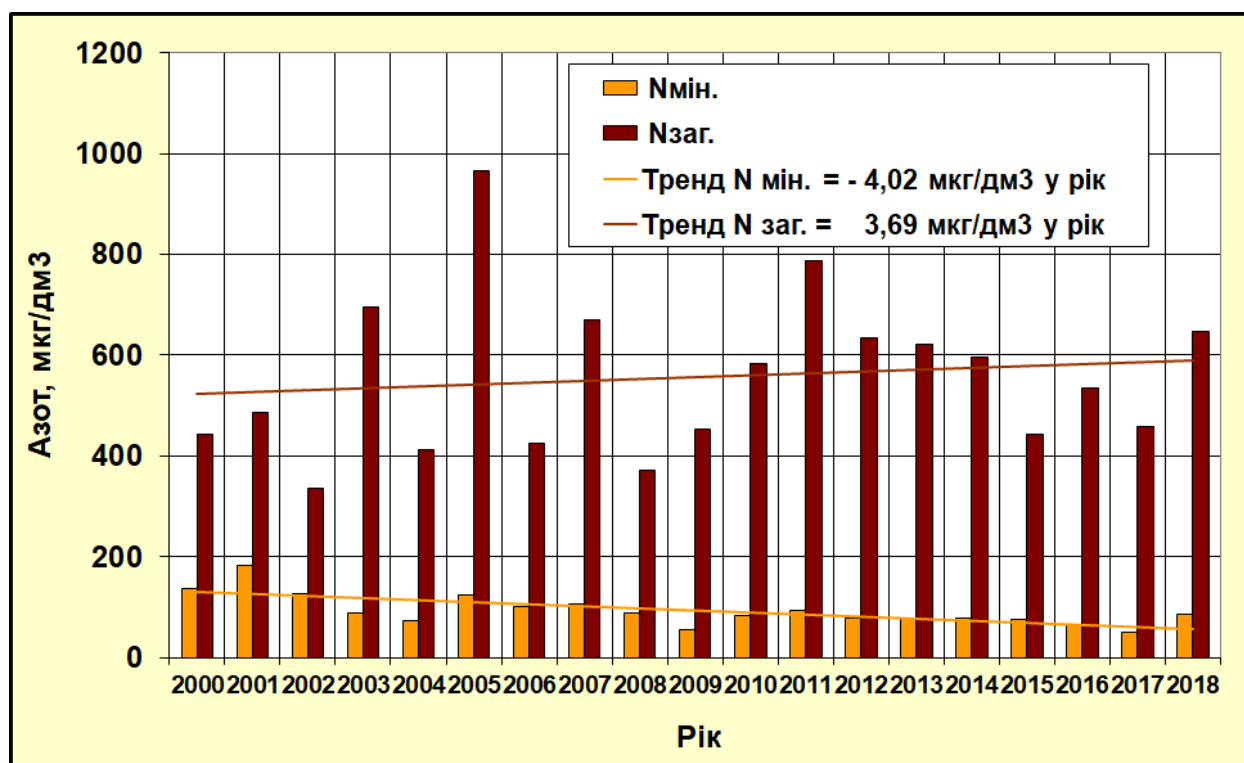


Рисунок 5.3 – Довгострокові зміни концентрації мінерального азоту та загального азоту (сума мінеральних та органічних сполук) у прибережних водах Одеського регіону

У 2018 році в Одеському регіоні зафіксовано деяке збільшення трофності

води у прибережних водах у порівнянні з минулим роком. За показником індексу TRIX, який в червні та жовтні в середньому становив 5,9 одиниці, води в Одеському регіоні у 2018 році відповідали "високому" рівню трофності (рис. 5.4).

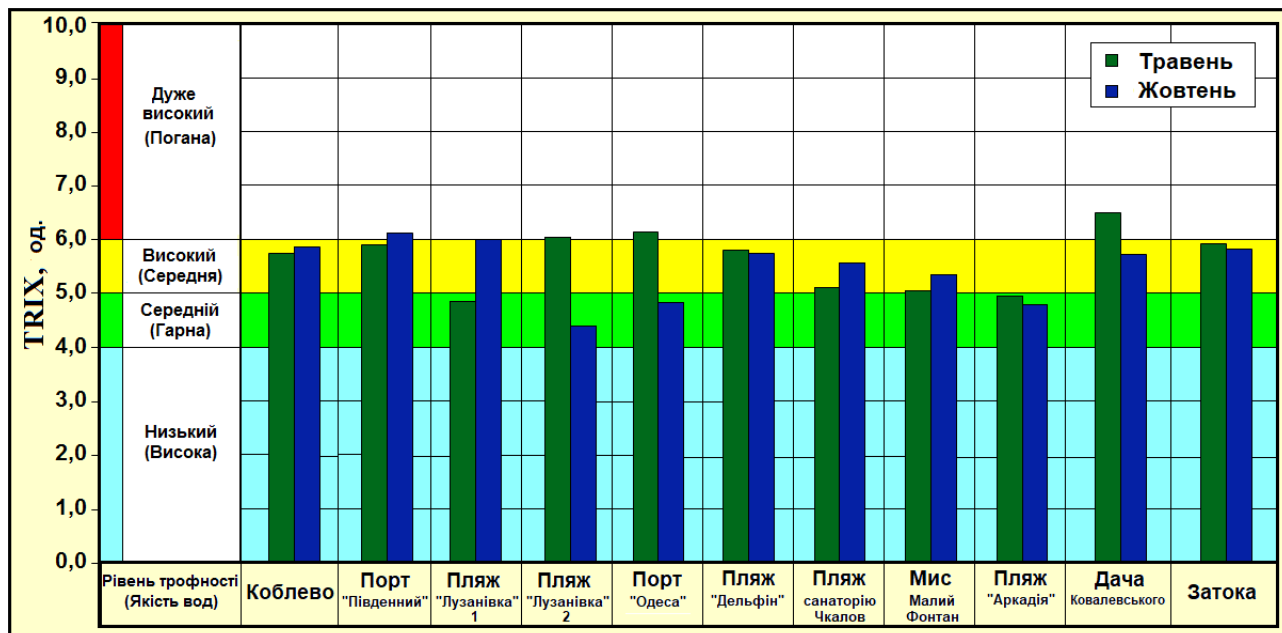


Рисунок 5.4 – Значення індексу трофності TRIX та якість прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ

У районах, віддалених від промислових зон, в 2018 році трофність прибережних вод, відповідно до середньорічної значимості індексу TRIX (4,9 одиниці), відповідає «середньому» рівню трофності (рис. 5.5).

У довгоперіодній мінливості показника трофності в прибережних водах зони відпочинку в Одеському регіоні спостерігається тенденція до зменшення та деяке поліпшення якості морських прибережних вод у порівнянні з початком 2000-х років. Лінійний тренд індексу трофності TRIX має кутовий коефіцієнт - 0.059 одиниць на рік.

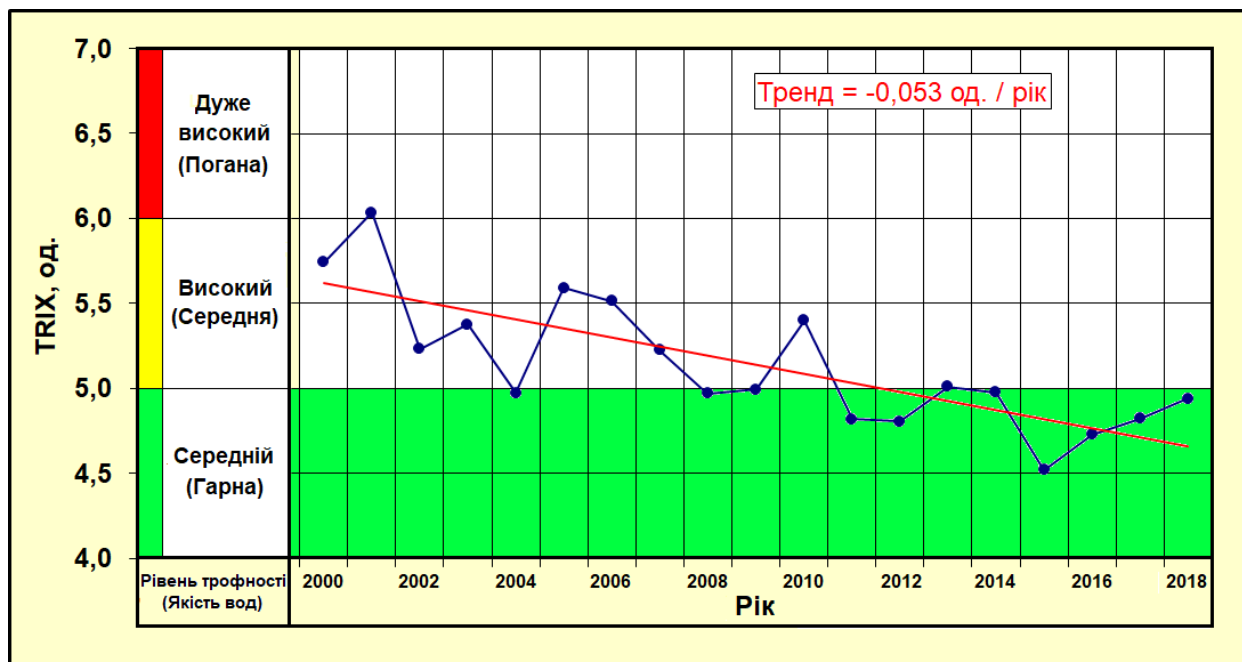


Рисунок 5.5 – Багаторічна мінливість трофічного та якості прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ за показником індексу RIX

Найбільш евтрофовані є води районів, прилеглих до гирла р. Дунай ПЗЧМ (рис. 5.6, 5.7).

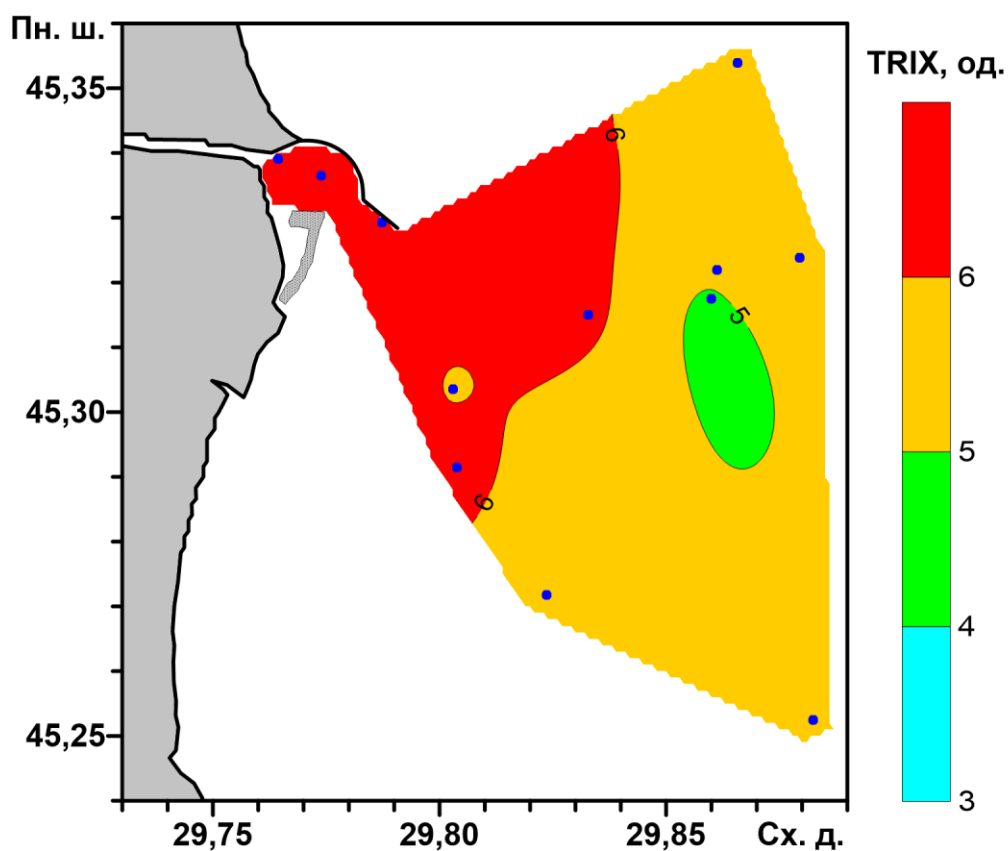


Рисунок 5.6 – Просторовий розподіл індексу трофності RIX у поверхневих водах моря у серпні 2018 року

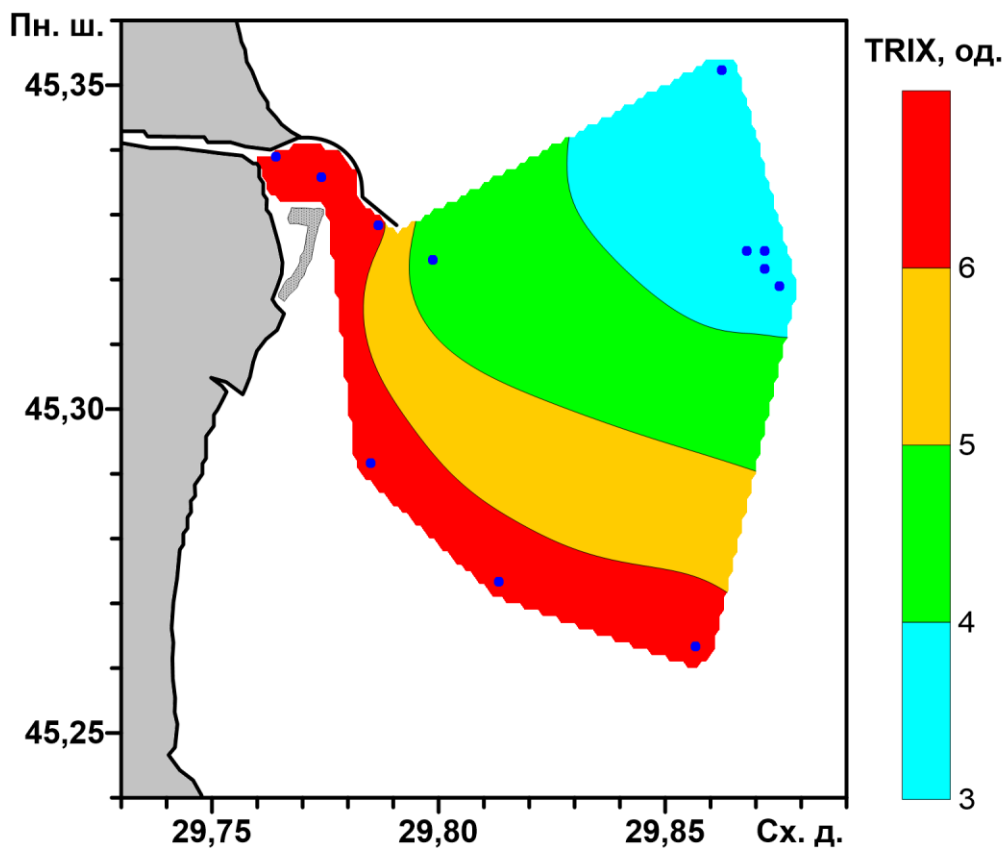


Рисунок 5.7 – Просторовий розподіл індексу трофності TRIX у поверхневих водах моря у листопаді 2018 року

Відповідно до середнього показника індексу TRIX, води Дунайського району мали рівень трофності "дуже високий" і "високий" (рис. 5.8).

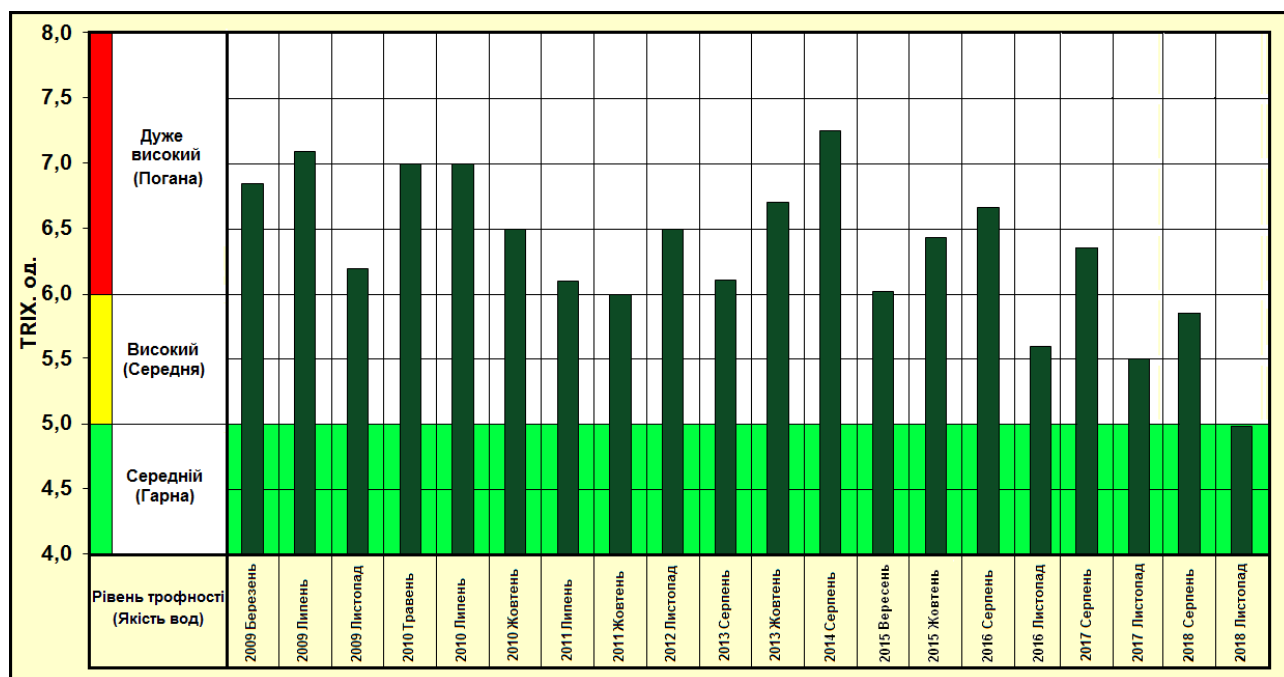


Рисунок 5.8 – Багаторічна мінливість ступеню трофності і якості вод Дунайського узмор'я за показником індексу TRIX

У серпні в Дунайському регіоні в нижньому шарі на глибині понад 22 м виявлено гіпоксію води, де відносна концентрація кисню зменшилася до 41% насичення.

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 (ЧМІС). 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.

За допомогою «SMBDf PhpMyAdmin» розроблено і інтегровано веб-сайт РБД-3 – <http://rdbp.sea.gov.ua>,

Розділ «Головна» – огляд опису проекту по створенню Регіональної бази даних.

Розділ «Партнери» – країни, назви організацій, адреса, телефон, факс, сайт, електронна пошта та логіни для входження в РБД-3.

Розділ «Документи» – зустрічі, протоколи та презентації, що відносяться до проекту.

Розділ «База даних» – функціональна РБД-3 (вхід в базу даних, статистику, метадані, контроль якості та основні дані).

Розділ «Аналіз даних» – функціональна РБД-3 (E-TRIX, екологічні стандарти якості морського середовища, розподіл, графіки).

Електронні адреси всіх базових секцій показані нижче:

http://rdbp.sea.gov.ua/help/pdf/help_MainData.pdf;

http://rdbp.sea.gov.ua/help/pdf/help_QC.pdf;

<http://www.seadatanet.org/Metadata/EDMO>;

http://rdbp.sea.gov.ua/help/pdf/help_Statistics.pdf;

<http://rdbp.sea.gov.ua/analysis/index.php>.

Для ефективної роботи з РБД-3 необхідні наступні кроки від ЧМК:

- звернутись до організацій, які надають річні дані моніторингу до ЧМК, щоб призначити експертів для перевірки даних, які розміщені в РБД-3 за період (2000 – 2018) рр;
- для подальшої роботи з розрахунку статистичних даних, показників ітенденцій, значення параметрів «фонів і ГДК» повинні бути визначені всіма країнами;
- організації, що представляють свою країну, можуть переглядати свої власні дані, які є актуальними і відображені в РБД-3. Якщо є докази того, що з певних причин деякі дані не були надані Чорноморській комісії і не завантажені в РБД-3, постачальник даних в кожній країні може зробити це безпосередньо в РБД-3, використовуючи он-лайн режим;
- проект «Балтика для Чорного моря» закінчився в 2013 році, тому 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. «EMBLAS» планує також розробити регіональну базу даних фітопланктону і надалі розвивати існуючу регіональну базу даних Mnemiopsis, їх обох як частини бази даних «BSIS». Сумісність та взаємодія баз даних ЧМК компонентів з «WISE-MARINE», «SEIS», «SeaDataNet», «EmodNET», «CoCoNet» та іншими інфраструктурами даних будуть розроблені або посилені.

У рамках «EMBLAS» роль Постійного секретаріату ЧМК є важливою,

Таблиця 6.2 – Статистика кількості параметрів за роками у воді

Група параметрів	рік												
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Детергенти	1	1	1	1	1	1	1		1				
Гідрохімія	4	6	6	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7
Гідрологія	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Біогенні речовини	4	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ПАВ					17	1	16				16	17	17
ПХБ					11	19	22	19	19	22	23	23	23
Пестициди					13	13	11	13	13	12	12	12	12
НВ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Феноли	1	1	1	1	1	1							
Фотосинтетичні пігменти		1					1						
Радіонукліди				1	1								
Токсичні метали	1	1	1	8	10	11	11	11	11	10	11	10	10

Таблиця 6.3 – Статистика кількості параметрів за роками в д/в

Група параметрів	рік											
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Детергенти			1									
Гідрохімія		2	2		2	2	2	2	2	2	2	2
Біогенні речовини												
ПАВ	16	16	15	17	17	17				16	17	17
ПХБ	11	9	12	9	12	22	20	19	21	23	23	31
Пестициди	11	13	13	13	11	11	13	11	12	12	12	12
НВ		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Феноли		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Радіонукліди	1		2									
Токсичні метали	13	10	10	11	11	12	11	12	10	12	12	11

Таблиця 6.4 – Статистика кількості параметрів за роками у біоті

Група параметрів	рік						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПХБ	20	19	20	23	23	23	30
Пестициди	11	11	11	12	12	12	12
Слідові залишки (важких) металів	11	10	11	10	11	11	11
ПАВ					16	16	16

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

Група параметрів	рік											
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Детергенти	79	68	149	72	219	10		10				
Гідрохімія	642	608	865	1 190	1 596	1 245	333	210	204	560	807	189
Гідрологія	279	298	227	292	371	665	134	212	312	302	409	48
Біогенні речовини	976	621	860	1 369	2 203	778	399	646	678	999	1337	288
ПАВ				34	7	208				889	1564	867
ПХБ				42	365	831	384	342	657	1 357	2139	1179
Пестициди				52	235	401	235	214	346	708	1116	612
НВ	79	68	143	159	299	39	27	18	4	61	64	
Феноли	79	68	48	149	168	15						
Фотосинтетичні пігменти	20											
Радіонукліди			2	7								
Токсичні метали	79	68	150	112	492	433	194	180	480	525	990	509

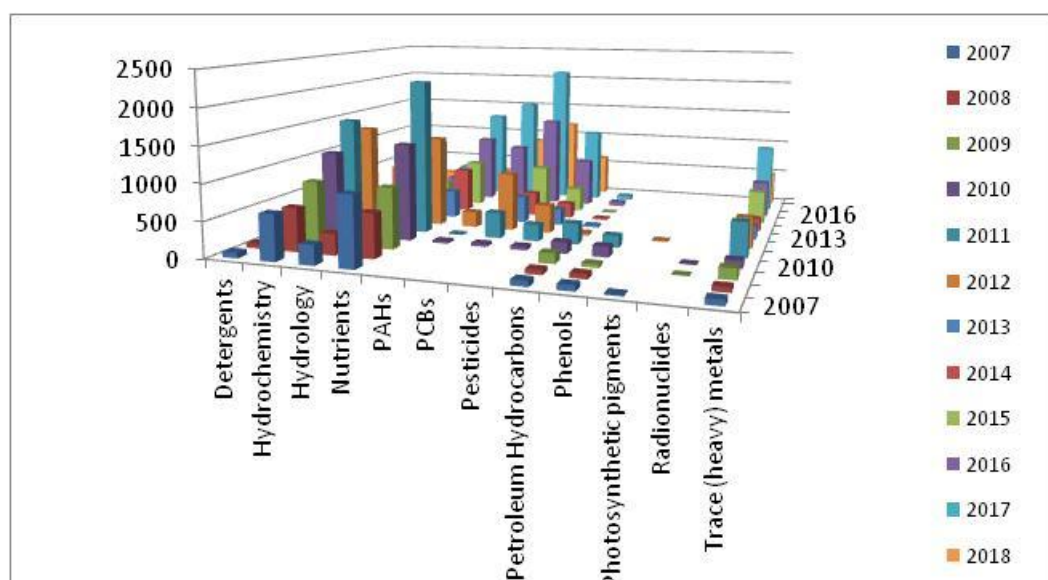


Рисунок 6.1 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у воді

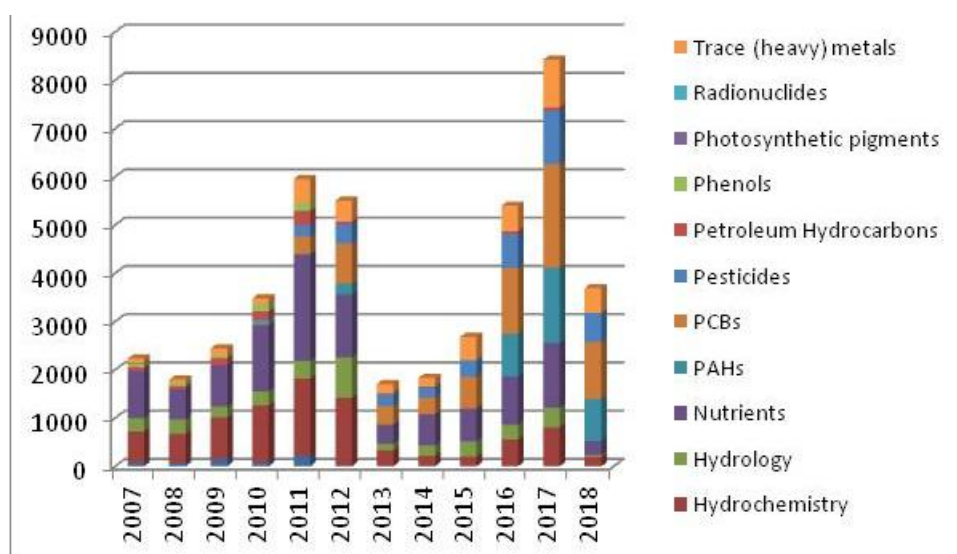


Рисунок 6.2 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у воді

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

Група параметрів	рік											
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Детергенти			9									
Гідрохімія		16	34		84	41	34	20	56	64	88	24
ПАВ	160	136	272	204	289	374				416	833	442
ПХБ	55	72	162	32	489	707	723	266	684	621	1081	614
Пестициди	227	104	203	52	495	350	415	154	359	324	564	312
НВ		8	25	47	45	43	37	15	26	39	49	44
Феноли		8	25	43	42	41	34	10	19	39	44	24
Радіонукліди	12		4									
Токсичні метали	238	80	218	300	492	422	352	180	330	348	588	312

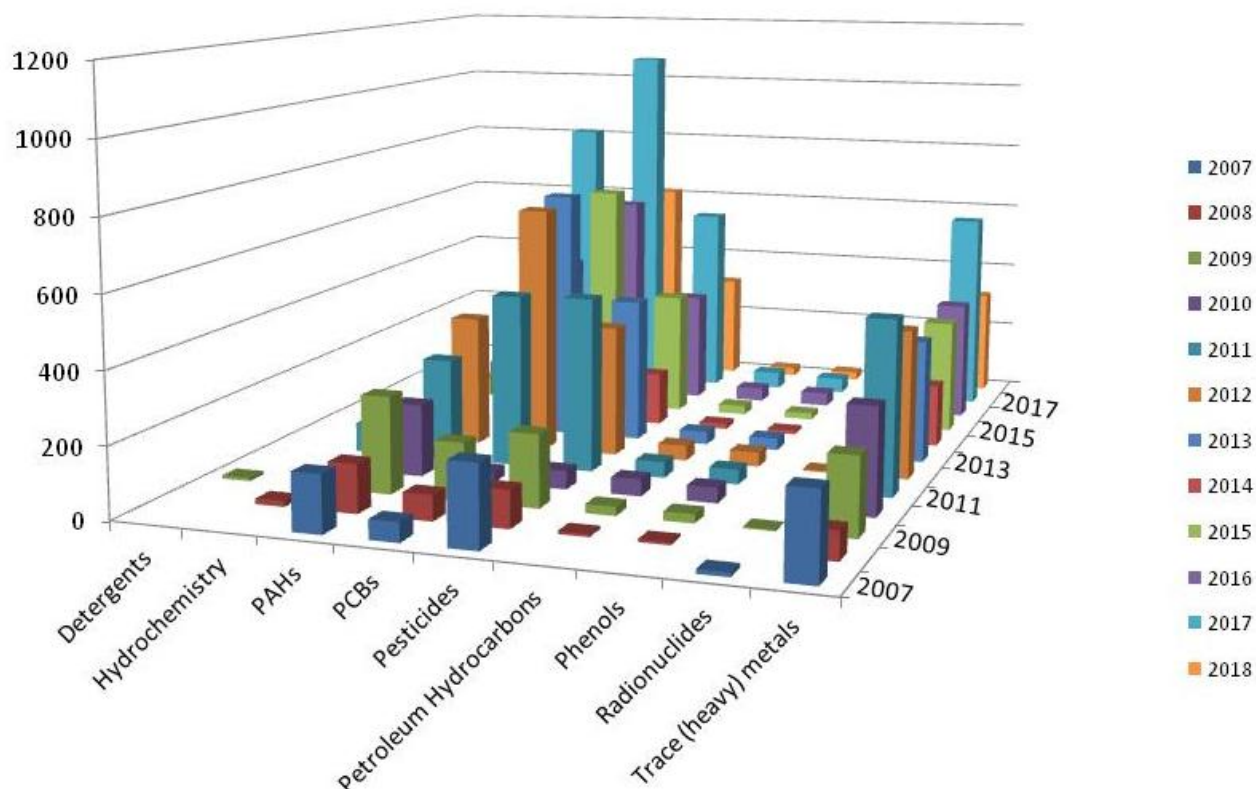


Рисунок 6.3 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у д/в

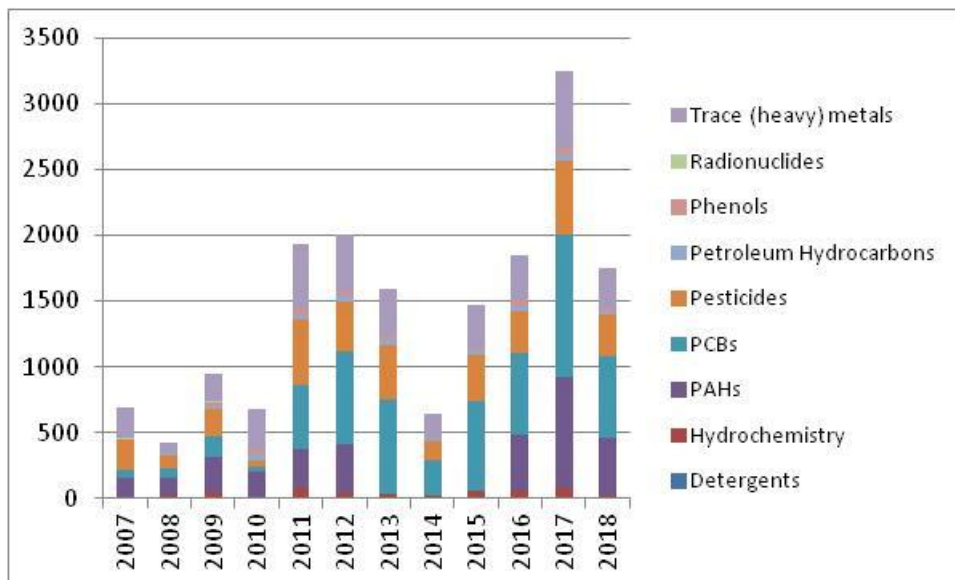


Рисунок 6.4 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у д/в

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

Група параметрів	рік						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПХБ	160	361	320	128	414	529	120
Пестициди	88	209	176	69	216	276	48
Токсичні метали	106	193	176	70	190	242	44
ПАВ					288	368	64

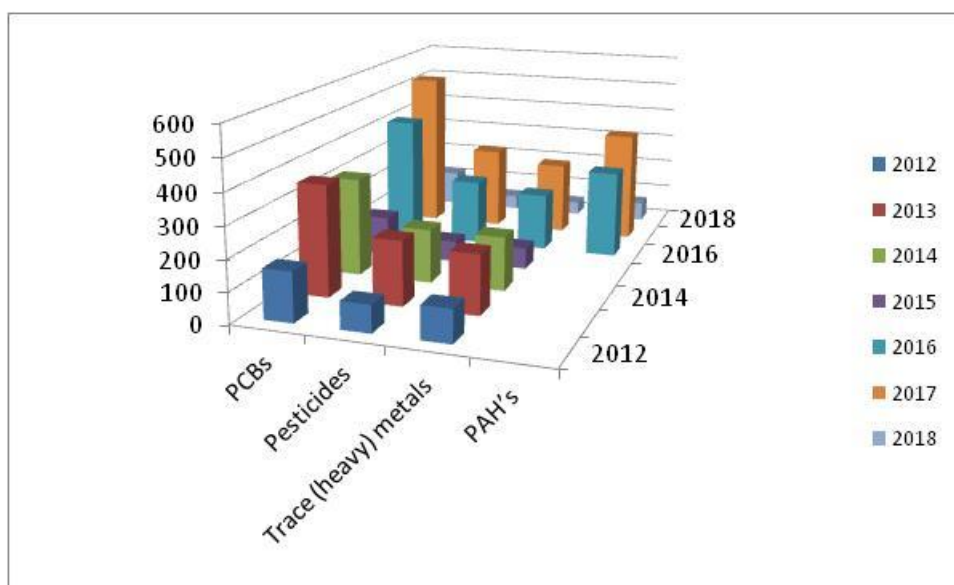


Рисунок 6.5 – Розподіл кількості зразків по групах параметрів і за роками у біоті

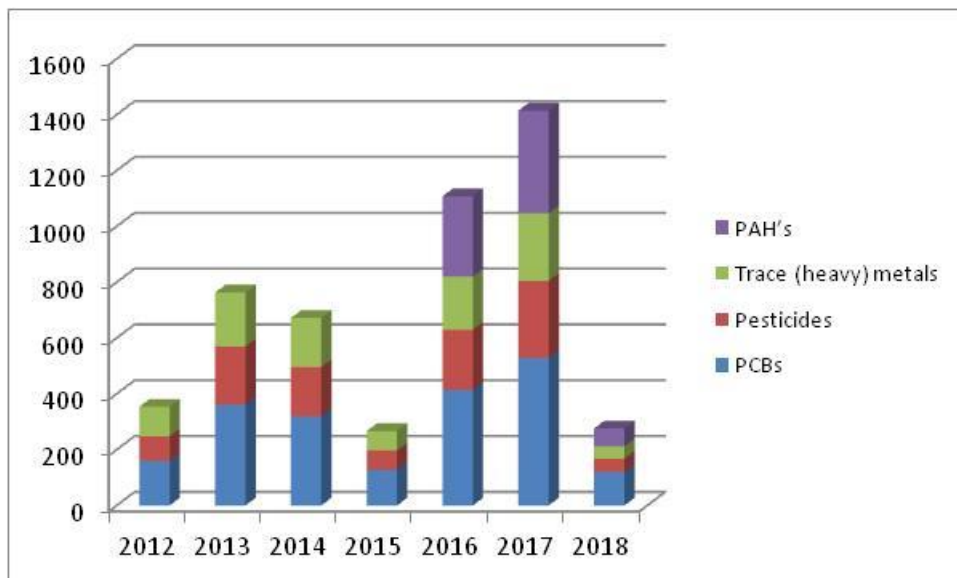


Рисунок 6.6 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у біоті

6.3 Проект «EMODNET-CHEMISTRY»

За тендером №: «Mare/2012/10 (7 лотів) – Інформаційна база для зростання та інновацій в економіці океану: збір і поширення морських даних для картографування морського дна».

Основна робота цього року була проведена в робочому пакеті WP1: DATA COLLECTION AND METADATA COMPILATION (збір даних та підготовка метаданих).

Оброблені метадані УкрНЦЕМ та підготовлені cdi/odv файли для показників води за 2017 рік. Оброблено метадані УкрНЦЕМ та підготовлено cdi/odv файли для д/в за 2017 рік. Всі дані пройшли контроль якості, сформовані файли були розміщені на сервері УкрНЦЕМ для подальшого доступу за допомогою диспетчера завантажень.

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.

У 2019 році була актуалізована і поповнена база даних за результатами регіонального моніторингу України у 2018 році. Представлений звіт про виконання національної частини програми регіонального моніторингу забруднення вод Чорного моря у 2018 році.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Phillips, G.R., Anwar, A., Brooks, L., Martina, L.J., Miles, A.C., Prior, A., 2014. Infaunal Quality Index: Water Framework Directive Classification Scheme for Marine Benthic Invertebrates. Report: SC080016. ISBN: 978-1-84911-319-9.
2. Albayrak S. и др. Ecological quality status of coastal benthic ecosystems in the Sea of Marmara // Mar. Pollut. Bull. 2006. Т. 52. № 7. С. 790–799.
3. Borja Á. и др. Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): A methodological approach // Mar. Pollut. Bull. 2004. Т. 48. № 3–4. С. 209–218.
4. Dauvin J.C., Ruellet T. Polychaete/amphipod ratio revisited // Mar. Pollut. Bull. 2007. Т. 55. № 1–6. С. 215–224.
5. Hoey G. Van и др. The use of benthic indicators in Europe: From the water framework directive to the marine strategy framework directive // Mar. Pollut. Bull. 2010. Т. 60. № 12. С. 2187–2196.
6. Muxika I., Borja Á., Bonne W. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts // Ecol. Indic. 2005. Т. 5. № 1. С. 19–31.
7. Carletti A., Heiskanen A. Reports Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. JRC Scientific and Technical. , 2009. 244 с.

ДОДАТОК А
Публікації в 2018 році

1. Золотарьов Г.Г. Сучасна реседиментація донних відкладень Чорного моря. / Г.Г. Золотарьов // Міжнародна наукова конференція. Морські геолого - геофізичні дослідження: фундаментальні та прикладні аспекти. 8-9 November 2018 Odessa – С. 250-256.

2. Набокін М.В. Багаторічні зміни внеску *Noctiluca scintilans* в біомасу мезозоопланктону та оцінка стану вод Одеської затоки // Екологія – філософія існування людства: зб. наук. праць / за заг. ред. М.М. Радєвої., В.М. Коломієць – Мелітополь : ТОВ "Колор Принт", 2018. – с. 87-89.

3. Набокін М.В. Стан мезозоопланктону Одеської затоки у 2017-2018 рр. // Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: збірник матеріалів V науково-практичної конференції для молодих вчених. - Київ. - 2018. – 2 с. (у печаті).

4. Коморін В.М. Система державного екологічного моніторингу морів України відповідно до вимог ЄС. // Міжнародна наукова конференція. Морські геолого-геофізичні дослідження: фундаментальні та прикладні аспекти. 8-9 November 2018 Odessa – С.57-64.

5. Шурда К.Е. Аналіз міжнародного досвіду та сучасні тенденції розвитку природоохоронної діяльності в Україні / К.Е. Шурда // Perspectives of modern scientific research: Collection of scientific articles. – Lisbon, Portugal, 2018. – P. 15-19.

6. Al-Said, T., Naqvi, S. W. A., Al-Yamani, F., Goncharov, A., & Fernandes, L. (2018). High total organic carbon in surface waters of the northern Arabian Gulf: Implications for the oxygen minimum zone of the Arabian Sea. Marine Pollution Bulletin, 129(1), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.02.013>

7. Gladilina, E., Shpak, O., Serbin, V., Kryukova, A., Glazov, D., Gol'din, Individual movements between local coastal populations of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the northern and eastern Black Sea // Journal of Marine

Biology Association, U.K. 98(2). – 2018. – P. 223-229.

8. Goncharov O. Yu.). Influence of Dniester River runoff on dynamics of chlorophyll in the Dniester Estuary and adjacent sea area. /O.Yu. Goncharov, V.V. Ukrainskiy, A.S. Tityapkin. //Биоразнообразие и факторы влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Материалы научно-практической конференции (с международным участием), Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. – Eco-TIRAS, Тирасполь, 2018 – С. 57-61.

9. Oksana Savenko, Elena Gladilina, Dr Pavel Gol'din, Kseniya Gulak. 2018. Entrapments of cetaceans in stationary pound nets in Black Sea waters of the southern Crimea // 32nd Conf. European Cetacean Society, La Spezia, Italy. – P. 120-121.

10. Karina Vishnyakova, Pavel Gol'din. 2018. Demographical analysis of the endangered population of the harbour porpoise from the Sea of Azov using a Bayesian-based model // 32nd Conf. European Cetacean Society, La Spezia, Italy. – P. 133.

11. Gol'din P., Gladilina E., Savenko O., Vishnyakova K., Neprokin O., Ivanchikova Y., Hulak B., Derkacheva T., Kryukova A., Polyanska K., Voit T. Dzharylgach: a newly discovered important area for cetacean conservation in the north-western Black Sea // Abstract Book: 32nd Annual Conference of the European Cetacean Society. La Spezia, Italy, 2018; 178.

12. Gol'din, P., Telizhenko, S. 2018. Zooarchaeological evidence for the earliest records of Holocene cetaceans in the northern Black Sea // ICAZ 13th International Conf., Ankara, Turkey. – P. 20.

13. Gladilina, E., Tsvelykh, A., Gol'din, P. Catches and bycatch of marine fauna can be used for reconstruction of marine economy // ICAZ 13th International Conf., Ankara, Turkey. – P. 173.

14. Gladilina E., Baş A., Shpak O., Kryukova A., Popov D., Paiu M., Savenko O., Kopaliani N., Ninua L., Vishnyakova K., Gol'din P. Geographical variation of piebaldism in Black Sea bottlenose dolphins // Abstract book of the Conference of young zoologists – 2018 (Kiev, Institute of zoology, November 14-15, 2018). – Kiev, 2018. – P. 7. – (Zoological courier, № 12.) – <http://izan.kiev.ua/rmd/KMDZ18->

abstr.pdf

15. González-Fernández, D., Hanke, G., Kideys, A., Navarro Ortega, A., Sanchez Vidal, A., Bruge, A., Öztürk, B., Palma, C., Santinelli, C., Duijsings, D., Barceló, D., Dimitiriu, E., Rojo-Nieto, E., Ferreira, F., Bessa, F., Suaria, G., Siedlewicz, G., Jiménez, J. C., Germano, J., Pereira de Brito, J., Rigueira, J., Pazdro, K., Cabrera, M., Pogojeva, M., Köck Schulmeyer, M., Constant M., Canals Artigas, M., Paraboschi, M., Tourgeli, M., Machitadze, N., Ratola, N., Savenko, O., Kerherve, P., Sempéré R., Bakiu, R., Crosti, R., Schoeneich-Argent, R., Landry Levesque, S., Agostinho, T., Segal Y., and Yuri Galletti. Floating Macro Litter in European Rivers - Top Items, EUR 29383 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-96373-5, doi:10.2760/316058, JRC108172. – P. 21.

16. Hulak B. S., Bushuev S. G., Savenko O. V. Dolphins' interactions with fishing trawls in the northwestern Black Sea // Abstract book of the Conference of young zoologists – 2018 (Kiev, Institute of zoology, November 14-15, 2018). – Kiev, 2018. – P. 8. – (Zoological courier, № 12.) – <http://izan.kiev.ua/rmd/KMDZ18-abstr.pdf>

17. Ivanchikova J. F., Migush T. O., Hulak B. S., Savenko O. V. Seasonal distribution of the Black Sea harbour porpoise *Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905 in the waters of Hryhorivsky Estuary and the adjacent area of the Black Sea in 2015-2018 // Abstract book of the Conference of young zoologists – 2018 (Kiev, Institute of zoology, November 14-15, 2018). – Kiev, 2018. – P. 11. – (Zoological courier, № 12.) – <http://izan.kiev.ua/rmd/KMDZ18-abstr.pdf>

18. Savenko O., Gladilina E., Gol'din P., Gulak K. Entrapments of cetaceans in stationary pound nets in Black Sea waters of the southern Crimea // Abstract Book: 32nd Annual Conference of the European Cetacean Society. La Spezia, Italy, 2018; p. 121 - 122

19. Savenko O. Nesting space partitioning among the colonial seabirds on small isolated rocks – Dolgaya and Vysokaya (Kuril Islands, North Pacific) // ArcticNet Annual Scientific Meeting, Ottawa, Canada, December 11-14, 2018; p. 208.

20. Shurda K.E. Economic mechanism of regional ecological regulation / K.E. Shurda // Scientific Journal "ScienceRise" – 2018. – Vol 4(45). – pp. 6-9.
21. Shurda K.E. Ecological consequences of regional forecast of socio-economic development / K.E. Shurda // "Norwegian Journal of development of the International Science" – 2018. – № 18. – Vol 2. – pp. 63-67.
22. K. Shurda. Marine ecosystem services and methods to assess their value. / K. Shurda // Шурда К. Е. Морські екосистемні послуги та методи оцінки їх цінності. / К. Е. Шурда // Осінні наукові читання, XXII міжнародна науково-практична інтернет-конференція. – м. Вінниця, 28 вересня 2018 р. – Р. 72-79.
23. Snigirov, S., Kvach, Y., Goncharov, O., Sizo, R., & Sylantsev, S. (2019). Hydrology and parasites: What divides the fish community of the lower Dniester and Dniester estuary into three? Estuarine, Coastal and Shelf Science. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.11.022>. (у печаті).
24. Yaremyn R. R., Savenko O. V. Cetacean sightings in the coastal waters of the southeastern part of Odesa Region during the autumn of 2018 // Abstract book of the Conference of young zoologists – 2018 (Kiev, Institute of zoology, November 14-15, 2018). – Kiev, 2018. – P. 26. – (Zoological courier, № 12.) – <http://izan.kiev.ua/rmd/KMDZ18-abstr.pdf>.
25. Gol'din, P., Radović, P. 2018. A Middle Miocene baleen whale from Bele Vode in Belgrade, Serbia. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 124(1): 127-138.
26. Gol'din, P. 2018. New Paratethyan dwarf baleen whales mark the origin of cetotheres. *PeerJ* DOI: 10.7717/peerj.5800.
27. Gol'din, P., Kovalchuk, O., Krakhmalnaya, T. 2018. The first record of Sirenia (Mammalia) from the early Oligocene of the Paratethys. *Historical Biology* DOI: 10.1080/08912963.2018.1454444.
28. Gol'din P., Bukhsianidze M. 2018. Anatomy of *Ferecetotherium kelloggi*, the earliest crown-group cetacean from the Oligocene of Caucasus // 5th International Paleontological Congress, Paris, France. – P. 59.

ДОДАТОК Б

Наукометрія в 2018 році

1. В.В. Український, В.М. Коморін, Л.Г. Комарова КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА СТАН МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ/ Звіт про НДР. № ДР-00118U006641 – http://www.sea.gov.ua/img/reports/2018/Theme_1_part6.pdf
2. O.E. RUBEL, A.A. ZHIKHAREVA. THE CONCEPT OF THE IMPLEMENTATION OF THE PERFORMANCE-BASED RESEARCH FUNDING TOOL – <http://ei-journal.com/index.php/journal/article/view/484>
3. Turki Al-Said, SWA Naqvi, Faiza Al-Yamani, Alexandr Goncharov, Loreta Fernandes High total organic carbon in surface waters of the northern Arabian Gulf: Implications for the oxygen minimum zone of the Arabian Sea – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X18300948>
4. Y. Goncharov, V. Ukrainskiy, A. Tityapkin. Influence of Dniester River runoff on dynamics of chlorophyll in the Dniester Estuary and adjacent sea area – http://eprints.library.odeku.edu.ua/4961/1/conferinta_tiraspol_2018.pdf#page=58
5. A.S. Tityapkin, O.Y. Goncharov, V.V. Ukrainskiy. Influence of Dniester river runoff on dynamics of chlorophyll in the Dniester estuary and adjacent sea area – http://eprints.library.odeku.edu.ua/4961/1/conferinta_tiraspol_2018.pdf#page=58
6. А.С. Тітяпкин О.А. Бургаз, В.А. Верлан ОЦІНКА НАДХОДЖЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ЧОРНЕ МОРЕ ЗІ СТОКОМ ГОЛОВНИХ РІЧОК – http://eprints.library.odeku.edu.ua/2816/1/Burgaz%2C%20A.%20%D0%90.Verlan%2C%20V.%20A.Tytiapkin%2C%20A.%20S_2018_.pdf
7. І.Г. Орлова, В.В. Український, С.П. Ковалишина, М.Ю. Павленко, Л.Л. Красота, О.В. Рачинська, Л.В. Савіних-Пальцева. ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛІВ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ДОПОВІДІ УКРАЇНИ: ОЦІНКА СТАНУ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРИВ у 2017 РОЦІ / Звіт про НДР. № ДР-0118U006643 – http://www.sea.gov.ua/img/reports/2018/Theme_3.pdf

8. В. Коморін, Л. Савіних-Пальцева, Є. Дикий, П. Гольдин, О. Гладіліна, К. Вишнякова. Науково-методичне забезпечення створення та розвитку мереж охоронюваних морських акваторій та приморських територій. / Звіт про НДР. № ДР-0118U006646 – http://www.sea.gov.ua/img/reports/2018/Theme_6_part3.pdf

9. Ю.М. Деньга, Ю.В. Олейнік, О.В. М'яснікова. Базова оцінка та визначення Доброго екологічного стану (ДЕС) морського середовища Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України. Базова оцінка гідрохімічного / Звіт про НДР. № ДР-0118U006641 – http://www.sea.gov.ua/img/reports/2018/Theme_1_part5.pdf

10. Ю.М. Деньга, В.В. Український, Ю.І. Попов, С.П. Ковалишина, М.О. Грандова, О.В. Лепьошкін, О.В. М'яснікова, Ю.В. Олейнік. ПІДГОТОВКА ЗВІТІВ РЕГІОНАЛЬНОГО АКТИВНОГО ЦЕНТРУ ПО МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНЦІ ЗАБРУДНЕННЯ У 2018 Р. У ФОРМАТІ СЕКРЕТАРІАТУ ЧОРНОМОРСЬКОЇ КОМІСІЇ / Звіт про НДР. № ДР-0118U006647 – http://www.sea.gov.ua/img/reports/2018/Theme_7.pdf

11. G.G. Minicheva, V.N. Bolshakov, E.S. Kalashnik, A.B. Zotov, A.V. Marinets. Assessment of the Reactions of Algal Communities to Influence of Climatic Factors in the North-Western Black Sea Ecosystem – <http://www.dl.begellhouse.com/en/journals/7dd4467e7de5b7ef,3b4de067610ae314,4aa5f5cb6f5dac02.html?sgstd=1>

12. Г.Г. Миничева, В.Н. Большаков, Е.С. Калашник, А.Б. Зотов, А.В. Маринец. Оценка реакции альгосообществ черноморских экосистем на воздействие климатических факторов – <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/140293>

13. Д.В. Кушнір, Ю.С. Тучковенко, Ю.І. Попов. Верифікація комплексу інтегрованих чисельних моделей для прогнозування мінливості гідрофізичних характеристик у північно-західній частині Чорного моря – http://eprints.library.odeku.edu.ua/3819/1/Kushnir%20D.V._Tuchkovenko_Y.S._Popov%20Y.I._tezy_conf_7_Probl_gidrolog_2018_176.pdf

14. М.А. Берлінський, Ю.І. Попов. Формування придонної гіпоксії і сірководню на шельфі Чорного моря (рос.) –

http://journals.uran.ua/visnukkhnu_ecology/article/view/143130

18. М.В. Набокін Стан мезопланктону Одеської затоки у 2017-2018 рр.–
https://www.researchgate.net/publication/332626727_Stan_mezozooplanktonu_Odes_koi_zatoki_Cornogo_mora_u_2017-2018_rr