

УДК 502.2.08; 504.423

КП 72.19.19-00.00

№ держреєстрації 0117U007164

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ  
НДУ “УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ” (УкрНЦЕМ)  
65009, м. Одеса, Французький бульвар, 89. тел. (0482) 63 66 22, факс (0482) 637322  
e-mail: [accem@te.net.ua](mailto:accem@te.net.ua), [www.sea.gov.ua](http://www.sea.gov.ua)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор УкрНЦЕМ  
канд. геогр. наук, старш. наук.  
співроб.

\_\_\_\_\_ В.М. Коморін

\_\_\_\_\_ 2018 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОНАННЯ МІЖНАРОДНИХ  
ЗОБОВ’ЯЗАНЬ УКРАЇНИ З МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ СТАНУ  
ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА У 2016 Р. (ПІДГОТОВКА  
ЗВІТУ)

Науковий керівник  
директор УкрНЦЕМ  
канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.

В.М. Коморін

2017

Рукопис закінчено 26 грудня 2017 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол № 1  
від 15 січня 2018 року

## СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець, начальник відділу аналітичних досліджень та організації моніторингу (ВАД та ОМ)	_____	Ю.М. Деньга (розділ 1, 2, 3, 5, 6)
Виконавці: Заступник директора - керівник Морського інформаційного аналітичного центру, канд. геогр. наук	_____	В.В. Український (розділ 4, 5)
Наук. співроб. відділу наукових досліджень морського середовища, канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.	_____	Ю.І. Попов (розділ 2)
Начальник відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів, канд. біол. наук	_____	С.П. Ковалишина (розділ 4, 5)
Начальник відділу геоінформаційного аналізу	_____	О.В. Лепьошкін (розділ 1, 7)
Завідувач сектором баз даних моніторингу Причорноморських країн відділу інформаційного забезпечення наукових досліджень	_____	О.В. М'яснікова (розділ 2, 3, 7)
Завідувач лабораторії хімікоаналітичних досліджень ВАД та ОМ	_____	Ю.В. Олейнік (розділ 6)
Наук. співроб. ВАД та ОМ	_____	Т.В. Сібілева (нормоконтроль)

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 146 с., рис. 127, табл. 36, 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 2016 році виконано 3 експедиції в Чорному морі (45 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 (фіто-, зоопланктон, зообентос) досліджених районів.

## ЗМІСТ

	С.
СПИСОК АВТОРІВ	2
ВСТУП	9
1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	10
1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2016 році	10
1.2 Кількість станцій (місця відбору, карта)	10
1.3 Перелік параметрів моніторингу	13
1.4 Національні установи	14
1.5 Презентація даних	14
1.6 Фінансування	14
1.7 Розмір фінансування	15
1.8 Гарантія якості та організація контролю якості в залучених лабораторіях	15
1.9 Міжнародна інтеркалібрація	16
1.10 Імена авторів щорічної доповіді	16
1.11 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах в 2016 році	16
2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	23
2.1 Матеріали та методи	24
2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю влітку 2016 року	25
2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю восени 2016 року	28
2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2016 році	31
3 ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	36
3.1 Морська вода	36
3.2 Донні відкладення	47
3.2.1. Забруднення донних відкладень згідно з результатами експедиції «NPMS-UA» у травні	48
3.2.2. Забруднення донних відкладень згідно з результатами експедиції біля Дунаю у серпні 2016 року.	53
3.2.3. Забруднення донних відкладень згідно з результатами експедиції біля Дунаю у жовтні-листопаді 2016 року	57
4 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ЧОРНОМУ МОРІ В 2016 РОЦІ	64
4.1 Фітопланктон	65
4.2 Мінливість хлорофілу-а у Чорному морі	79
4.3 Зоопланктон	85

	5
4.4 Зообентос	89
5 ЕВТРОФІКАЦІЯ	104
5.1 Оцінка екологічного стану морських вод північно-західної частини моря за інтегральними показниками	106
5.1.1 Оцінка за індексом трофності вод	106
5.1.2 Оцінка методом оцінки трофності вод	112
6 РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ РИБИ ТА МІДІЙ	117
6.1 Рівень забруднення риби та мідій північно західної частини відкритого моря	117
6.2 Рівень забруднення риби та мідій у районі о. Зміїний	120
6.2.1 Важкі метали	120
6.2.3 Хлор органічні пестициди і поліхлоровані біфеніли	127
6.2.4 Середні концентрації хлорорганічних пестицидів і поліхлорованих біфенілів у пробах біоти протягом 2012-2016 років	130
7 ІНША ДІЯЛЬНІСТЬ РЕГІОНАЛЬНОГО АКТИВНОГО ЦЕНТРУ З МОНІТОРІНГУ ТА ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ	133
7.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень Чорноморської інформаційної системи	133
7.2 Огляд потоків даних моніторингу регіональної бази даних по забрудненню України в 2016 році	135
7.3 Проект «EMBLAS-II»	140
7.4 Проект «EMODNET-CHEMISTRY»	141
ВИСНОВКИ	142
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	143

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- АМВІ – індекс стану біоценозів на станції;
- БСК<sub>5</sub> – 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;
- ГХБ – гексахлорбензол;
- $\alpha$ -ГХЦГ –  $\alpha$  гексахлорциклогексан;
- $\beta$ -ГХЦГ –  $\beta$  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;
- ПЗЧ – північно-західна частина;
- 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;

$C_{\text{орг}}$  – вуглець органічний;

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;

ХОП – хлорорганічні пестициди;

ЧМІС – Чорноморська Інформаційна Система;

ЧМК – Чорноморська Комісія;

AA-EQS – середні допустимі екологічні стандарти якості (Annual Average EQS);

АССОВАМС - Угода про збереження китоподібних в Чорному і Середземному морях, а також прилеглої області Атлантики;

AcDev – допустиме відхилення від RefCon (Deviation);

AcStat – значення параметру за спостереженням (Actual status);

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;

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

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);

E-TRIX – індекс трофності вод;

EUT\_Ratio – результатуєчий коефіцієнт евтрофікації;

EQR – показник якості вод (Eutrophication quality ratio);

EQS – екологічні стандарти якості (Environmental Quality Standard);

GES – хороший екологічний стан (Good Environmental Status);

HEAT – Інструмент оцінки евтрофікації (Eutrophication Assessment Tool);

IMDIS – Міжнародні морські данні та інформаційна система (International

Marine Data and Information Systems);

M-AMBI – просторовий індекс стану біоценозів;

MAC – максимальна допустима концентрація (Maximum Allowed Concentration);

MSFD – Рамкова директива морської стратегії;

RefCon – фонове значення параметру за довідковими джерелами (Reference Conditions);

Target – цільова концентрація параметру (Eutrophication quality objective or Target);

WFD – рамкова директива по водах (Water Framework Directive).



## ВСТУП

Метою науково дослідної роботи (НДР) є підтримка системи моніторингу морського середовища в 2016 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 2017 році була актуалізована і поповнена регіональна база даних забруднення (РБД-3) за результатами моніторингу України у 2016 році. До Секретаріату Стамбульської Комісії представлений Звіт про виконання національної частини програми регіонального моніторингу забруднення вод Чорного моря у 2016 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 2016 році

УкрНЦЕМ провів дві експедиції по моніторингу та оцінки забруднення Чорного моря в 2016 році. Експедиції були здійснені у серпні, жовтні-листопаді 2016 року та досліджували відкритий район моря, недалеко від дельти Дунаю. Також в Звіт включено результати експедиції «NPMS-UA» в рамках проекту «EMBLAS» на дослідницькому судні "Mare Nigrum" та дослідження якості морських вод, донних відкладень (д/в) і біоти в 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 2016 році включає 45 станцій. Опис цих станцій представлений в таблиці 1.1. Місця розташування станцій представлені на рисунку 1.

Таблиця 1.1 – Українські станції BSIMAP у 2016 році

н/п	Номер станції	Широта	Довгота	Місце розташування	Виконавець
Експедиція «NPMS-UA» (травень 2016 року)					
1	1	46.2016	30.8275	Одеський регіон	Проект «EMBLAS»
2	2	45.9899	30.7111	Дністровський регіон	Проект «EMBLAS»
3	3	45.8218	30.3086	Дністровський регіон	Проект «EMBLAS»
4	4	45.5065	30.5048	ПЗЧМ <sup>1)</sup>	Проект «EMBLAS»
5	5	45.5162	29.8621	Дельта Дунаю	Проект «EMBLAS»
6	6	45.3113	29.8533	Дельта Дунаю	Проект «EMBLAS»
7	7	45.2000	29.8103	Дельта Дунаю	Проект «EMBLAS»
8	8	45.9815	30.5773	ПЗЧМ	Проект «EMBLAS»
9	9	45.6663	31.2509	Регіон о. Зміїний	Проект «EMBLAS»
10	10	45.8187	31.1242	Філофорне поле Зернова	Проект «EMBLAS»
11	11	45.9999	31.2508	ПЗЧМ	Проект «EMBLAS»
12	12	46.3246	31.4667	Тендрівська коса	Проект «EMBLAS»
13	13	46.4620	31.3436	Дніпровський регіон	Проект «EMBLAS»
14	14	46.4403	31.0698	Місця скиду	Проект «EMBLAS»
15	15	46.5089	30.8239	Одеська затока	Проект «EMBLAS»
Дельта Дунаю (серпень 2016 року)					
16	1	45.3503	29.8620	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
17	2	45.3389	29.7635	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
18	3	45.3359	29.7742	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
19	4	45.3229	29.7981	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
20	5	45.3216	29.8672	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
21	6	45.3217	29.8764	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
22	7	45.3141	29.8658	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
23	8	45.3209	29.8556	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
24	9	45.2527	29.8833	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
25	10	45.2717	29.8145	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
26	11	45.2871	29.7853	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Дельта Дунаю (жовтень-листопад 2016 року)					
27	1	45.3392	29.7635	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
28	2	45.3359	29.7740	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
29	3	45.3291	29.7865	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
30	4	45.3507	29.8639	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
31	5	45.3220	29.7996	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
32	6	45.3212	29.8657	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
33	7	45.3208	29.8782	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
34	8	45.3155	29.8681	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
35	9	45.3209	29.8583	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
36	10	45.2589	29.8820	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
37	11	45.2721	29.8140	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
38	12	45.2920	29.7856	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Дністровська банка					
39	1	45.8771	30.7317	ПЗШ <sup>2)</sup> Чорного моря	УкрНЦЕМ
о. Зміїний					
40	1	45.2537	30.2116	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ
41	2	45.2543	30.1943	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ
42	3	45.2568	30.2056	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ
43	4	45.2568	30.1943	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ
44	5	45.2575	30.2050	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ
45	6	45.2584	30.2056	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ

<sup>1)</sup> Північно-західна частина моря.

<sup>2)</sup> Північно-західний шельф.

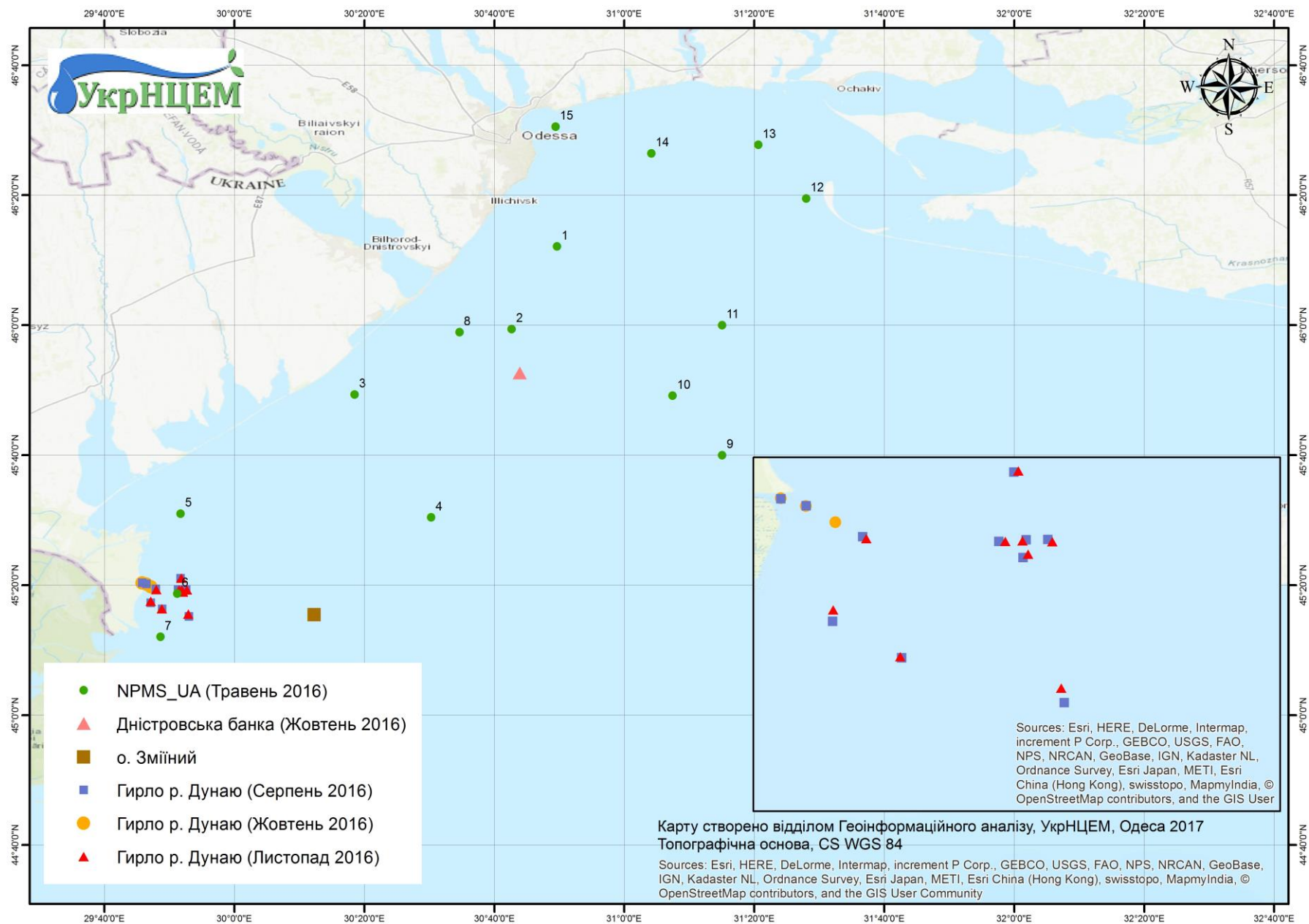


Рисунок 1.1 – Українські станції BSIMAP у 2016 році

## 1.3 Перелік параметрів моніторингу

Перелік параметрів моніторингу та кількість виконаних проб у порівнянні з 2015 роком представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість проб на основі даних українського моніторингу в 2016 та 2015 роках

Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб			
	2016 р.	2015 р.		2016 р.	2015 р.		2016 р.		2015 р.	
<b>Гідрохімічні (вода)</b>			<b>Метали (вода)</b>			<b>ПАВ<sup>1)</sup></b>				
			Fe	50	48	Нафталін	56	0	23	0
Солоність	151	102	Mn	27	48	Аценафтілен	56	0	23	0
Водневий показник рН	151	102	Zn	50	48	Флуорен	56	0	23	0
Розчий кисень (O <sub>2</sub> )	98	57	Co	50	48	Аценафтен	56	0	23	0
Завислі речовини	65	18	As	50	48	Фенантрен	56	0	23	0
Прозорість	71	56	Hg	50	48	Антрацен	56	0	23	0
БСК <sub>5</sub> <sup>2)</sup>	30	0	Cu	50	48	Флуорантен	56	0	23	0
Сорг. <sup>3)</sup>	50	42	Cd	50	48	Пірен	56	0	23	0
Сірководень	0	0	Pb	50	48	Бензо[а]антрацен	56	0	23	0
Фосфати	151	103	Ni	50	0	Хризен	56	0	23	0
Фосфор загальний	151	103	Cr	50	48	Бенз(б)флуорантен	56	0	23	0
Азот амонійний	151	103	Al	0	0	Бенз(к)флуорантен	56	0	23	0
Азот нітритний	151	103	<b>Інші органічні забруднювачі (вода)</b>			Бенз[а]пірен	0	0	0	0
Азот нітратний	151	103	Феноли	0	0	Дибензо[а,h]антрацен	56	0	23	0
Загальний азот	151	103	СПАР <sup>4)</sup>	0	10	Індено(1,2,3-с,d)пірен	56	0	23	0
Кремній	99	59	Сума НВ <sup>5)</sup>	61	6	Бензо[ghi]перилен	56	0	23	0
<b>Метали (д/в)</b>			<b>ПХБ<sup>7)</sup> сум. (вода)</b>			<b>ХОП<sup>6)</sup></b>				
Zn	40	30	Ag-1254 <sup>14)</sup>	59	38	ДДТ <sup>8)</sup>	59	29	38	30
Co	40	30	Ag-1260 <sup>15)</sup>	59	38	ДДД <sup>9)</sup>	59	29	38	30
As	40	30	ПХБ (21 шт.)	21	21	ДДЕ <sup>10)</sup>	59	29	38	30
Hg	40	30	<b>ПХБ сум. (д/в)</b>			Ліндан	59	29	38	30
Cu	40	30	Ag-1254 <sup>13)</sup>	29	30	α- ГХЦГ <sup>11)</sup>	59	29	38	30
Cd	40	30	Ag-1260 <sup>14)</sup>	29	30	β- ГХЦГ <sup>12)</sup>	59	29	38	30
Pb	15	37	ПХБ (21 шт.)	21	21	ГХБ <sup>15)</sup>	59	29	38	30
Ni	31	0	<b>Інші органічні забруднювачі (д/в)</b>			Гептахлор	59	29	38	30
Al	40	30	Феноли	38	19	Альдрін	59	29	38	30
Fe	40	30	Сума НВ	40	26	Дільдрін	59	29	38	30
Cr	40	30	Сорг.	32	28	Ендрін	0	8	0	0

1) Поліциклічні ароматичні вуглеводні.  
2) Біохімічне споживання кисню.  
3) Вуглець органічний.

## Кінець таблиці 1.2

- 4) Синтетичні поверхнево-активні речовини.
- 5) Нафтові вуглеводи.
- 6) Хлорорганічні пестициди.
- 7) Поліхлорбіфеніли.
- 8) р,р-діхлордіфенілтрихлоретан.
- 9) Діхлордіфенілдіхлоретан.
- 10) Діхлордіфенілдіхлоретілен.
- 11)  $\alpha$  гексахлорциклогексан.
- 12)  $\beta$  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 України, начальник відділу Юрій Деньга;
- б) Регіональний центр моніторингу навколишнього середовища та екологічних досліджень ОНУ, 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 будівництва графіків контролю якості;
- використання дублюючих проб;

– участь в заходах з перевірки кваліфікації.

### 1.9 Міжнародна інтеркалібрація

В 2016 році регіональний активний центр з моніторингу та оцінки забруднення (РАЦ МОЗ) організував і прийняв участь в міжнародній інтеркалібрації в рамках проекту "EMBLAS-2" - визначення токсичних металів, ХОП, ПХБ та ПАВ в д/в та тканинах мідій.

### 1.10 Імена авторів щорічної доповіді

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

### 1.11 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах в 2016 році

В рамках угоди про збереження китоподібних в Чорному і Середземному морях, а також прилеглої області Атлантики (АССОВАМС):

– відрядження до м. Вилкове, Кілійського району, Одеської області, з 15 по 18 липня 2016 року молодшого наукового співробітника відділу інформаційного забезпечення наукових досліджень (ІЗНД) Вишнякова К.О.; фахівець 1 кат. відділу аналізу морських екосистем та антропогенного навантаження Гулак Б.С. для проведення спостережень і фото ідентифікації китоподібних у акваторії Кілійського району Одеської області в рамках проекту «Ідентифікація і попередня оцінка угруповань китоподібних в прибережних



водах північно-західного Чорного моря, український сектор» за грантом Секретаріату Угоди про збереження китоподібних Чорного моря, Середземного та прилеглої акваторії Атлантичного океану, а також збір даних за тематикою НДР № 7 «Оцінка стану популяції чорноморських китоподібних в 2016 р.»;

– відрядження до м. Скадовськ, Херсонської області, з 01 по 06 серпня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод відділу наукових досліджень та охорони морських біоценозів (ВНД та ОМБ) Савенко О.В., молодшого наукового співробітника відділу ІЗНД Вишнякова К.О.; фахівець 1 кат. відділу аналізу морських екосистем та антропогенного навантаження Гулак Б.С., наукових співробітників відділу наукових досліджень морського середовища (ВНДМС) Гольдіна П.Є., Гладіліна О.В для проведення спостережень і фото ідентифікації китоподібних у акваторії Джарилгацької затоки і о. Джарилгач в рамках проекту «Ідентифікація і попередня оцінка угруповань китоподібних в прибережних водах північно-західного Чорного моря, український сектор» за грантом Секретаріату щодо Угоди про збереження китоподібних Чорного моря, Середземного моря та прилеглої акваторії Атлантичного океану, а також збір даних за тематикою НДР № 7 «Оцінка стану популяції чорноморських китоподібних в 2016 р.»;

– відрядження до м. Вилкове, Кілійського району, Одеської області, з 16 по 20 серпня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В.; фахівця 1 кат. відділу аналізу морських екосистем та антропогенного навантаження Гулак Б.С., наукового співробітника ВНДМС Гольдіна П. Є для проведення спостережень і фото ідентифікації китоподібних у морській акваторії дельти Дунаю і Жебріянській бухті в рамках проекту «Ідентифікація і попередня оцінка угруповань китоподібних в прибережних водах північно-західного Чорного моря, український сектор» за грантом Секретаріату Угоди про збереження китоподібних Чорного моря, Середземного моря та прилеглої акваторії Атлантичного океану, а також збір даних за тематикою НДР № 7 «Оцінка стану популяції чорноморських китоподібних в 2016 р.»;

– відрядження до смт. Чорноморське, Комінтернівського району,

Одеської області, з 21 по 26 серпня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В. для проведення спостережень і фото ідентифікації китоподібних у морській акваторії Григоріївського лиману в рамках проекту «Ідентифікація і попередня оцінка угруповань китоподібних в прибережних водах північно-західного Чорного моря, український сектор» за грантом Секретаріату Угоди про збереження китоподібних Чорного моря, Середземного моря та прилеглої акваторії Атлантичного океану, а також збір даних за тематикою НДР № 7 «Оцінка стану популяції чорноморських китоподібних в 2016 р.»;

– відрядження до м. Скадовськ, Херсонської області, з 30 серпня 2016 р. по 03 вересня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В.; молодшого наукового співробітника відділу ІЗНД Вишнякова К.О.; наукового співробітника ВНДМС Гольдін П.Є., Гладіліна О.В для проведення спостережень і фото ідентифікації китоподібних у акваторії Джарилгацької затоки і о. Джарилгач в рамках проекту «Ідентифікація і попередня оцінка угруповань китоподібних в прибережних водах північно-західного Чорного моря, український сектор» за грантом Секретаріату Угоди про збереження китоподібних Чорного моря, Середземного моря та прилеглої акваторії Атлантичного океану, а також збір даних за тематикою НДР № 7 «Оцінка стану популяції чорноморських китоподібних в 2016 р.»;

– відрядження до смт. Чорноморське, Комінтернівського району, Одеської області, з 04 по 07 вересня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В. для проведення спостережень і фото ідентифікації китоподібних у морській акваторії Григоріївського лиману в рамках проекту «Ідентифікація і попередня оцінка угруповань китоподібних в прибережних водах північно-західного Чорного моря, український сектор» за грантом Секретаріату Угоди про збереження китоподібних Чорного моря, Середземного моря та прилеглої акваторії Атлантичного океану, а також збір даних за тематикою НДР №7 «Оцінка стану популяції чорноморських китоподібних в 2016 р.»;

– відрядження до м. Констанца, Румунія, з 11 по 17 грудня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В. для участі в міжнародному навчальному семінарі: “Оцінка чисельності морських ссавців та визначення параметрів їх життєвої історії”, організованого неурядовою організацією “Маре Нострум” (Mare Nostrum NGO) спільно з Секретаріатом АССОВАМС.

В рамках проекту «EMBLAS II»:

– відрядження до м. Стамбул, Туреччина, з 30 березня по 01 квітня 2016 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В. М. для участі у другій нараді керівного комітету по проекту «EMBLAS-II»;

– відрядження до м. Стамбул, Туреччина, з 12 по 14 квітня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В.; провідного фахівця сектору дослідження атмосферного забруднення приморських територій ВНДМС Котельнікова Ю.О. для участі у науковому семінарі з моніторингу морського сміття, організатори ЧМК та проект «EMBLAS-II» (BlackSea Commission/EMBLAS-II MarineLitterWorkshop);

– відрядження до м. Іспра, Італія, з 25 квітня по 07 травня 2016 року завідуючого лабораторією хіміко-аналітичних досліджень ВАД та ОМ Олейніка Ю.В. для навчання в якості експерта з відбору проб води великого об’єму для аналізу органічних забруднювачів за проектом «EMBLAS-II»;

– відрядження до м. Іспра, Італія, з 12 червня по 24 червня 2016 року завідуючого лабораторією хіміко-аналітичних досліджень ВАД та ОМ Олейніка Ю.В. для виконання досліджень з аналізу проб великого об’єму, які відібрані в експедиції за проектом «EMBLAS-II»;

– відрядження до м. Льєж, Бельгія, з 05 по 09 липня 2016 року наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В.; молодшого наукового співробітника відділу ІЗНД - Вишнякова К.О. для участі у навчальному курсі «Некропсії морських ссавців», організованого на базі факультету ветеринарної медицини Льєжського університету;

– відрядження до м. Батумі, Грузія, з 28 жовтня по 01 листопада 2016 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М. для участі в заходах, які проводитимуться в межах міжнародного проекту «Посилення екологічного моніторингу Чорного моря» «EMBLAS II»;

В рамках європейській мережі морських спостережень та інформації «The European Marine Observation and Data Network» (EMODNET):

– відрядження до м. Київ з 24 по 26 травня 2016 року наукового співробітника відділу ІЗНД Круглова А.М., молодшого наукового співробітника відділу ІЗНД Мотильова М.О. для прийняття участі в 6-й щорічній міжнародній конференції «GISTECH UA 2016 Новітні технології ГІС і ДЗЗ в Україні»;

– відрядження до м. Гельсінкі (Фінляндія), з 07 по 11 червня 2016 року завідуючого сектором розробки інформаційних систем (РІС) відділу ІЗНД Івченко Є.О. для участі в третій щорічній зустрічі у рамках EMODNET за темою від 03.11.2014 № 10-а/14 «MARE/2010/10», організатор Гельсінський інститут навколишнього середовища;

– відрядження до к.п. Нарочь, Беларусь, з 11 по 17 вересня 2016 року наукового співробітника сектору гідробіологічних досліджень ВНД та ОМБ Теренько Г.В. для участі у V міжнародній конференції «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» з ціллю надання результатів, отриманих у рамках НДР «Оцінка стану складових морської екосистеми Одеського узбережжя» та міжнародного проекту EMODNET;

– відрядження до м. Гданськ (Польща), з 08 по 17 жовтня 2016 року начальника відділу ГІА Лепьошкіна О.В., завідуючого сектором РІС відділу ІЗНД Івченко Є.О., наукового співробітника відділу ІЗНД Тюріна В.О., наукового співробітника відділу ІЗНД Круглов А.М. для участі в міжнародній конференції «International Marine Data and Information Systems (IMDIS) 2016», організатор інститут океанології польської академії наук;

– відрядження до м. Рига (Латвія), з 29 листопада по 02 грудня 2016 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М., начальника відділу ІЗНД – Непрокін

О.О., завідуючий сектором РІС відділу ІЗНД – Івченко Є.О. стартова зустріч проекту «European Horizon 2020 SeaDataCloud», присвяченому управлінню екологічними морськими даними, з метою модернізації і зміцнення загальноєвропейської інфраструктури SeaDataNet для управління океанічними і морськими даними, , організатор - Латвійський інститут водної екології;

В рамках проекту «LSP»:

– відрядження до Галацу, Румунія, з 11 по 12 серпня 2016 року, начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О. дл участі у конференції «Інвентаризація, оцінка та зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України, Румунії та Республіки Молдова MIS ETC 995», яка проводилась в конференц залі готелю Меркур, 2-й поверх, вулиця Portului 23, Галац, Румунія;

– відрядження до м. Ізмаїл, Одеської області, з 16 по 21 серпня 2016 року завідуючого сектором геоекологічних досліджень і організації моніторингу ВАД та ОМ Золотарьова Г.Г., завідуючого групи гідрохімічних досліджень ВАД та ОМ Писаренко В.В. для виконання експедиційних досліджень в річці Дунай за темою НДР № 14/13 від 03.09.2013 р. «Інвентаризація, оцінка та зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України, Румунії, Республіка Молдова MIS ETC 995» та НДР «Оцінка гідрохімічного режиму та характеристик забруднення морського середовища України небезпечними речовинами у 2016 році», НДР «Комплексна оцінка впливу природних та антропогенних факторів на стан морського середовища у 2016 році» в межах бюджетної тематики УкрНЦЕМ на 2016 рік;

– відрядження у США, з 10 грудня 2015 р. по 3 лютого 2016 р. наукового співробітника сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В. для участі у наступних заходах: 21 бієнальна конференція товариства морської мамаліології (м. Сан-Франциско, Каліфорнія); науково-дослідницька програма Центру Морських Ссавців (м. Саусаліто, Каліфорнія, з 21 грудня 2015 року по 23 січня 2016 року); Аляскінський Симпозіум по Морським Наукам (Анкорідж, Аляска, з 25 по 29 січня 2016 року);

– відрядження до м. Батумі, Грузія, з 13 червня по 17 червня 2016 року

начальника відділу наукових основ морського природокористування, екологічної експертизи та аудиту Павленко М.Ю. для участі у тренінгу по моніторингу прибережної зони;

– відрядження до м. Мінськ, Республіка Білорусь, з 10 серпня по 12 серпня 2016 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М. для участі у переговорах з Російською Федерацією щодо порушення нею своїх міжнародно-правових зобов'язань за Конвенцією ООН з морського права 1982 р.;

– відрядження до м. Далянь (Туреччина), з 19 по 29 вересня 2016 року начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О. для участі в одинадцятому міжнародному тренінговому семінарі по інтегрованому просторовому плануванню та морській стратегії у середземному та Чорному морях, організатор «MEDCOAST Foundation»;

– відрядження до м. Стамбул, Туреччина, з 07 по 10 вересня 2016 року директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М., начальника ВАД та ОМ Деньгу Ю.М. для участі у спільному засіданні Консультативної групи з моніторингу та оцінки забруднення Чорного моря та Консультативної групи з контролю забруднення з наземних джерел забруднення Чорного моря;

– експедиційний рейс з 17 по 22 травня 2016 р. на судні «Mare Nigrum» в межах виконання НДР «Удосконалення моніторингу довкілля Чорного моря» – грантова угода між програмою розвитку Організації Об'єднаних Націй та УкрНЦЕМ. Учасники: директор УкрНЦЕМ Коморін В. М., науковий співробітник ВНДМС Дикий Є.О., начальник ВНД та ОМБ Ковалишина С.П., завідуючий сектором охорони морських біоценозів ВНД та ОМБ Трет'як І.П., завідуючий сектором гідробіологічних досліджень ВНД та ОМБ Грандова М.О., науковий співробітник сектору біологічних методів оцінки якості морських вод ВНД та ОМБ Савенко О.В., науковий співробітник групи гідрохімічних досліджень ВАД та ОМ Гущина К.Г., завідуючий групи гідрохімічних досліджень ВАД та ОМ Писаренко В.В., науковий співробітник сектору гідробіологічних досліджень ВНД та ОМБ Качалов О.Г., завідуючий сектором геоекологічних досліджень і організації моніторингу ВАД та ОМ Золотарьов Г.Г., науковий співробітник ВНДМС Павловська М.О.

## 2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Відбір та аналіз проб морської води і 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 вловлювався 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 морських вод, д/в і проб біоти для визначення пріоритетних забруднюючих речовин (сума НВ,  $C_{\text{орг.}}$ , феноли, ХОП, ПХБ, слідові залишки металів);
- гранулометричний аналіз д/в;
- визначення фотосинтетичних пігментів (хлорофіл а, b, с, феофітину і каротиноїдів);
- аналіз чисельності та видового складу фітопланктону в пробах морської води;

- вивчення видового складу і біомаси зоопланктону;
- вивчення чисельності та видового складу донних угруповань (макрозообентосу, макрофітобентосу і мікрофітобентосу, мейобентосу).

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

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) «ZEE nit 650P»;
- г) атомно – абсорбційний спектрофотометр (AAS) «Spectr-AA-220» «Varian»;
- д) інфрачервоні спектрофотометри: «IR-Furie», «Cari-630»;
- ж) спектрофотометр: «DR 600»;
- з) рН-метри: «Экотест-2000»;
- к) лабораторні ваги: BR 211D, обі «Sartorius» та E 04130 – «OHAUS».

Протягом 2016 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 2016 року. Станції



дослідження представлені на рисунку 2.1.

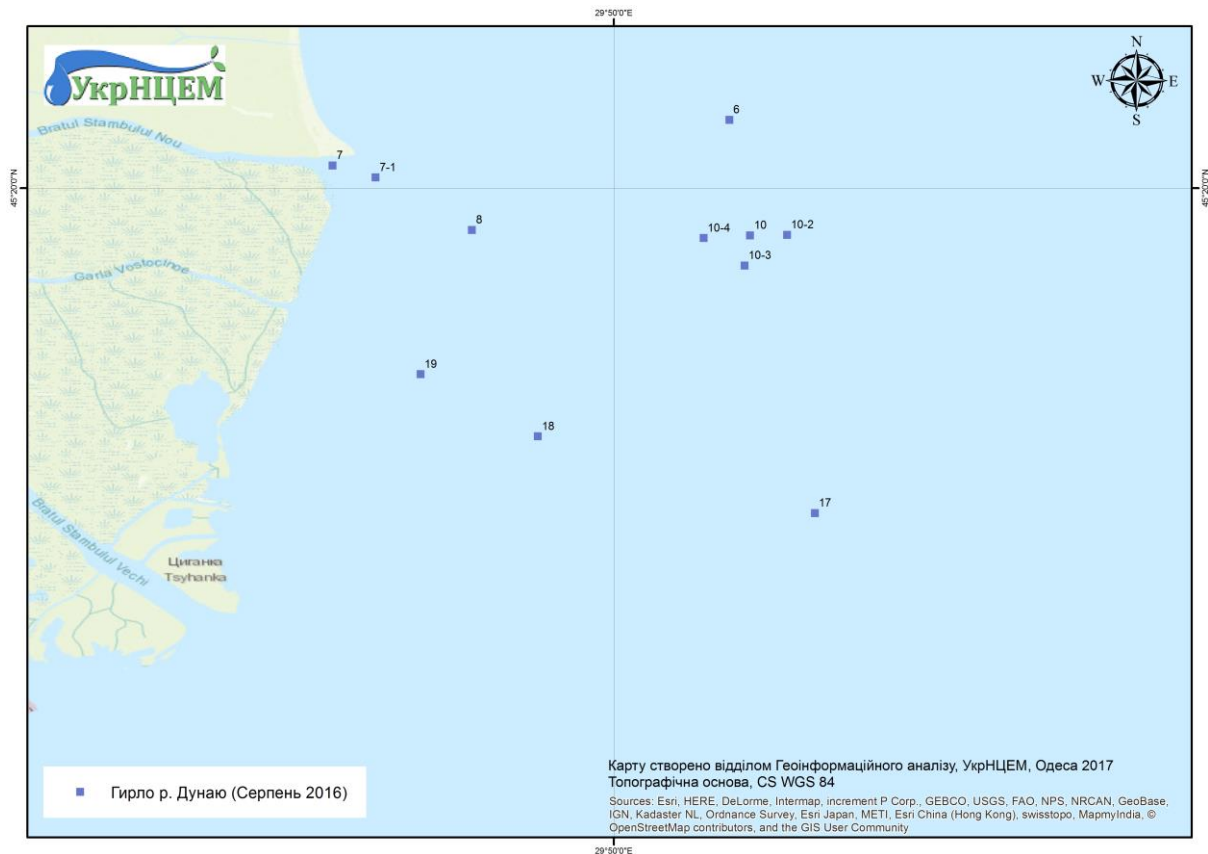
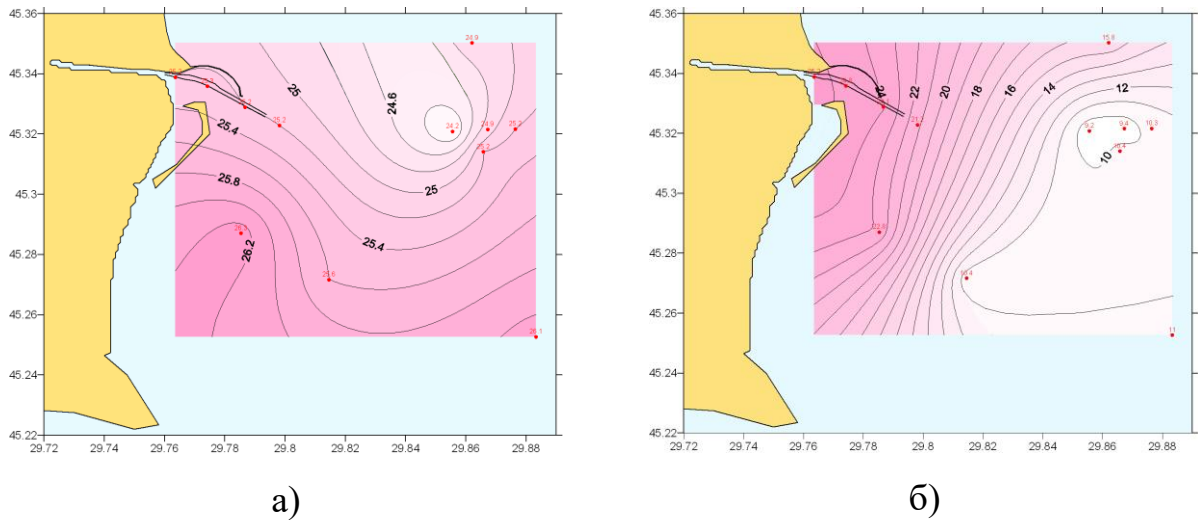


Рисунок 2.1 – Схема станцій моніторингу в районі дельти Дунаю влітку 2016 р.

## 2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю влітку 2016 року

Під час першої експедиції 17 серпня 2016 року термічний стан вод полігону в приповерхневому шарі був однорідним, змінювався в межах двох градусів від 24,2 °С до 26,3 °С (рис. 2.2 (а,б)). Винесені через рукав Бистрий річкові води характеризувалися температурою 25,2 °С. На видаленні 4, 5 миль від берега зазначалося локальне вторгнення в область полігону вод з відносно низькою температурою води від 24,2 °С до 24,6 °С. Середнє (кліматичне) значення температури води в розглянутому районі для середини серпня становить від 21 °С до 22 °С. Таким чином, рівень термічного стану поверхневих вод в області полігону був на 3,4 °С вище кліматичного.



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

Рисунок 2.2 – Розподіл температури води на Дунайському узмор'ї, 17.08.2016 р.

Термічний стан вод придонного шару змінювався від 24,0 °С до 25,2 °С в мілководній баровій частині прибережжя, та від 9,2 °С до 11,0 °С в глибоководних східних районах полігону (рис. 2.2 (б)).

Прозорість морських вод змінювалася в межах 2,3 м на станціях самих східних кордонів полігону і зменшувалася до 0,5 м в баровій частині рукава Бистрий (рис. 2.3).

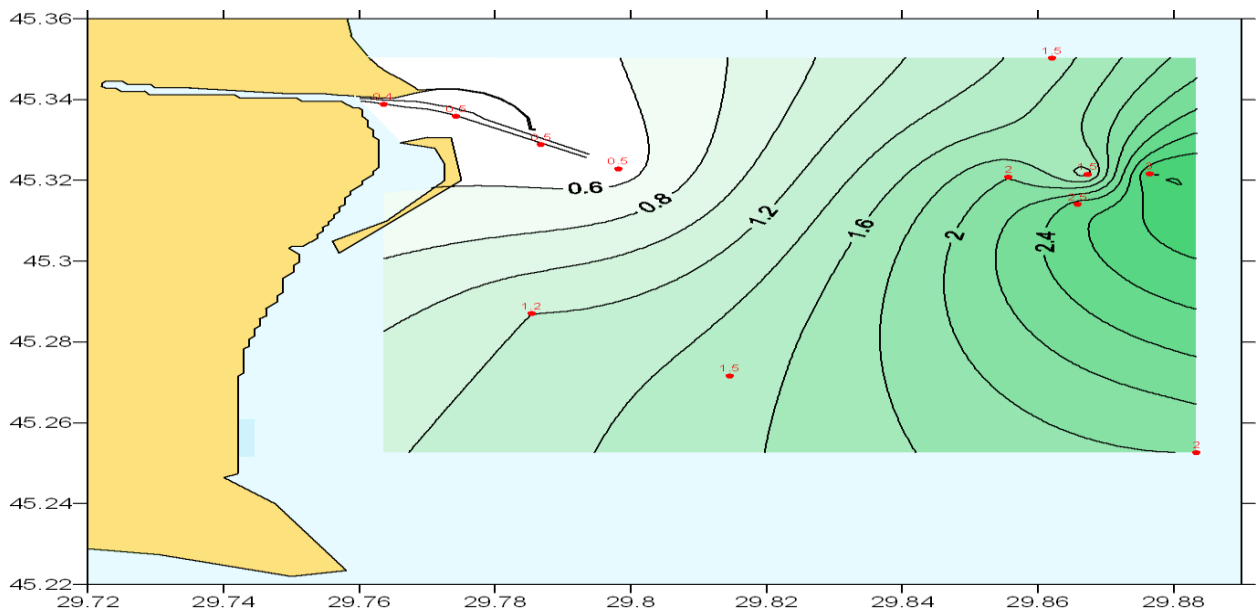
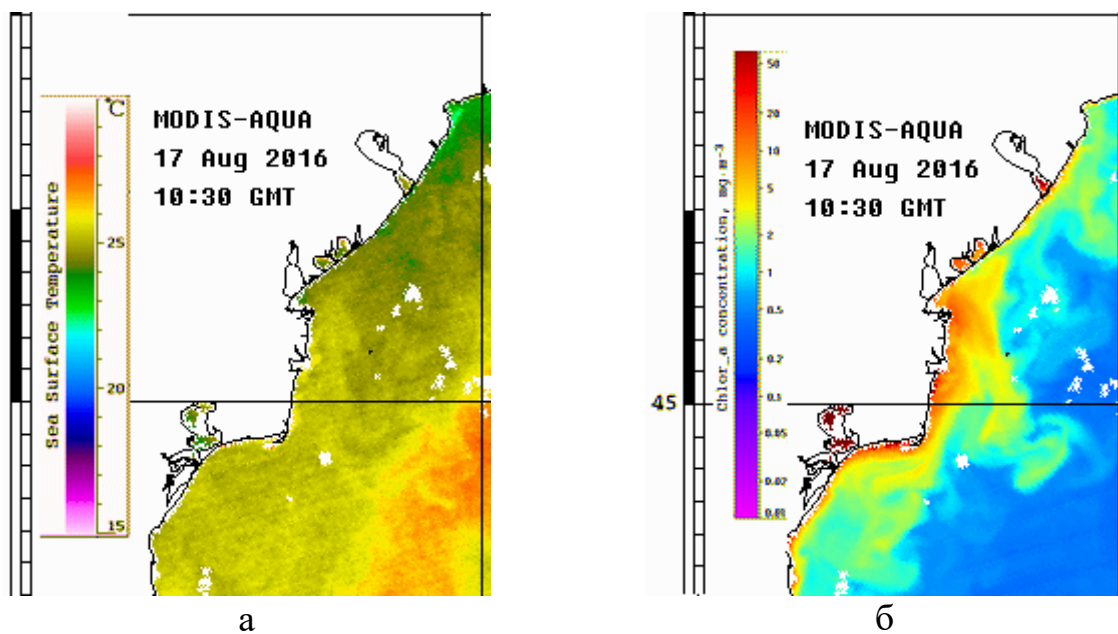


Рисунок 2.3 – Розподіл прозорості морської води на Дунайському узмор'ї, 17.08.2016

розглянутого району підтверджують виміряний на полігоні рівень термічного стану вод (рис. 2.4 (а)). Більш того, температура на рівні від 24 °С до 26 °С спостерігається на більш значних за площею районах уздовж західного узбережжя ПЗШ, ніж область полігону. Незначно тепліша вода, від 26 °С до 27,5 °С, відзначалася на видаленні від 20 миль до 30 миль від західного узбережжя ПЗШ. В Одеському регіоні мав місце не інтенсивний місцевий апвелінг з пониженням температури до діапазону від 22 °С до 24 °С.

Значення хлорофілу-А (рис. 2.4 (б)) 17 серпня в поверхневому шарі придунайського району за даними супутникових спостережень були на відносно невисокому для даної області рівні від 5 мг/м<sup>3</sup> до 15 мг/м<sup>3</sup>.



а) температура води;

б) хлорофіл-а.

Рисунок 2.4 – Супутникові дані розподілу температура води та хлорофілу-а на поверхні моря 17 серпня 2016 року

Друге експедиційне дослідження проведено восени (жовтень-листопад) 2016 р. Схема станцій представлена на рисунку 2.5.

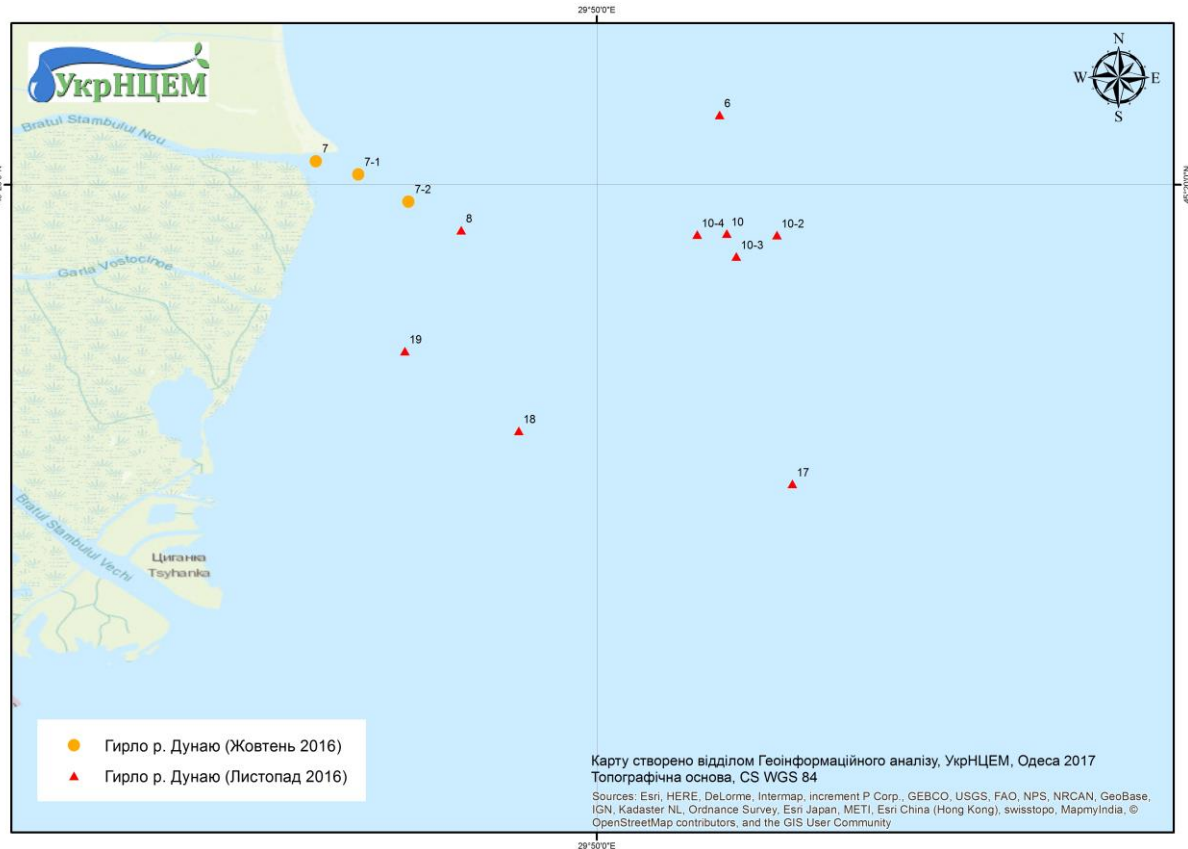


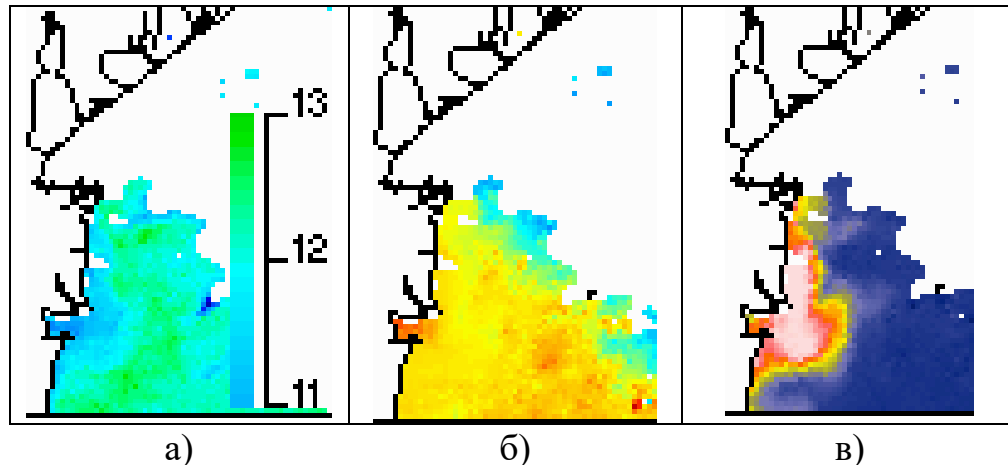
Рисунок 2.5 – Схема станцій моніторингу в районі дельти Дунаю восени 2016 р.

### 2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю восени 2016 року

Під час другої експедиції роботи на полігоні, через несприятливі погодні умови, виконувалися з розривом у часі, в два етапи. На першому етапі (26.10.2016) були виконані три станції на закритому молі від вітру і хвилювання ділянки судноплавного ходу. Решта 9 станцій були виконані 11 листопада 2016 року.

В період проведення 1-го етапу робіт спостерігалися вітри північно-східної чверті зі швидкостями від 5 м/с до 9 м/с, що не дозволило виконати роботи у відкритій частині моря. При проведенні другого етапу робіт погодні умови були сприятливі. Протягом усього дня 11 листопада, відзначалися слабкі північно-західні вітри.

Інформацію про більш масштабні, ніж область полігону, супутникові розподіли температури, хлорофілу-А і довгохвильового випромінювання під час робіт отримати не вдалося через суцільну хмарність. На рисунку 2.6 представлені дані для наступної доби (12.11.2016).



- а) температура води;
- б) хлорофіл-а;
- в) довгохвильове випромінювання.

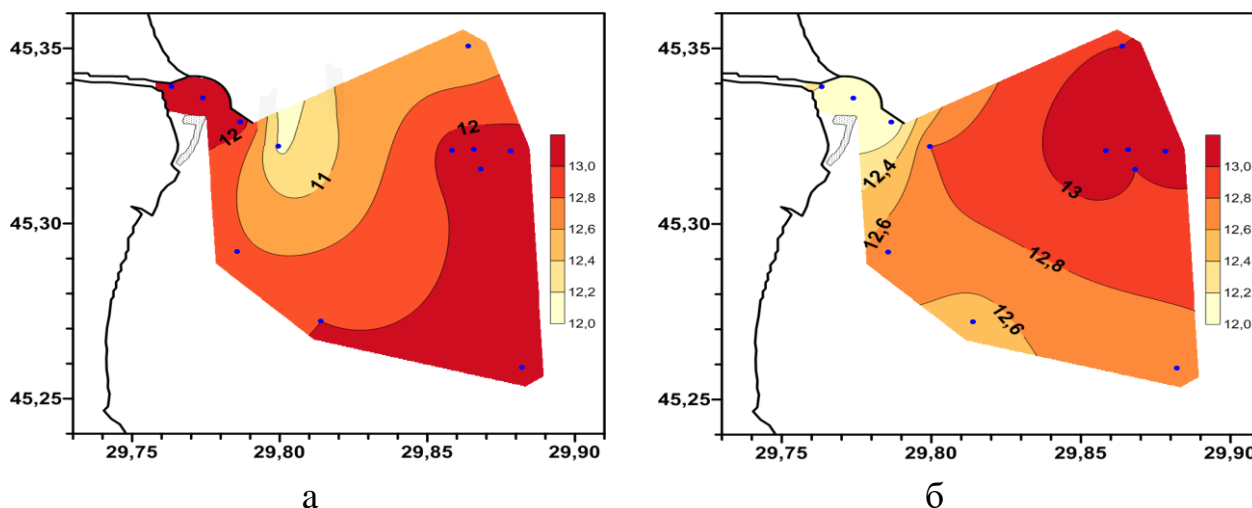
Рисунок 2.6 – Супутникові дані розподілу на поверхні моря  
12 листопада 2016 року

Розподіли температури води і хлорофілу-А показують істотну однорідність цих полів поблизу і на значній відстані від берегової лінії. Температура води змінювалася в межах від 11,5 °С до 12,5 °С, концентрації хлорофілу-а не перевищували 5 мкг/л, а на північ від пригирлового узмор'я були нижче 2 мкг/л. Характер розподілу довгохвильового випромінювання показує концентрацію річкових вод в більш локальній пригирловій області. Можливо цей параметр істотно залежить від солоності морської води. Більш повні знімки цього району показували, що річкові води у розглянутий період часу не мали активного поширення в будь-якому напрямку, а накопичувалися в пригирловій області.

Термічний стан вод поверхневого шару за даними контактних вимірювань (рис. 2.7 (а)), за своїм рівнем, повністю відповідає супутниковим

данім, але має і деякі особливості. Зокрема, в центральній частині полігону, безпосередньо на схід від краю дамби, відзначається вторгнення більш холодних, від 10,5 °С до 11,5 °С, вод з півночі.

Температура придонних вод (рис. 2.7 (б)) поки ще вище температури поверхневих від 0,5 °С до 1,0 °С. Найбільш теплі води спостерігалися в північно-східній частині полігону, в районі станції дампінгу (більше 13,0 °С).



а) у поверхневому шарі;

б) у придонному шарі.

Рисунок 2.7 – Розподіл температури води. Дунайський полігон, листопад 2016 року

Прозорість морської води була виміряна тільки в північній половині полігону і її розподіл показує майже рівномірне збільшення прозорості від 1 м у краю дамби до 4 м в районі станції морського дампінгу (рис. 2.8).

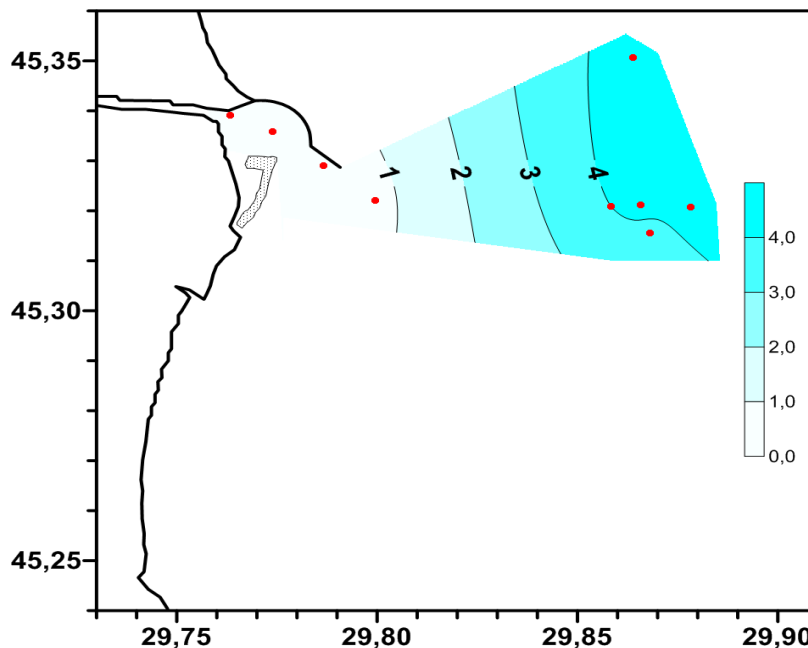


Рисунок 2.8 – Розподіл прозорості вод в районі проведення досліджень в метрах, листопад 2016 року

#### 2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2016 році

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

Діапазон варіацій загальних параметрів в українських національних водах в 2016 році представлений в таблицях 2.1 та 2.2.

Концентрації **розчиненого кисню** в поверхневих шарах вод варіюються від 240,3  $\mu\text{M}$  до 395,9  $\mu\text{M}$  (табл. 2.1). Максимум кисню був зареєстрований у листопаді на станції 10 - 3, мінімум – у серпні на станції 7 - 1 в районі дельти Дунаю (рис. 2.9 – 2.10).

Концентрації **завислих у воді речовин** були мінімальними (1,5 мг/л) у поверхневих водах поблизу острова Зміїний (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Діапазон варіацій загальних параметрів в поверхневому шарі українських національних вод в 2016 році

	Т, °С	Солоність, ‰	рН	О <sub>2</sub> , μМ	БСК <sub>5</sub> , μМ	Завислі у воді речовини, мг/л
Експедиція «NPMS-UA» (травень)						
Мінімальне	12,8	9,385	8,20	285,9	23,1	4,4
Максимальне	17,1	18,162	8,70	364,7	99,4	7,9
Середнє	15,7	14,998	8,42	317,0	48,6	6,1
Дельта Дунаю (серпень)						
Мінімальне	24,2	0,161	8,24	240,3		4,9
Максимальне	26,3	13,550	8,67	338,1		42,7
Середнє	25,3	7,121	8,53	287,6		16,1
Дельта Дунаю (жовтень-листопад)						
Мінімальне	10,4	0,240	8,25	308,4	12,2	7,1
Максимальне	12,3	16,751	8,63	395,9	54,4	58,6
Середнє	11,8	9,935	8,46	341,9	29,7	23,5
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)						
Мінімальне	6,6	13,378	7,60			1,5
Максимальне	26,3	17,535	8,59			16,0
Середнє	17,6	15,466	8,25			8,4

Концентрації завислих у воді речовин в районі дельти Дунаю були максимальними (58,6 мг/л і 73,2 мг/л) в поверхневому і придонному шарах води, відповідно, (табл. 2.1, 2.2).

Таблиця 2.2 – Діапазон варіацій загальних параметрів в придонному шарі українських національних вод в 2016 році

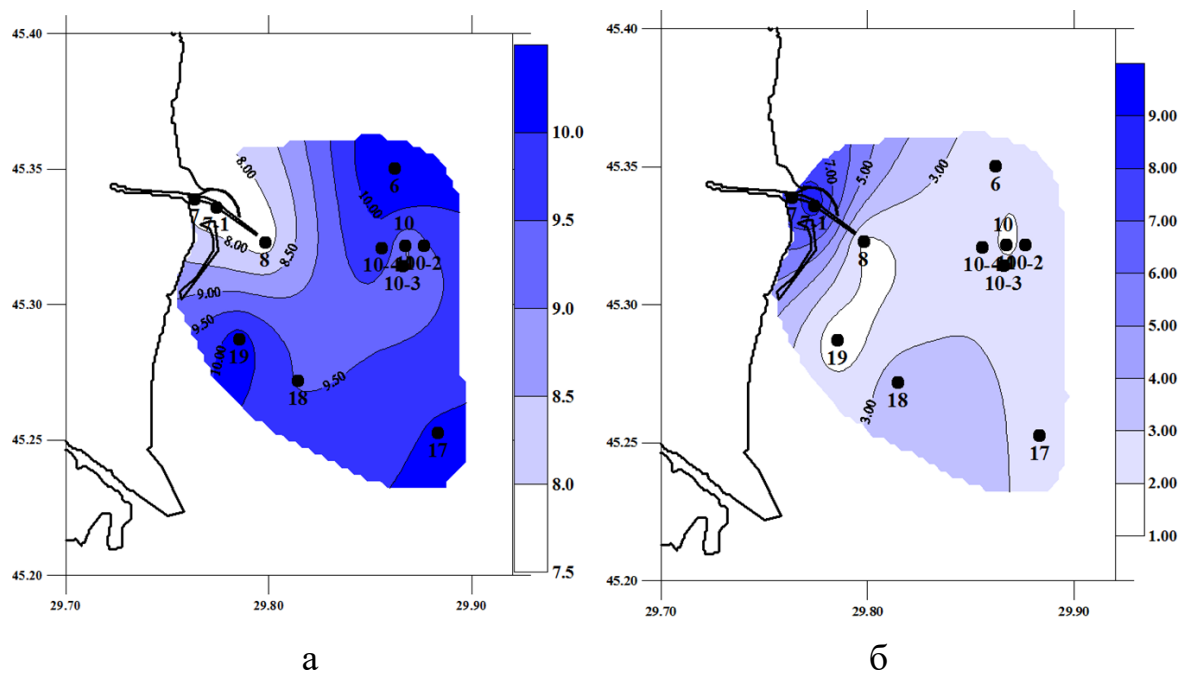
	Т, °С	Солоність, ‰	рН	О <sub>2</sub> , μМ	БСК <sub>5</sub> , μМ	Завислі у воді речовини, мг/л
1	2	3	4	5	6	7
Експедиція «NPMS-UA» (травень) <sup>1</sup>						
Мінімальне	7,5	16,860	8,20	191,88	18,75	4,2
Максимальне	12,0	18,200	8,42	349,69	75,94	6,6
Середнє	9,0	17,696	8,32	284,38	50,23	5,6
Дельта Дунаю (серпень) <sup>2</sup>						
Мінімальне	9,2	0,680	7,72	39,69		5,4
Максимальне	25,2	17,560	8,29	277,81		45,1
Середнє	15,5	15,697	7,97	106,36		15,1



Кінець таблиці 2.2

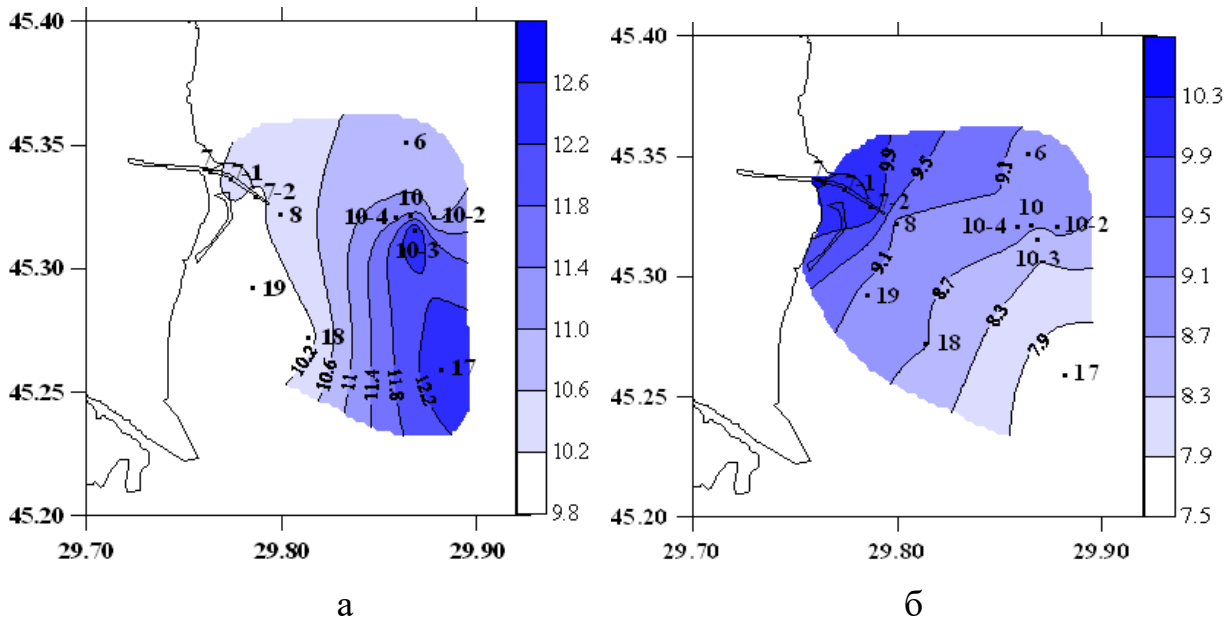
1	2	3	4	5	6	7
Дельта Дунаю (жовтень-листопад) <sup>3</sup>						
Мінімальне	12,0	0,250	8,25	236,25	3,75	3,8
Максимальне	13,2	18,347	8,45	323,31	30,00	73,2
Середнє	12,7	14,468	8,38	283,78	19,80	23,9
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний) <sup>4</sup>						
Мінімальне	6,7	13,751	7,62			4,4
Максимальне	25,2	17,607	8,63			12,9
Середнє	17,1	15,799	8,25			8,6
<p>1) У травні на глибині 13,0 м – 52,0 м.  2) У серпні на глибині 6,0 м - 25,0 м.  3) У жовтні-листопаді на глибині 4,5 м - 30,0 м.  4) о.Зміїний на глибині 7,5 м - 30,0 м.</p>						

Просторовий розподіл основних параметрів хімічної якості води у поверхневих водах та в придонному шарі представлений на рисунках 2.9 – 2.14.



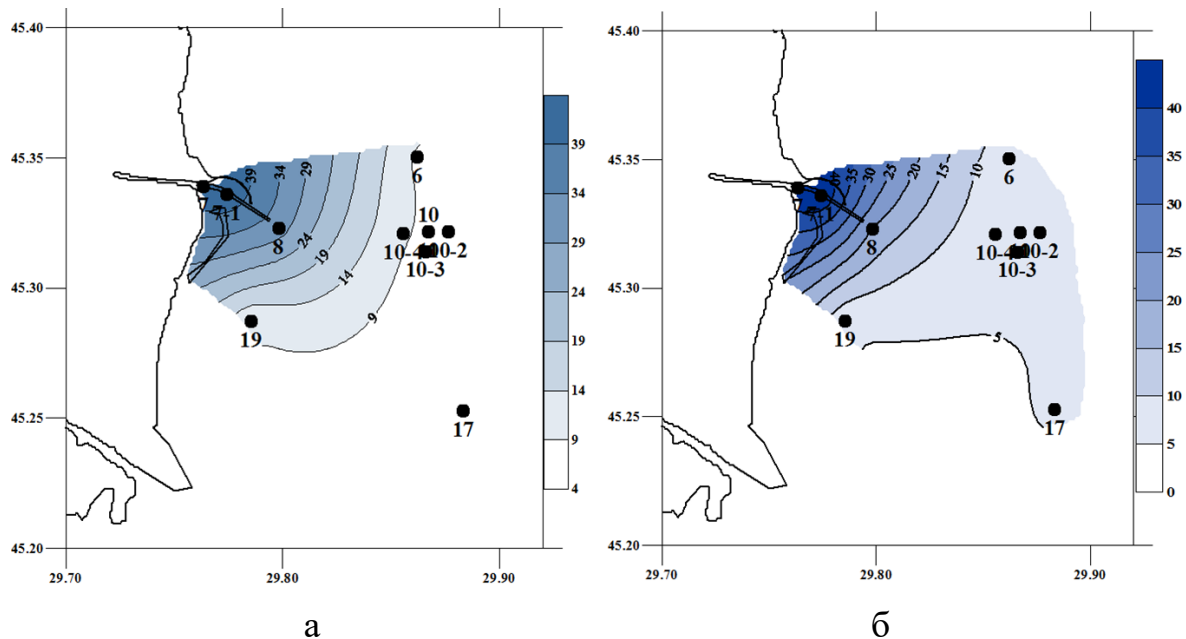
- а) у поверхневому шарі;  
б) у придонному шарі.

Рисунок 2.9 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) на узмор'ї гирла Бистре 17 серпня 2016 року



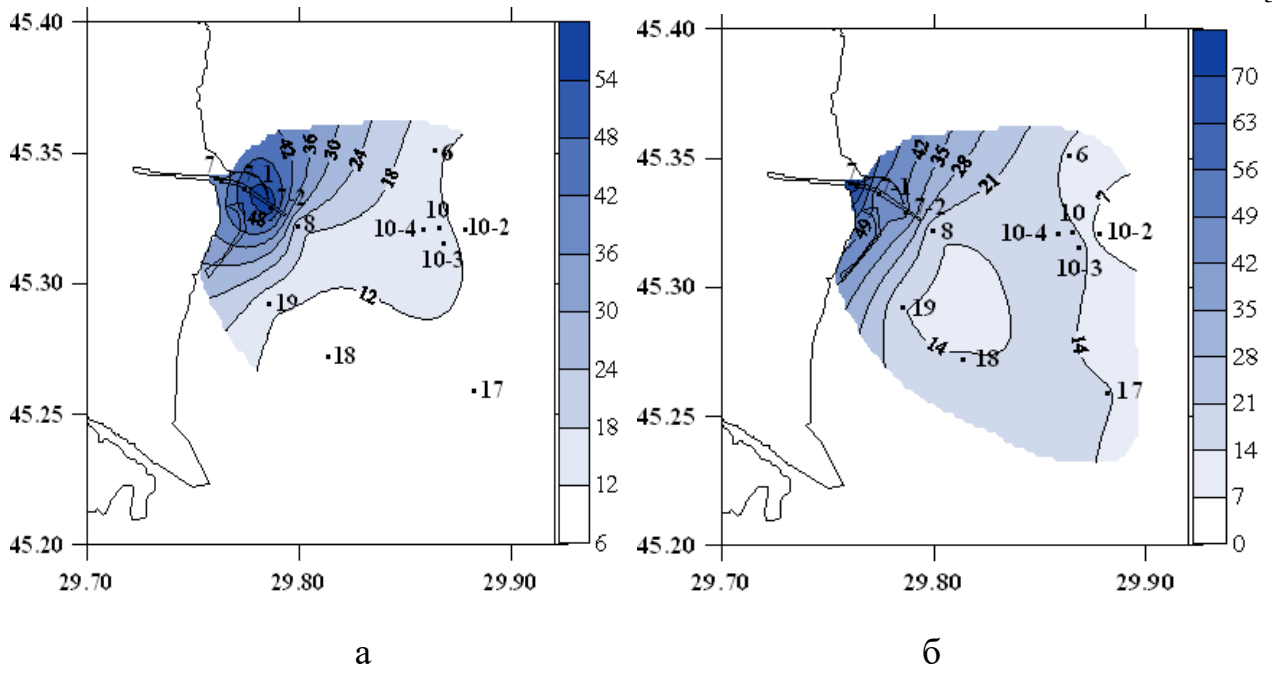
- а) у поверхневому шарі;
- б) у придонному шарі.

Рисунок 2.10 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) на узмор’ї гирла Бистре восени 2016 року



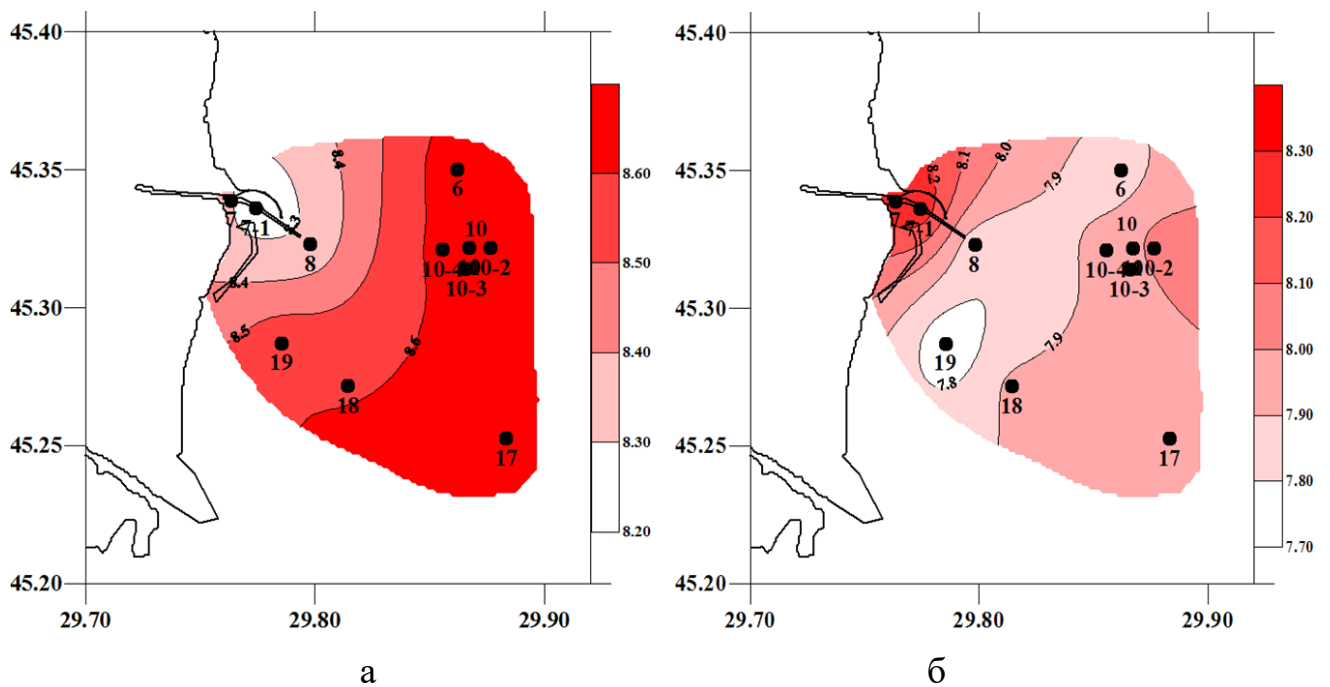
- а) у поверхневому шарі;
- б) у придонному шарі.

Рисунок 2.11 – Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) на узмор’ї гирла Бистре 17 серпня 2016 року



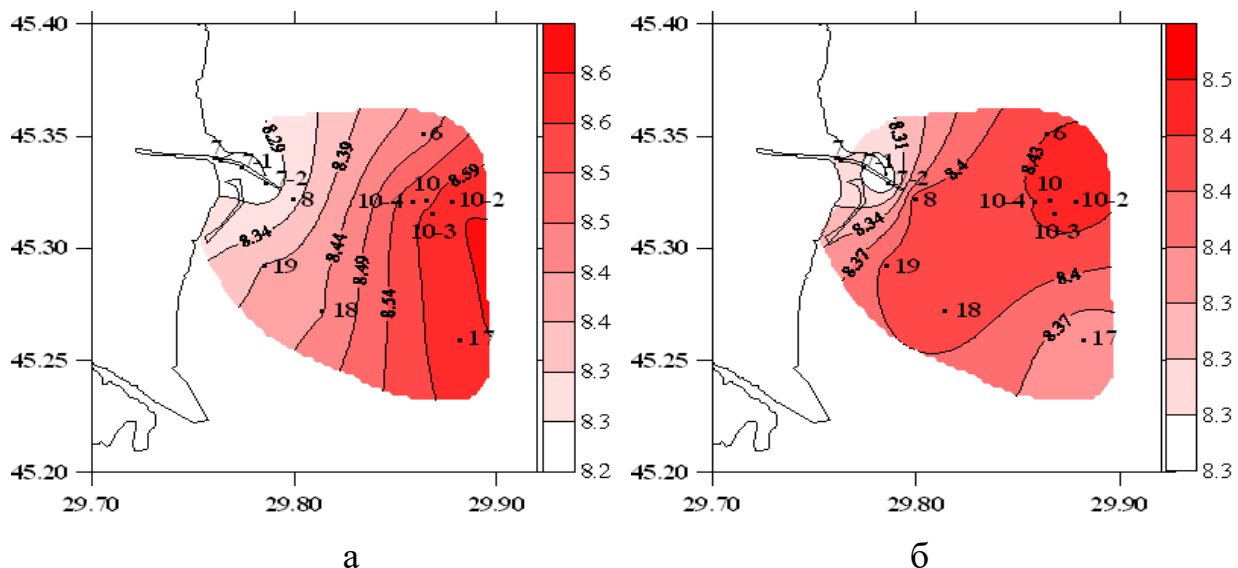
- а) у поверхневому шарі;  
 б) у придонному шарі.

Рисунок 2.12 – Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) на узмор'ї гирла Бистре восени 2016 року



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

Рисунок 2.13 – Просторовий розподіл рН (од. рН) на узмор'ї гирла Бистре 17 серпня 2016 року



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

Рисунок 2.14 – Просторовий розподіл рН (од. рН) на узмор'ї гирла Бистре восени 2016 року

### 3 ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 3.1 Морська вода

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									
Експедиція «NPMS-UA» (травень)	1,85	0,13	0,35	0,041	0,29	0,00	0,10	2,63	4,52	6,25
Дельта Дунаю (серпень)	8,93	2,85	1,18	0,036	<b>5,03</b>	0,01	0,00	4,72	0,56	<b>306,00</b>
Дельта Дунаю (жовтень-листопад)	5,88	3,39	3,11	0,001	<b>8,28</b>	0,00	0,10	3,04	<b>5,38</b>	<b>600,00</b>
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)	3,27	1,32	0,57	0,001	<b>3,02</b>	0,29	1,62	4,97	2,65	<b>130,00</b>
<b>ГДК</b>	<b>20,00</b>	<b>5,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,100</b>	<b>3,00</b>	<b>1,00</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>5,00</b>	<b>50,00</b>

Примітка. Жирним шрифтом виділені концентрації вище ГДК.

Концентрації найбільш токсичних металів (окрім Fe, Cr, Cu) в морських водах досліджуваних територій були незначними і в середньому були менше ГДК (табл. 3.1).

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

Концентрації металів у поверхневих та придонних шарах морської води, досліджених протягом травня 2016 року в шельфових водах України, були досить низькими (табл. 3.2, 3.3, рис 3.1 – 3.3).

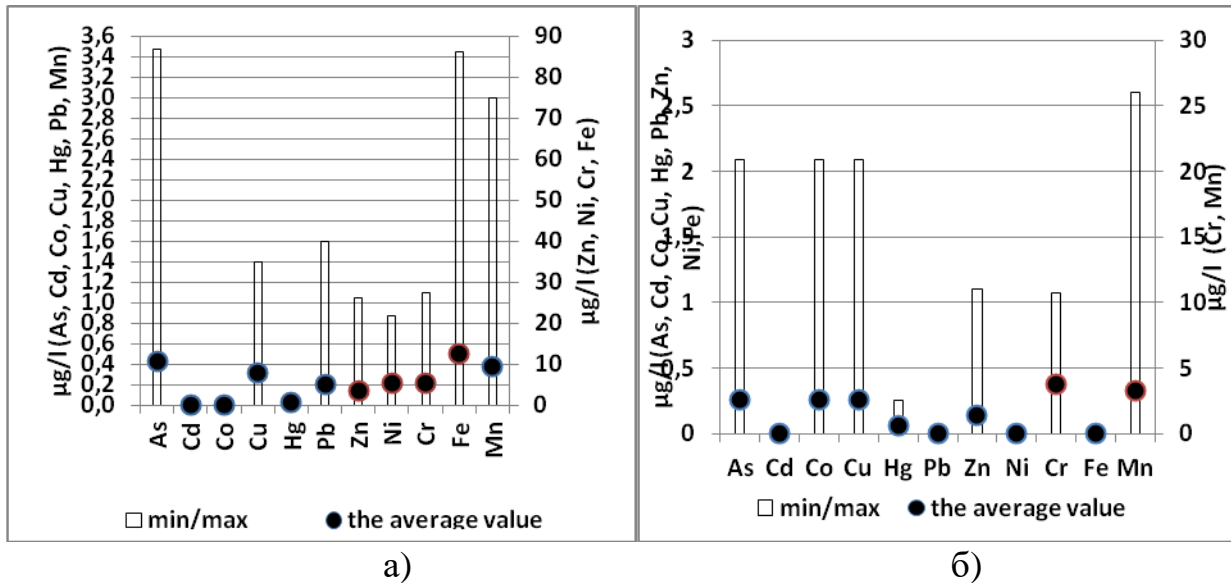
Ці вимірювання свідчать про низький рівень забруднення морських вод токсичними металами. Концентрації кадмію, свинцю та нікелю значно нижчі, ніж рекомендовані максимально допустимі концентрації (МАС) екологічними стандартами якості (EQS), згідно з європейським законодавством (Директива 2013/39/ЄС).

Таблиця 3.2 – Концентрації металів у морських поверхневих водах експедиція «NPMS-UA»

Метали,	Середнє значення для всіх зразків у поверхневих водах	Мін.	Макс.	МАС	EQS Директива 2013/39/ЄС
As	0,43	0,000	3,470		
Cd	0,00	0,000	0,000	1,50	
Co	0,00	0,000	0,000		
Cu	0,32	0,000	1,390		
Hg	0,03	0,018	0,039		
Pb	0,20	0,000	1,600	14,0	
Zn	3,56	0,000	26,300		
Ni	5,25	0,000	21,900	34,0	
Cr	5,33	0,000	27,300		
Fe	12,5	0,000	86,000		
Mn	0,38	0,000	3,000		

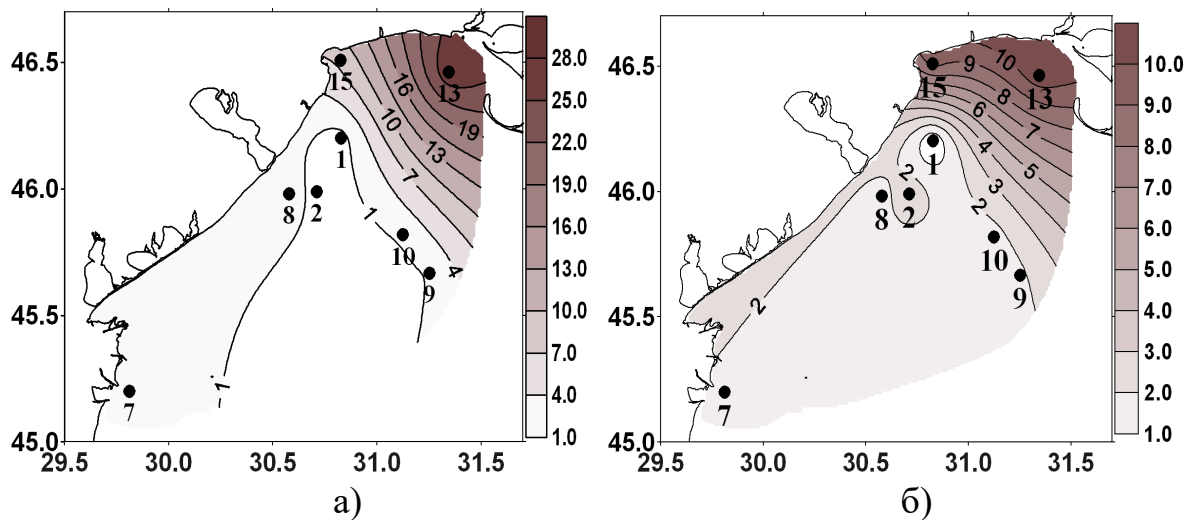
Таблиця 3.3 – Концентрації металів у придонних шарах морської води експедиції «NPMS-UA»

Метали	Середнє значення для всіх зразків у поверхневих водах	Мін.	Макс.	МАС	EQS Директива 2013/39/ЄС
As	0,260	0,000	2,090		
Cd	0,000	0,000	0,000	1,50	
Co	0,260	0,000	2,090		
Cu	0,260	0,000	2,090		
Hg	0,056	0,018	0,260		
Pb	0,000	0,000	0,000	14,0	
Zn	0,140	0,000	1,100		
Ni	0,000	0,000	0,000	34,0	
Cr	3,720	0,000	10,700		
Fe	0,000	0,000	0,000		
Mn	3,250	0,000	26,000		



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

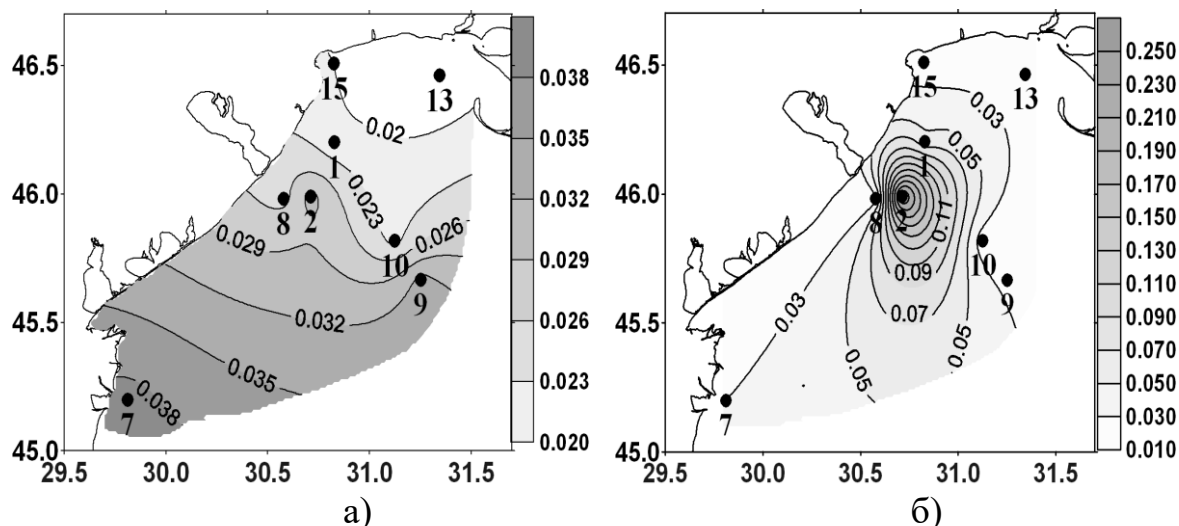
Рисунок 3.1 – Максимальні, мінімальні та середні значення металів для всіх зразків експедиції «NPMS-UA»



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

Рисунок 3.2 - Просторовий розподіл хрому ( $\mu\text{г/л}$ )

З рисунка 3.2, на прикладі хрому, зрозуміло, що в Чорне море зі стоками Дніпра приходять ті метали, які скидаються з металургійних комбінатів України.



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

Рисунок 3.3 - Просторовий розподіл ртуті (мкг/л)

Як слідує з рисунка 3.3, головним джерелом ртуті в Чорному морі є Дунай.

Концентрації ХОП та ПХБ, визначених у пробах води в 2017 році представлені в таблиці 3.4 та на рисунку 3.4.

Таблиця 3.4 – Середня концентрація хлорорганічних сполук в українських морських водах в 2016 року

Район	Сума ДДТ	Сума ГХЦГ	ПХБ AR-1254	ПХБ Ar-1260
	нг/л			
Експедиції «NPMS-UA» (травень)	1,20	1,57	14,8	11,6
Дельта Дунаю (серпень)	12,9	3,83	<b>227,0</b>	<b>325,0</b>
Дельта Дунаю (жовтень-листопад)	0,59	0,93	10,5	4,52
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)	4,05	1,87	27,6	90,9
<b>ЕН<sup>1)</sup></b>	<b>25,00</b>	<b>20,00</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<sup>1)</sup> Екологічний норматив. Примітка. Жирним шрифтом виділені концентрації вище ЕН				

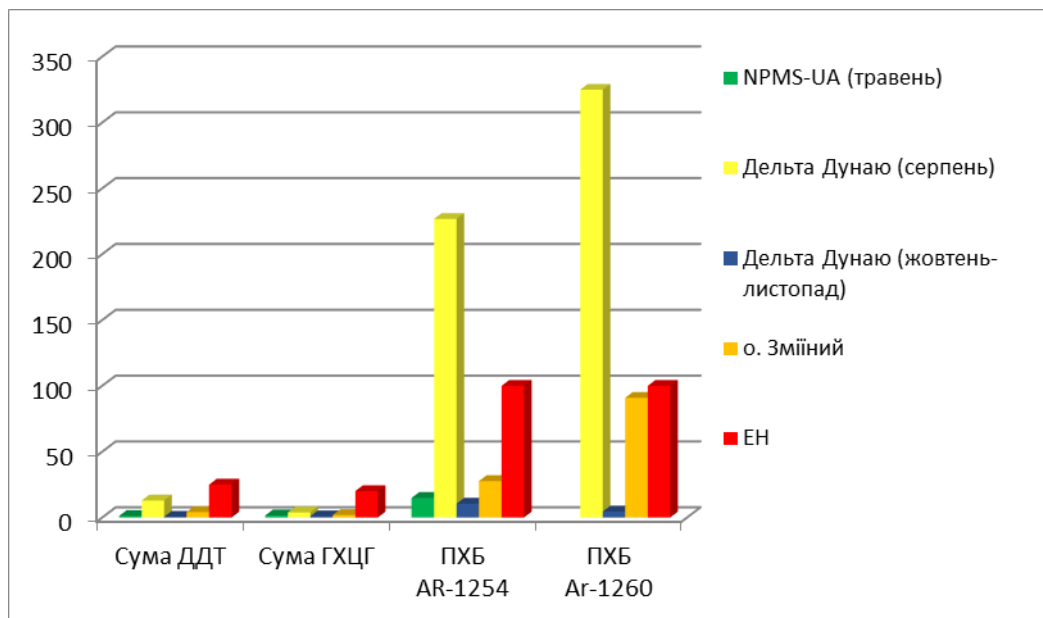


Рисунок 3.4 – Середні концентрації ХОП та ПХБ в українських морських водах 2016 року

Середні концентрації для ДДТ та його метаболітів, ліндану та його ізомерів в морських водах ПЗЧМ та поблизу острова Зміїний в 2016 році були незначними.

В серпні 2016 року в районі дельти Дунаю було виявлено перевищення ЕН для суми ПХБ.

Вміст суми ДДТ та його метаболітів коливався в межах від 0,59 нг/л до 12,9 нг/л, і він не перевищив ЕН = 25 нг/л. Вміст суми ліндану та його ізомерів (сума ГХЦГ) коливався в межах від 0,93 нг/л до 3,83 нг/л, і він не перевищив ЕН = 20 нг/л (рис. 3.4).

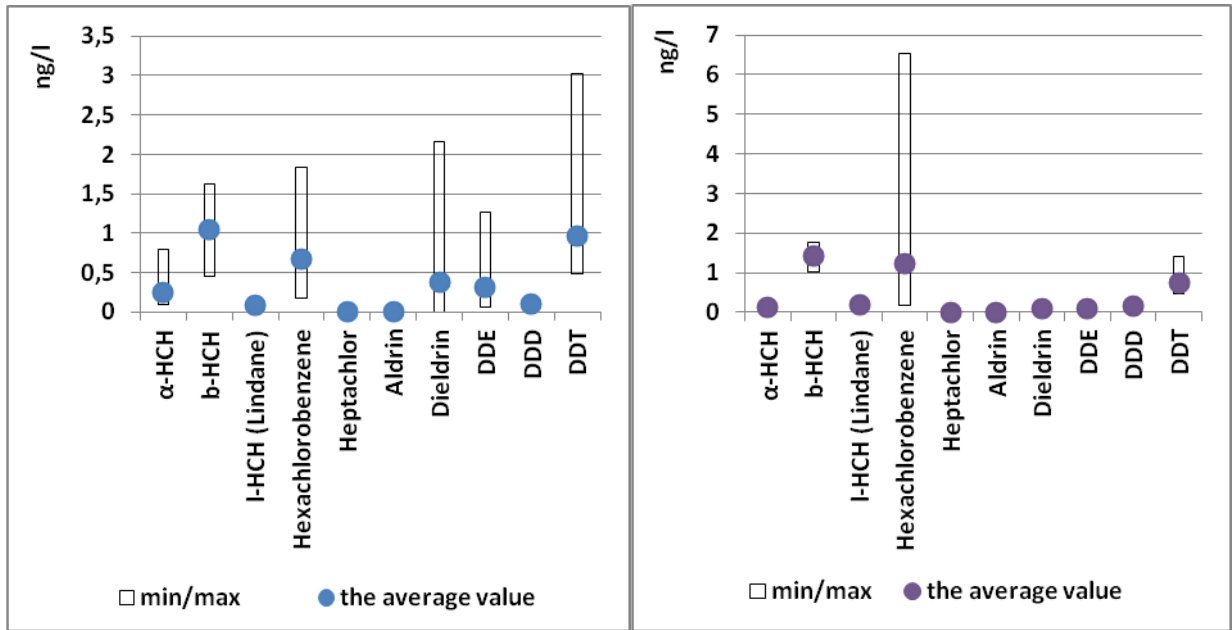
Концентрації ХОП та ПХБ, визначених у пробах води під час експедиції «NPMS-UA», представлені на рисунках 3.5, 3.6 та в таблиці 3.5.

Концентрації ХОП варіювали від 0,05 нг/л до 6,52 нг/л. Загальна концентрація ПХБ варіювала від 1,29 нг/л до 139 нг/л.

Основними сполуками ХОП були ГХБ, ДДТ і β-ГХЦГ. Найвищі вимірні значення були: 6,52 нг/л для ГХБ, 3,02 нг/л для ДДТ, 2,16 нг/л для дільдріну, 1,76 нг/л для β- ГХЦГ, 1,27 нг/л для ДДЕ, 0,79 нг/л для α-ГХЦГ, 0,29 нг/л для ліндану. Гептахлор і альдрін перебували в концентраціях нижче межі



## ВИЯВЛЕННЯ.



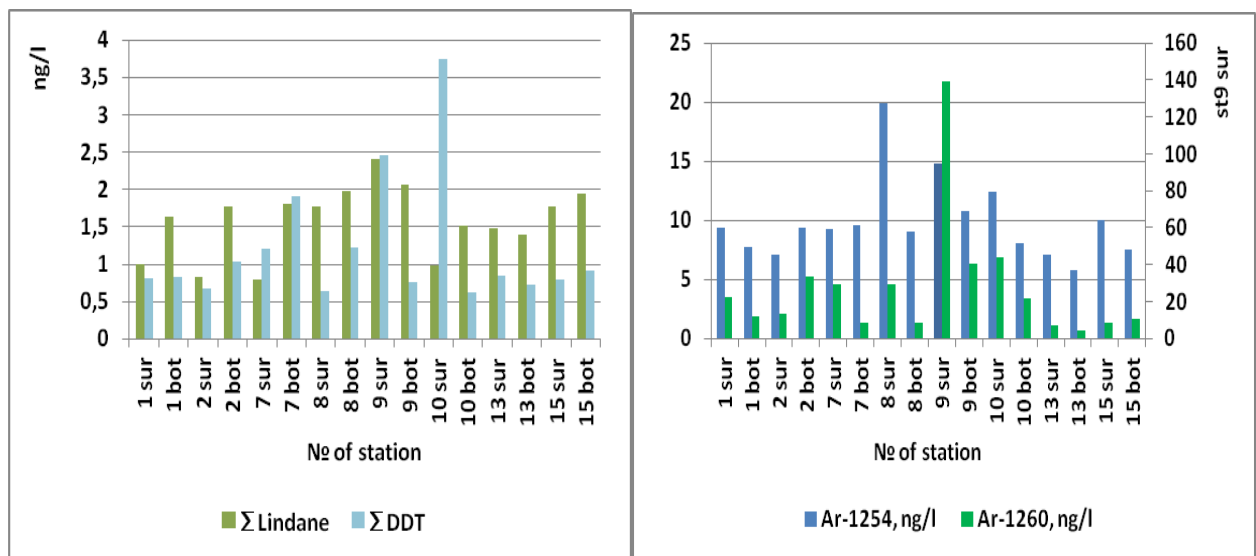
а)

а) у поверхневому шарі;

б) у придонному шарі.

б)

Рисунок 3.5 – Максимальні, мінімальні та середні значення пестицидів у всіх пробах експедиції «NPMS-UA»



а)

а) ліндан та ДДТ;

б) Ar-1254 та Ar-1260.

б)

Рисунок 3.6 – Сумарні значення ХОП та ПХБ у пробах води експедиції «NPMS-UA»

Таблиця 3.5 – Концентрації ХОП (нг/л) у пробах поверхневих вод експедиції «NPMS-UA»

Станція	ГХБ <sup>а</sup>	Ліндан <sup>а</sup>	Гептахлор <sup>а</sup>	Сума Циклодієнів <sup>б</sup>	ДДТ <sup>б</sup>	Сума ДДТ <sup>б</sup>
1	0,82	0,06	< 0,05	0,21	0,56	0,83
2	0,33	0,06	< 0,05	0,11	0,50	0,67
7	0,18	0,15	< 0,05	0,27	0,80	1,20
8	0,48	0,06	< 0,05	< 0,05	0,48	0,64
9	0,82	0,15	< 0,05	2,16	1,19	2,46
10	1,84	0,10	< 0,05	0,20	3,02	3,74
13	0,47	0,09	< 0,05	0,08	0,61	0,84
15	0,39	0,05	< 0,05	< 0,05	0,58	0,80
<b>EQS (Директива 2013/39/ЄС)</b>	<b>50</b>	<b>20<sup>в</sup></b>	<b>0.03<sup>г</sup></b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>
<sup>а)</sup> Стосується МАС-EQS. <sup>б)</sup> Стосується середнього допустимого екологічного стандарту якості (AA-EQS). <sup>в)</sup> Значення МАС у Директиві 2013/39/ЄС стосується сумарного ГХЦГ, а не гамма ГХЦГ (ліндану). <sup>г)</sup> Значення МАС у Директиві 2013/39/ЄС стосується гептахлору та гептахлор епоксидну.						

Як слідує з таблиці 3.5, не виявлено випадків перевищення ГДК, встановлених Європейською директивою.

Як показано на рисунку 3.7, концентрація НВ у пробах українських національних вод становила від 0,04 мг/л до 0,28 мг/л, в середньому 0,172 мг/л. Максимальна концентрація була зафіксована на станції 2 і мінімальна концентрація на станції 13, обидві з них у поверхневому шарі.

В цілому, загальна концентрація вуглеводнів у морській воді, яка може викликати шкідливий вплив на водні організми, становить близько 50 мкг/л. Більшість країн використовують це значення як стандарт якості моря. Наші результати показали, що у 93 % проб води вміст суми НВ перевищив це значення в п'ять разів.

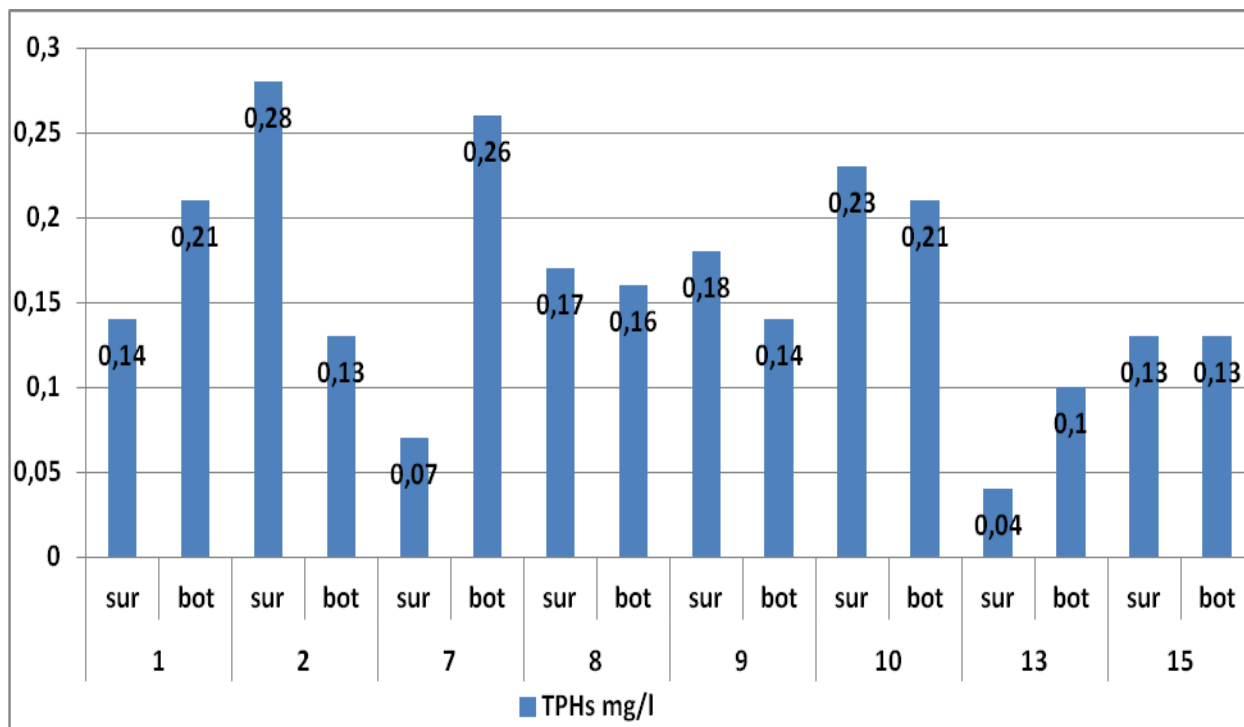


Рисунок 3.7 – Сума НВ у пробах води експедиції «NPMS-UA»

Загальний вміст ПАВ, дивись « $\Sigma$  РАН's» (нг/л) на рисунку 3.8, у 8 пробах води ( $n = 8$ ) на поверхневих та придонних шарах води коливався від 1,5 нг/л до 14,2 нг/л. Максимальна концентрація суми ПАВ і суми канцерогенних ПАВ була зареєстрована на станції 10 (Філофорне поле) та 7 (біля Дунаю).

Із усіх ПАВ 2 – 3 кільцеві ПАВ мають внесок приблизно 50 % (рис 3.9). Найбільш домінуючими сполуками були визначені фенантрен, нафталін і флуорантен.

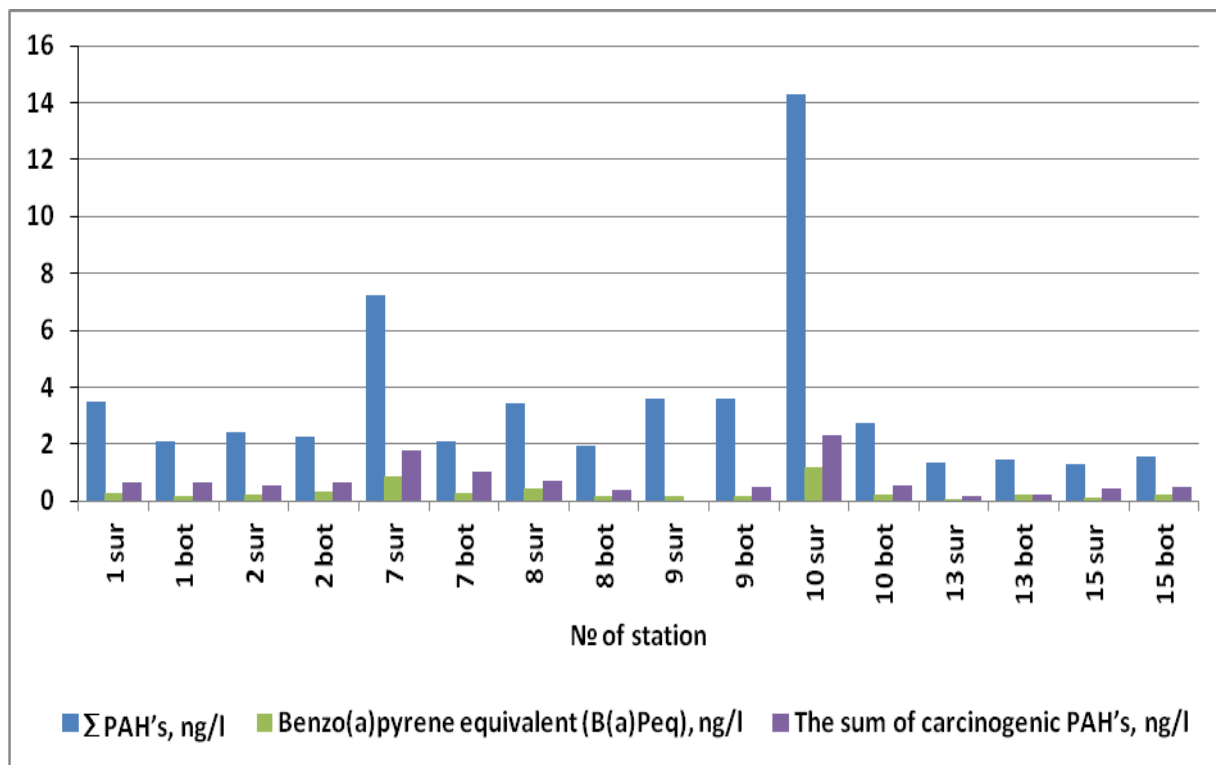


Рисунок 3.8 – Рівень забруднення води ПАВ, експедиція «NPMS UA»

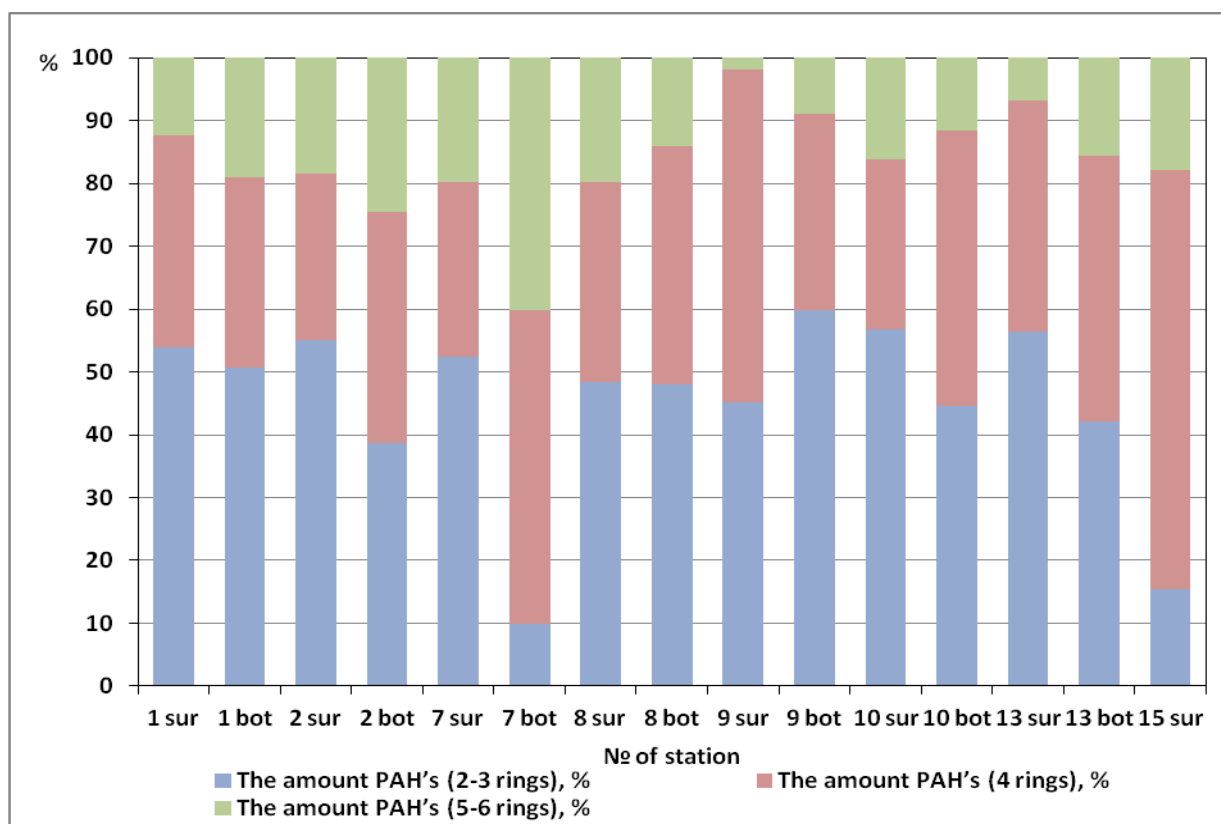


Рисунок 3.9 – Співвідношення ПАВ у пробах води експедиція «NPMS UA» за кількістю кілець в молекулах

Загалом, якість морських вод ПЗЧМ, оцінена за допомогою інтегрального параметру «екологічного стандарту якості морського середовища» в травні за деякими параметрами (дільдрін, завислі речовини) відповідала "незадовільному" класу якості, за параметрами (БСК<sub>5</sub>, загальний азот, ліндан) відповідала "хорошому" класу якості за іншими параметрами відповідала критерію "високому" класу якості (рис. 3.10).

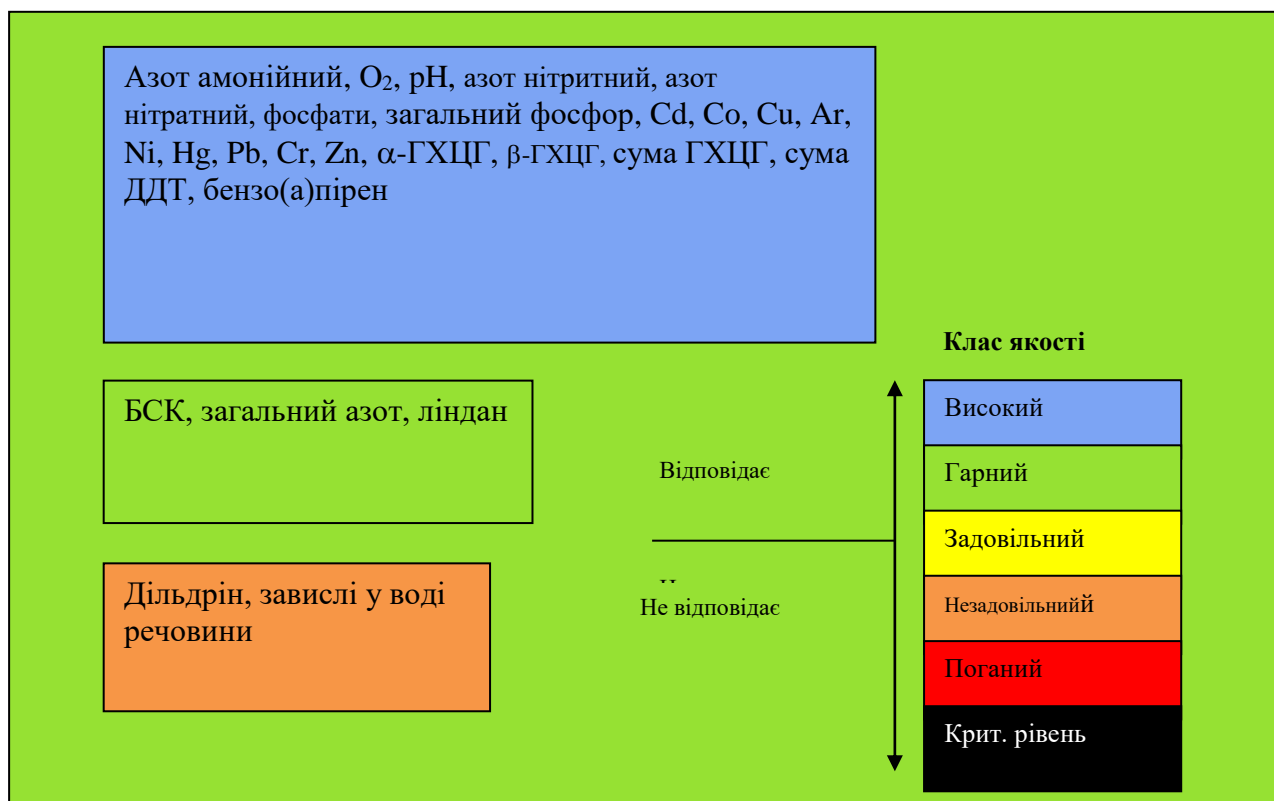


Рисунок 3.10 – Класи якості відкритої ПЗЧМ у травні 2016 року

Оцінка інтегральної якості морської екосистеми на Дунайському узмор'ї за допомогою «екологічного стандарту якості морського середовища», на основі результатів експедиції в серпні 2016 року представлена на рисунку 3.11.

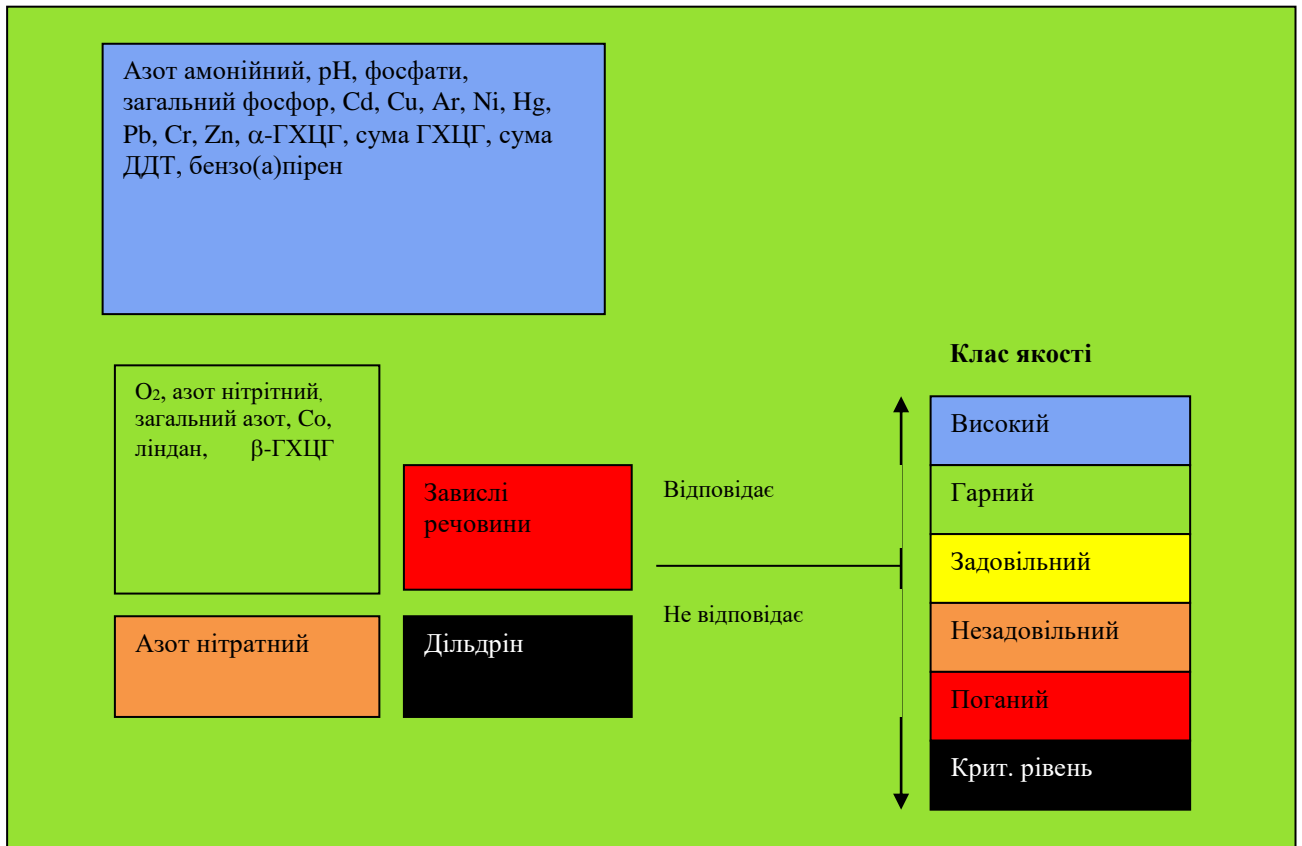


Рисунок 3.11 – Класи якості прибережної морської води біля Дунаю у серпні 2016 року

Оцінка інтегральної якості морської екосистеми на Дунайському узмор'ї за допомогою «екологічного стандарту якості морського середовища», на основі результатів експедиції в жовтні-листопаді 2016 року представлена на рисунку 3.12.

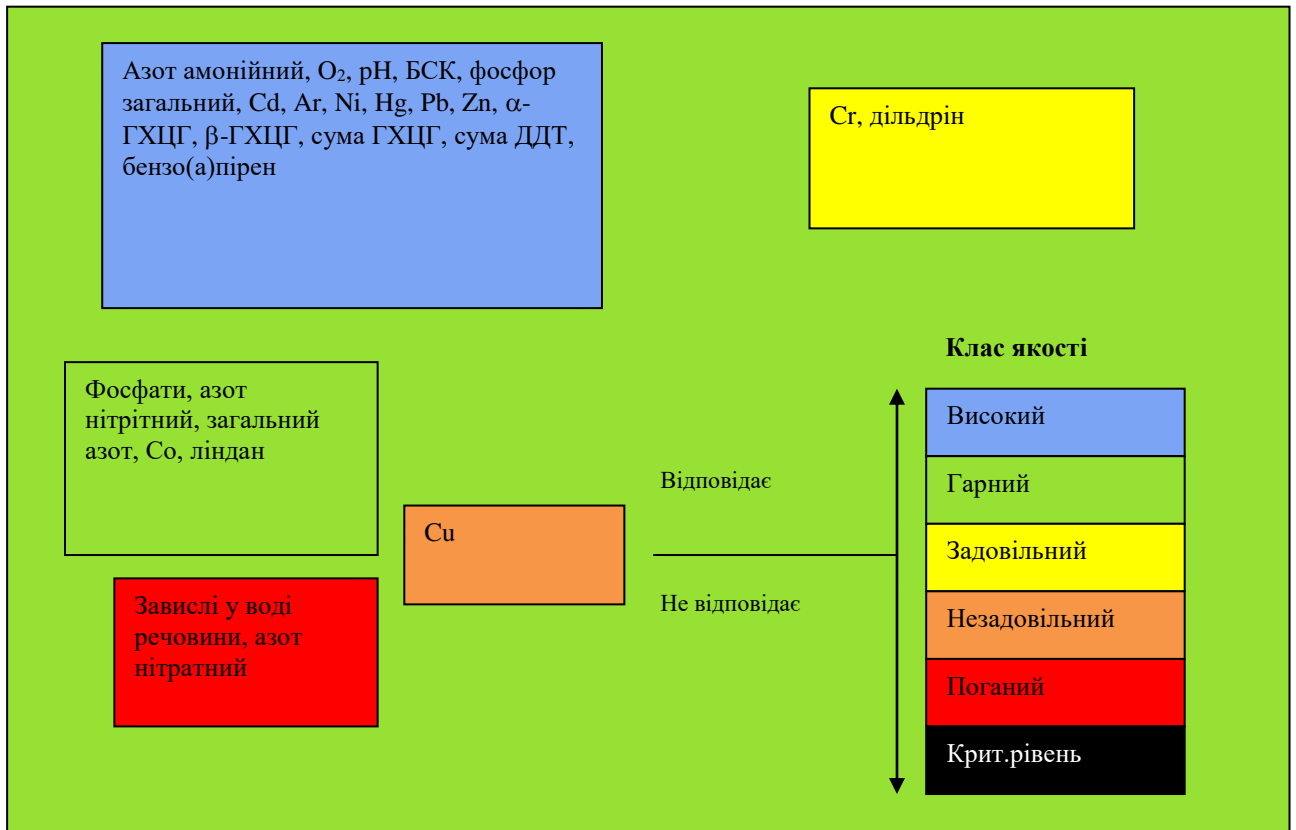


Рисунок 3.12 – Класи якості прибережної морської води біля Дунаю у жовтні та листопаді 2016 року

Як видно з рисунків 3.11 і 3.12 інтегральна якість морських вод поблизу дельти Дунаю має все ж гарний статус, але за деякими параметрами (дільдрін, завислі у воді речовини) відповідала "поганому" та критичному класам якості.

### 3.2 Донні відкладення

Таблиця 3.6 – Середнє значення токсичних металів в українських д/в

Район	Zn	Co	As	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg
	мкг/г								
Експедиція «NPMS-UA» (травень)	57,0	8,88	6,23	23,4	0,26	15,7	24,5	39,1	0,093
Дельта Дунаю (серпень)	113,0	8,48	9,37	32,4	0,43	23,6	<b>37,8</b>	<b>134,0</b>	0,183
Дельта Дунаю (жовтень-листопад)	78,0	8,98	6,28	20,73	0,17	20,9		55,0	0,103
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)	66,4	11,20	8,54	23,20	0,14	24,6	<b>38,0</b>	39,3	0,117
<b>ЕН</b>	<b>140,0</b>	<b>20,00</b>	<b>29,00</b>	<b>35,00</b>	<b>0,80</b>	<b>85,0</b>	<b>35,0</b>	<b>100,0</b>	<b>0,300</b>

Примітка. Жирним шрифтом виділені концентрації вище ЕН.

Середні концентрації токсичних металів (крім Ni і Cr у дельті Дунаю в серпні та Ni у районі поблизу острова Зміїний) в д/в для досліджуваних районів в середньому менше ЕН (табл. 3.6).

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

Рівень забруднення д/в органічними забруднюючими речовинами був максимальний на морському узбережжі Дунаю і вище, ніж у ПЗШ відкритому морі (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Середні значення концентрацій органічних забруднюючих речовин в українських д/в

Район	Сума ДДТ	Сума ГХЦП	Сума ПХБ Ar-1254	Сума ПХБ Ar-1260	Сума НВ	Феноли
	нг/г				мкг/г	
Експедиція «NPMS-UA» (травень)	<b>5,46</b>	0,62	10,7	2,79	48,2	<b>0,260</b>
Дельта Дунаю (серпень)	2,31	0,24	<b>21,9</b>	19,0	<b>93,2</b>	<b>0,260</b>
Дельта Дунаю (жовтень- листопад)	<b>5,20</b>	1,14	15,0	17,8	<b>56,6</b>	<b>0,370</b>
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)	0,80	1,01	<b>21,7</b>	<b>23,4</b>	<b>75,9</b>	<b>0,520</b>
<b>ЕН</b>	<b>2,50</b>	<b>5,00</b>	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>	<b>50,0</b>	<b>0,050</b>
Примітка. Жирним шрифтом виділені концентрації вище ЕН.						

3.2.1. Забруднення донних відкладень згідно з результатами експедиції «NPMS-UA» у травні

Середні концентрації токсичних металів у д/в, зібраних протягом травня 2016 року у ПЗЧМ, становила від 0,09 мг/кг до 57,0 мг/кг (табл. 3.8, рис. 3.13)

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



Таблиця 3.8 – Середнє значення токсичних металів в українських д/в

Метали	Середнє значення для всіх зразків в д/в	Мін.	Макс.	ЕН
	мг/кг			
Al	31 550,00	1 710,00	79 100,000	
As	6,23	1,46	15,200	29,000
Cd	0,26	0,00	0,630	0,800
Co	8,88	0,00	<b>23,100</b>	20,000
Cu	23,40	0,00	<b>68,600</b>	35,000
Hg	0,09	0,00	<b>0,409</b>	0,300
Pb	15,70	4,39	28,800	85,000
Zn	57,00	5,49	<b>180,000</b>	140,000
Ni	24,50	0,00	<b>63,400</b>	35,000
Cr	39,10	0,00	<b>159,000</b>	100,000
Fe	9 672,00	1 530,00	24 000,000	
Mn	383,00	139,00	890,000	890,000

Примітка. Жирним шрифтом виділені концентрації вище ЕН.

На станції 7 поблизу Дунаю було виявлено перевищення ЕН для наступних металів: Co, Cu, Hg, Zn, Ni та Cr. На станції 8 в районі виходу вод Дністра було також відзначено перевищення ЕН для Cu та Ni.

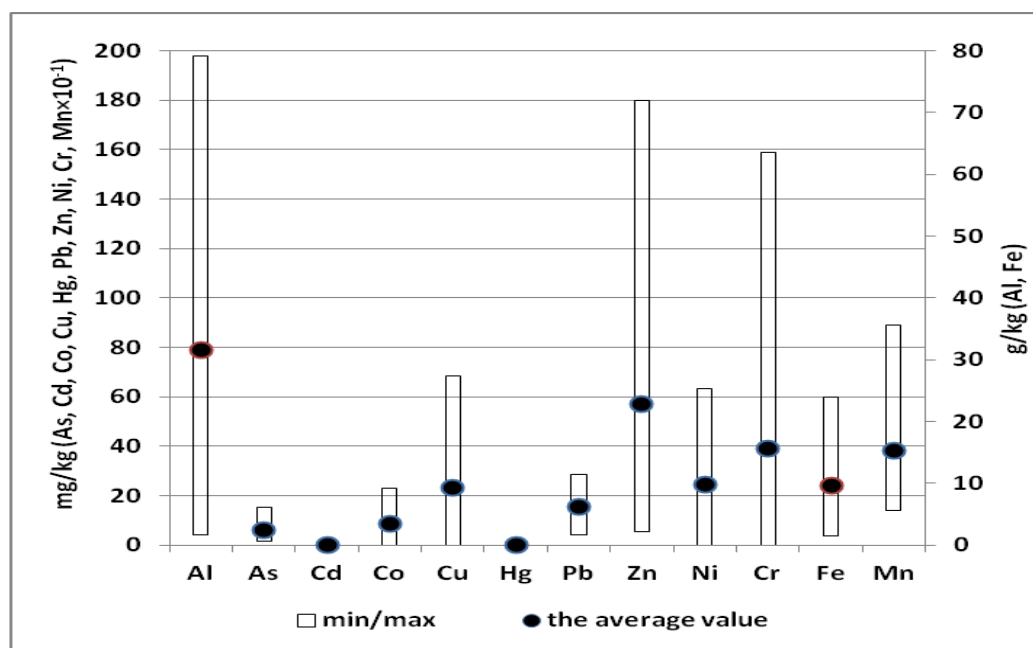


Рисунок 3.13 – Максимальні, мінімальні та середні значення металів для всіх проб д/в експедиції «NPMS-UA»

На рисунках 3.14 – 3.16 представлені концентрації ХОП та ПХБ, що були визначені в пробах д/в під час проведення експедиції «NPMS-UA».

Концентрації ХОП коливались від невиявлених (альдрін і гептахлор) до 28,2 мкг/кг ДДД. Концентрація суми ПХБ коливалася від 1,0 мкг/кг

до 13,5 мкг/кг.

Основними сполуками ХОП були ДДЕ, ГХБ та ДДД. Найвищі значення зафіксовані: 28,2 мкг/кг для ДДД, 18,7 мкг/кг для ГХБ, 2,78 мкг/кг для ДДЕ. Концентрації інших ХОП не перевищили 0,5 мкг/кг.

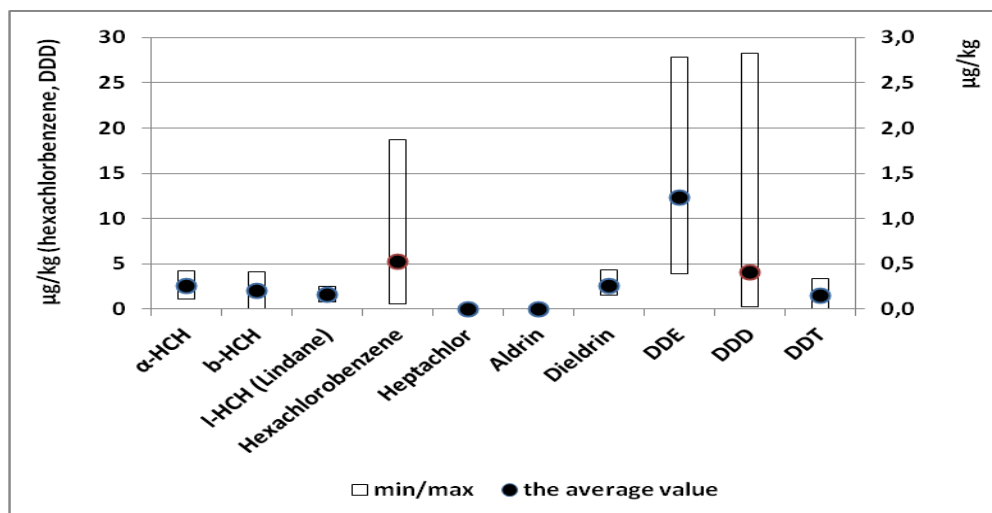


Рисунок 3.14 – Максимальні, мінімальні та середні значення ХОП для всіх проб д/в експедиції «NPMS-UA»

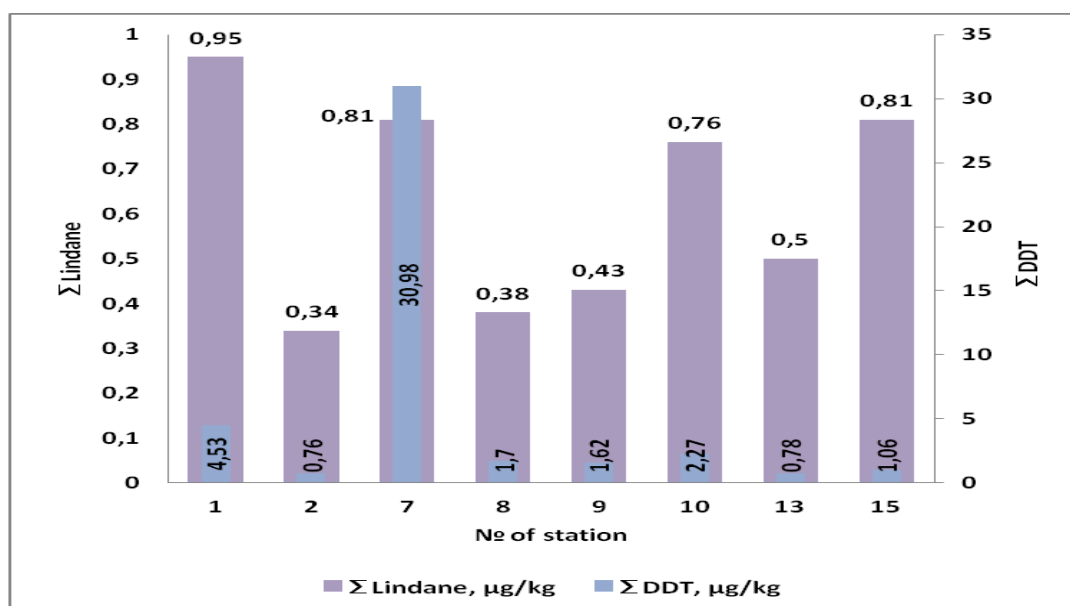


Рисунок 3.15 – Сума Ліндану і його ізомерів та сума ДДТ і його метаболітів в пробах донних відкладень експедиції «NPMS-UA»

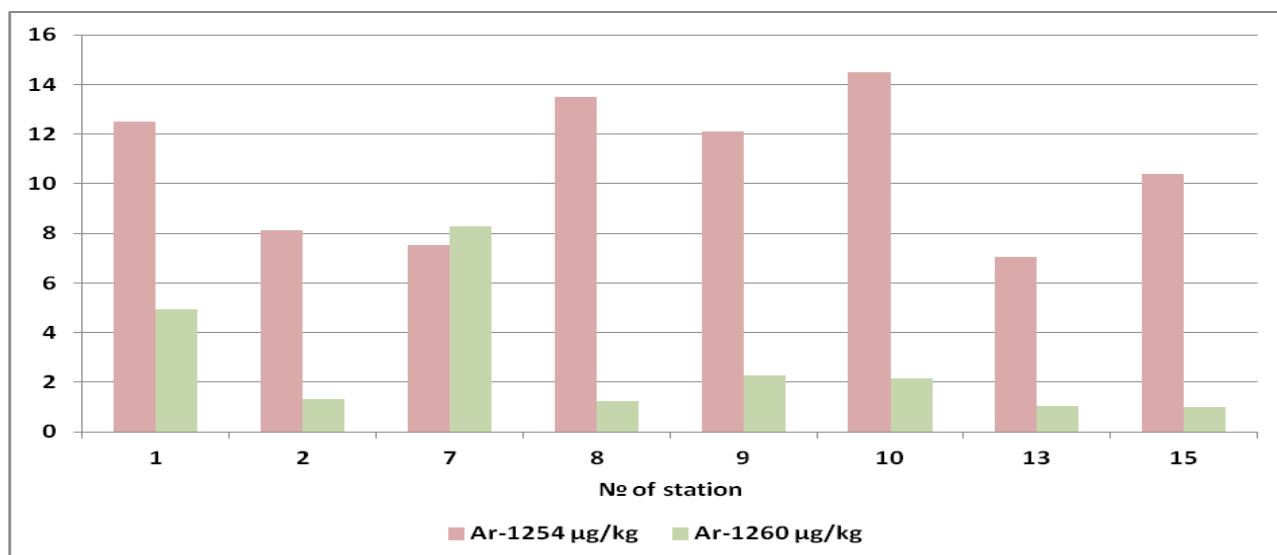


Рисунок 3.16 – Сума ПХБ в пробах д/в експедиції «NPMS-UA»

Як показано на рисунку 3.17, концентрації суми НВ у д/в коливалася в межах від 0,03 мг/кг до 243 мг/кг, з середнім значенням 48,2 мг/кг. Максимальна концентрація була зафіксована на станції 13 поблизу виходу річкових вод Дніпро-Бузького лиману та мінімальна концентрація на станції 9 в районі Філофорного поля.

У порівнянні з ЕН = 50 мг/кг, визначено, що в 25 % проб д/в вміст суми НВ перевищує це значення.

Концентрації фенолів перевищували ЕН = 0,05 мг/кг на всіх станціях у 3 та 8 раз.

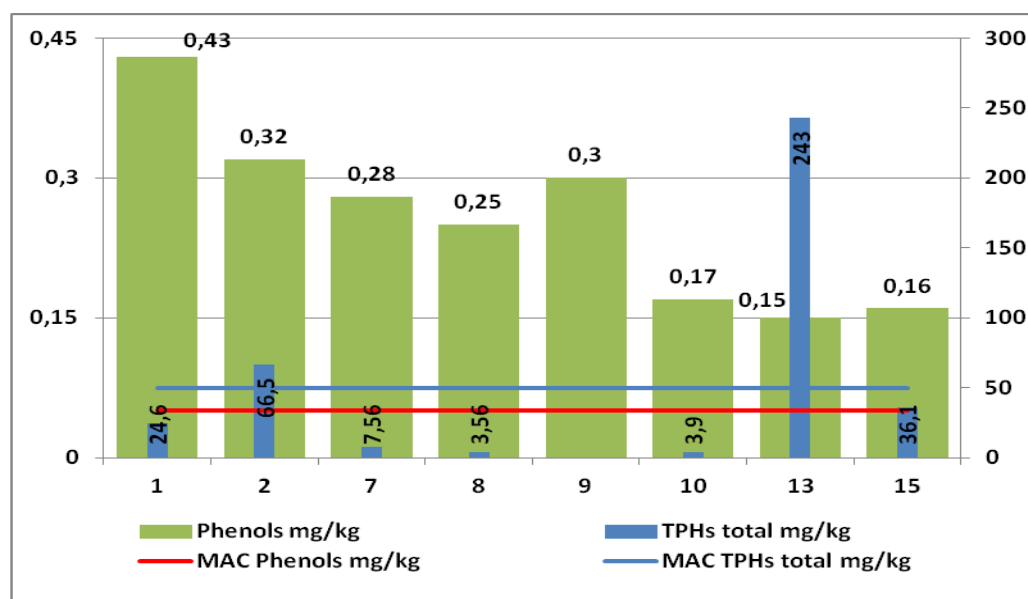


Рисунок 3.17 – Концентрації суми НВ та фенолів у пробах д/в експедиції «NPMS-UA»

Загальний вміст ПАВ, дивись « $\Sigma$  PAH's» на рисунку 3.18, в 8 пробах д/в ( $n = 8$ ) коливався від 28,2 мкг/кг до 467 мкг/кг. Максимальні концентрації суми ПАВ і суми канцерогенних ПАВ були зареєстровані на станції 1 (місце дампінгу) та 7 (поблизу Дунаю) (рис. 3.18).

В загальну кількість ПАВ внесок: 2 – 3 кільцеві ПАВ не більше 10 %, крім станції 7 поблизу Дунаю (48 %), 4 – 6 кільцеві ПАВ до 90 % (рис. 3.19).

Найбільш домінуючими сполуками були визначені індено(1,2,3-*cd*)пірен, флуорантен та бензо(б)флуорантен.

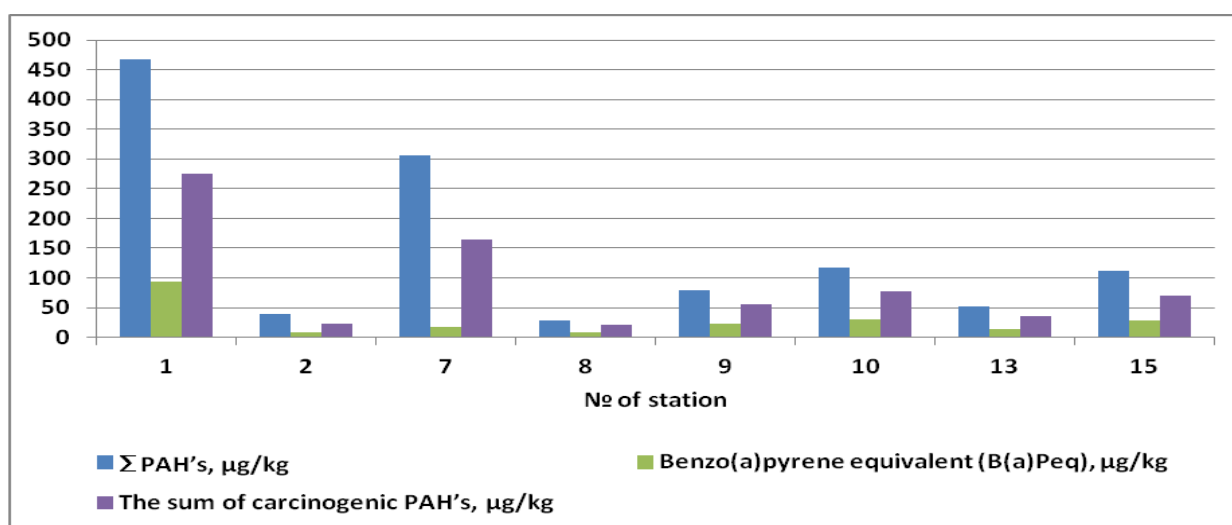


Рисунок 3.18 – Рівень забруднення д/в ПАВ експедиції «NPMS-UA»

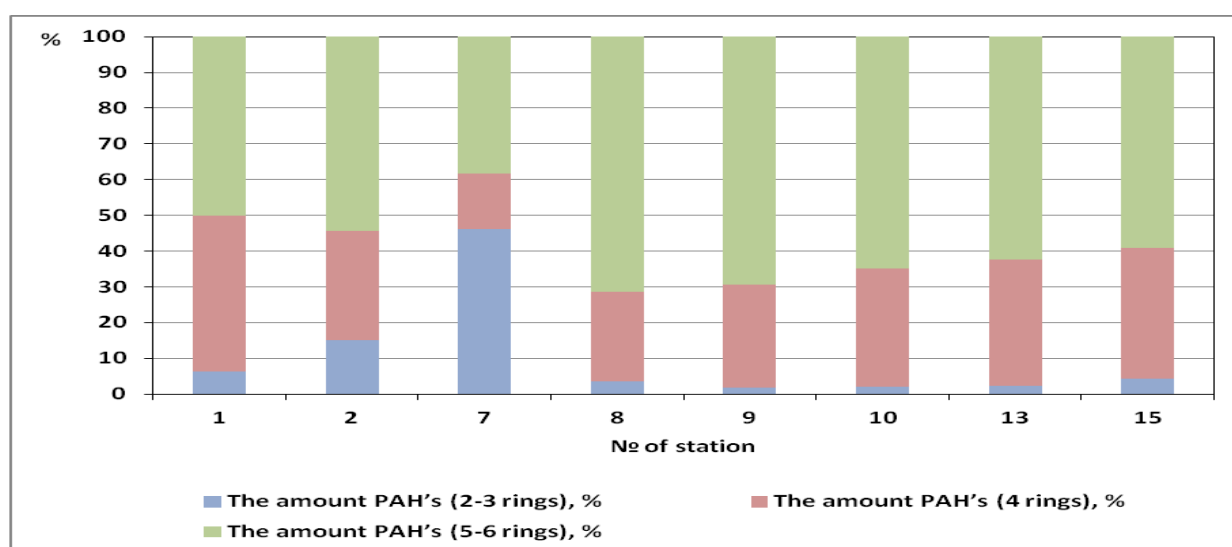


Рисунок 3.19 – Співвідношення ПАВ у пробах д/в експедиції «NPMS-UA» за кількістю кілець в молекулах

### 3.2.2. Забруднення донних відкладень згідно з результатами експедиції біля Дунаю у серпні 2016 року.

Серед всіх металів в найвищих концентраціях у д/в був присутній цинк (рис. 3.20), з максимумом на станції 10-4 (205 мг/кг). Його підвищені концентрації також спостерігалися на станції 17 (191 мг/кг) і станції 18 (151 мг/кг).

Розподіл миш'яку, свинцю та міді в д/в досліджуваного району носили той же характер. Максимальні концентрації миш'яку (рис. 3.21) були зареєстровані на станції 10-3 (15,1 мг/кг), свинцю (рис. 3.22) на станції 10-4 (39,7 мг/кг), а міді (рис. 3.23) на станції 17 (56,1 мг/кг).

Ртуть в максимальній концентрації (рис. 3.24) була знайдена у д/в поблизу станції 6 і 10-4 (0,340 мг/кг і 0,320 мг/кг, відповідно).

Максимум вмісту кадмію (рис. 3.25) був зафіксований на станціях 10-2 та 6 (0,63 мг/кг та 0,57 мг/кг, відповідно).

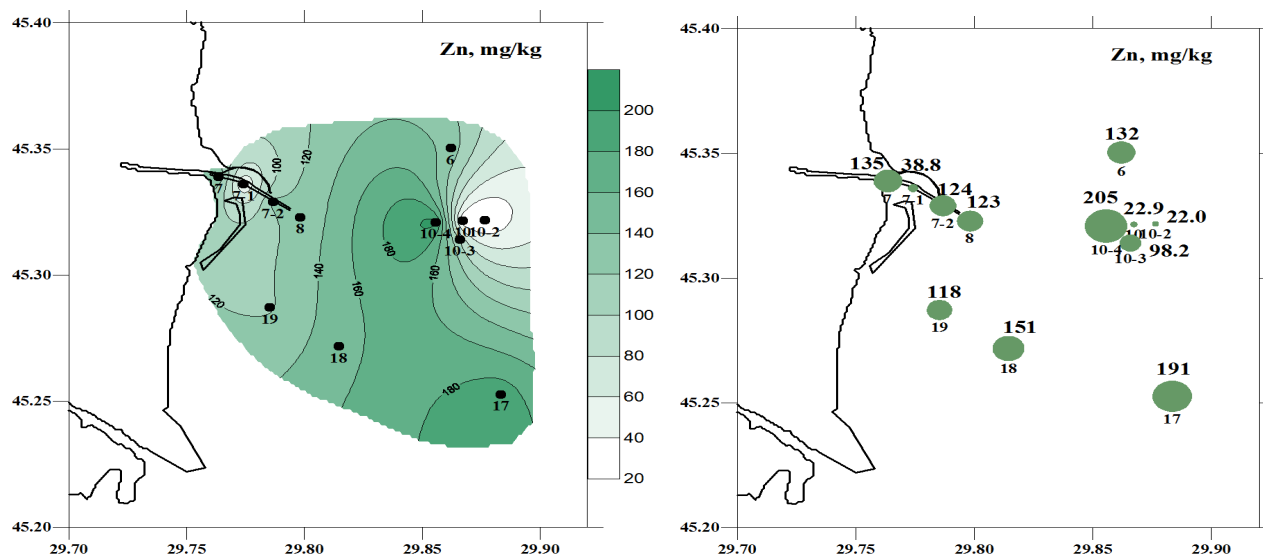


Рисунок 3.20 – Просторовий розподіл цинку в д/в, мг/кг (17 серпня 2016 року)

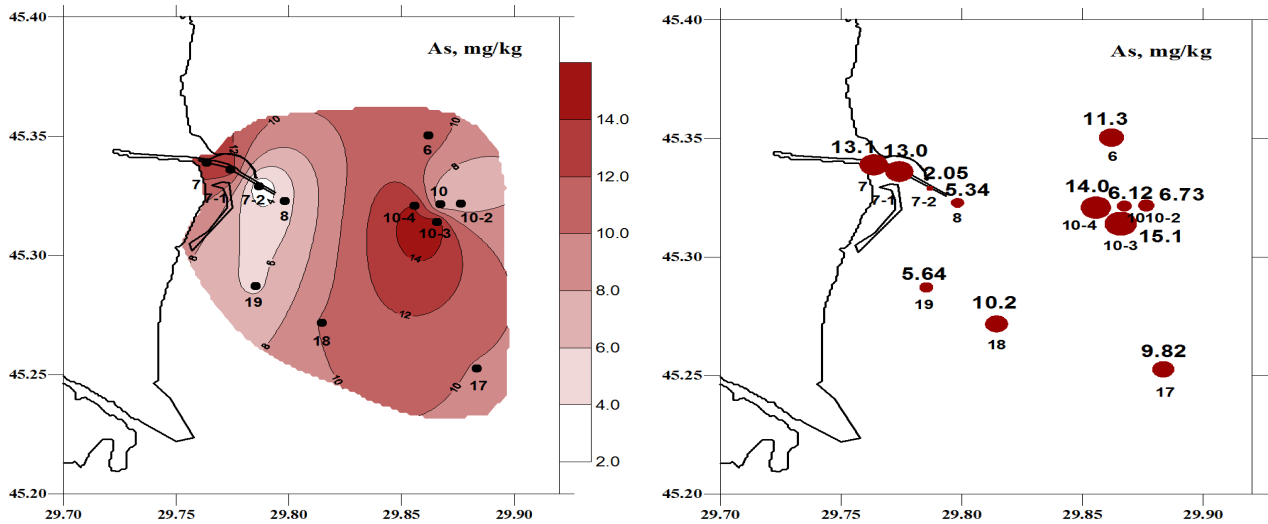


Рисунок 3.21 – Просторовий розподіл миш`яку в д/в, МГ/КГ (17 серпня 2016 року)

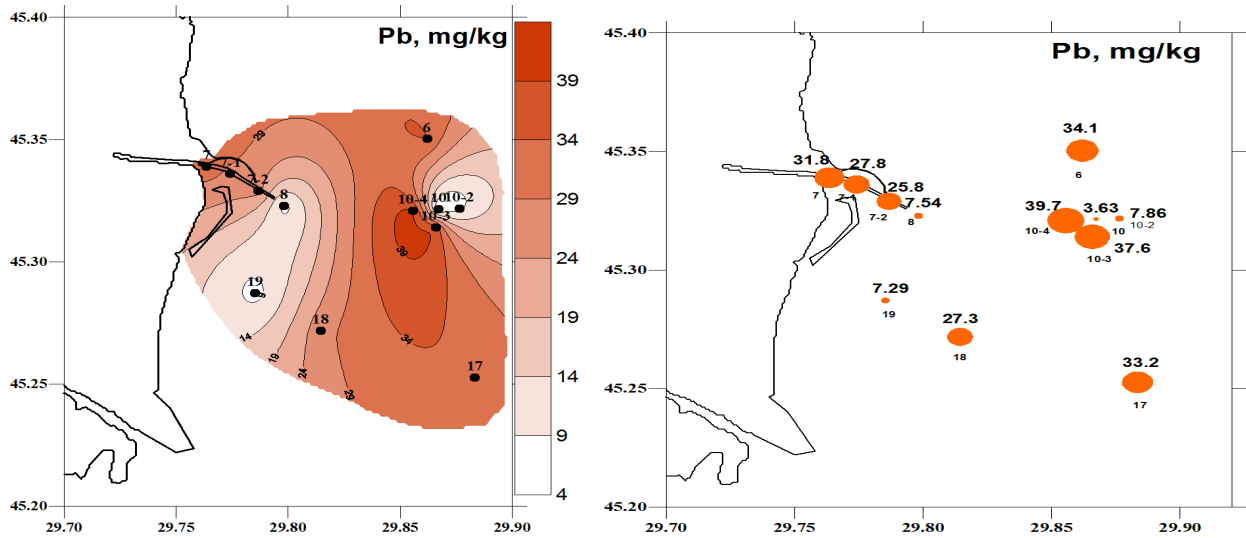


Рисунок 3.22 – Просторовий розподіл свинцю в д/в, МГ/КГ (17 серпня 2016 року)

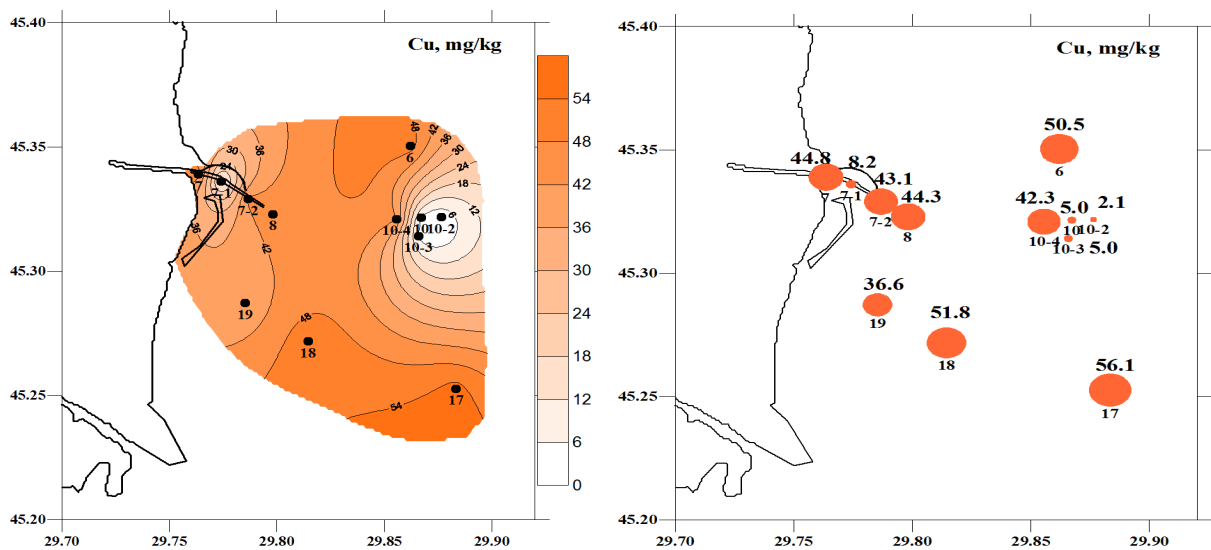


Рисунок 3.23 – Просторовий розподіл міді в д/в, МГ/КГ (17 серпня 2016 року)

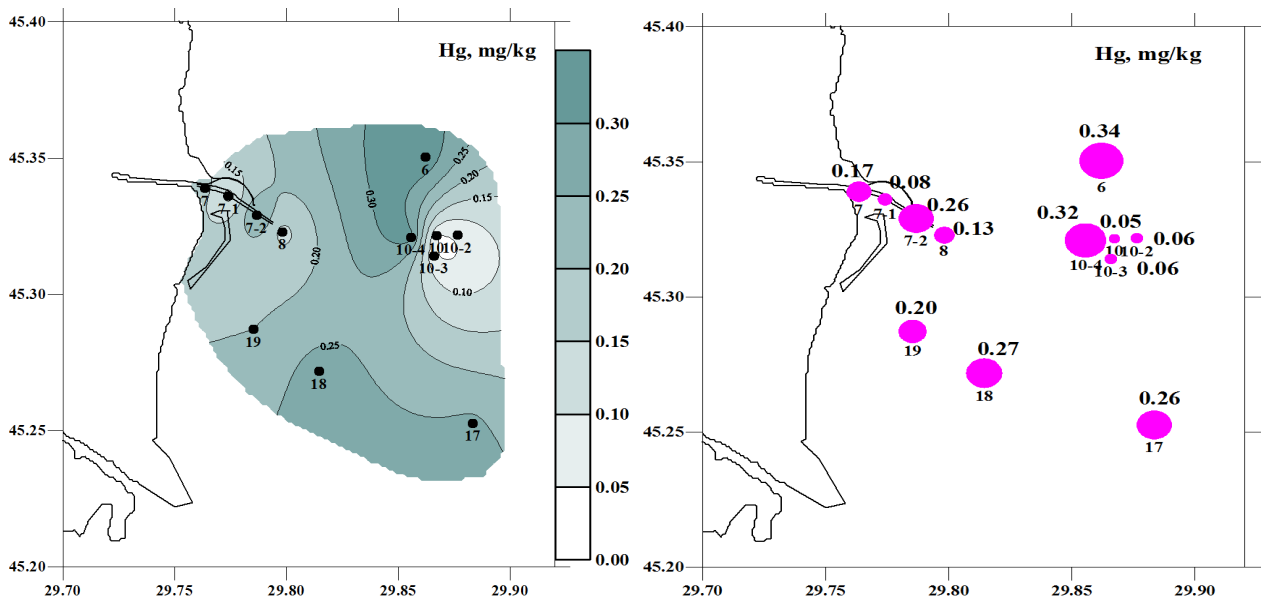


Рисунок 3.24 – Просторовий розподіл ртуті в д/в, МГ/КГ  
(17 серпня 2016 року)

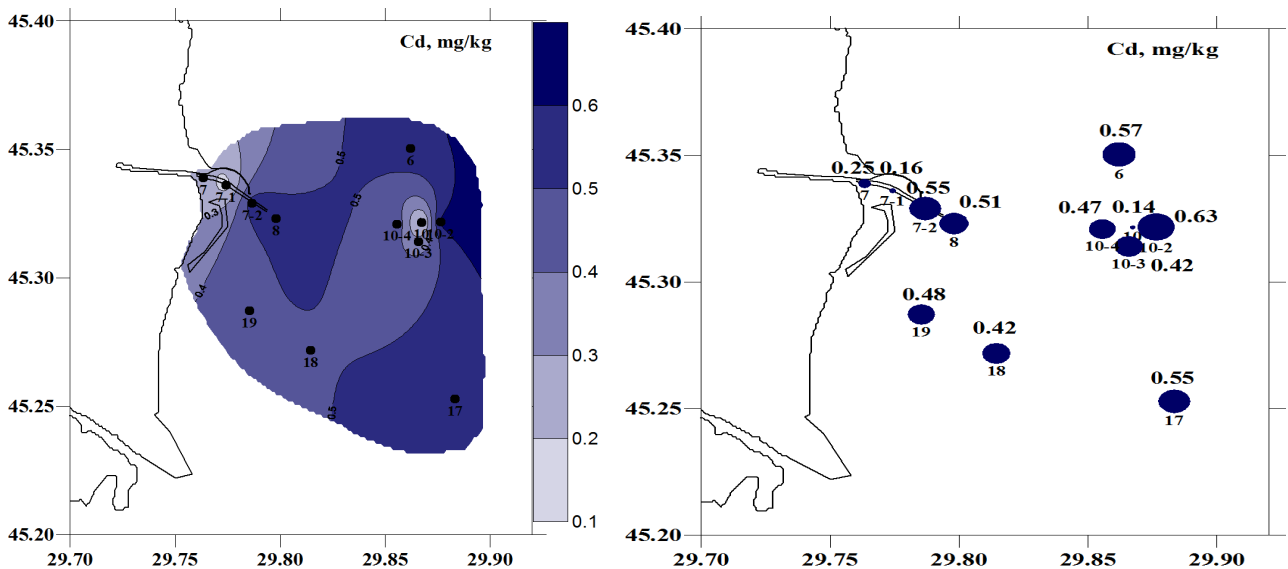


Рисунок 3.25 – Просторовий розподіл кадмію в д/в, МГ/КГ  
(17 серпня 2016 року)

Результати дослідження показали досить широкий діапазон підвищеної концентрації суми НВ в придунайській області моря гирла Бистре (рис 3.26). Максимум НВ (451 мг/кг) був зафіксований в районі станції 7-1.

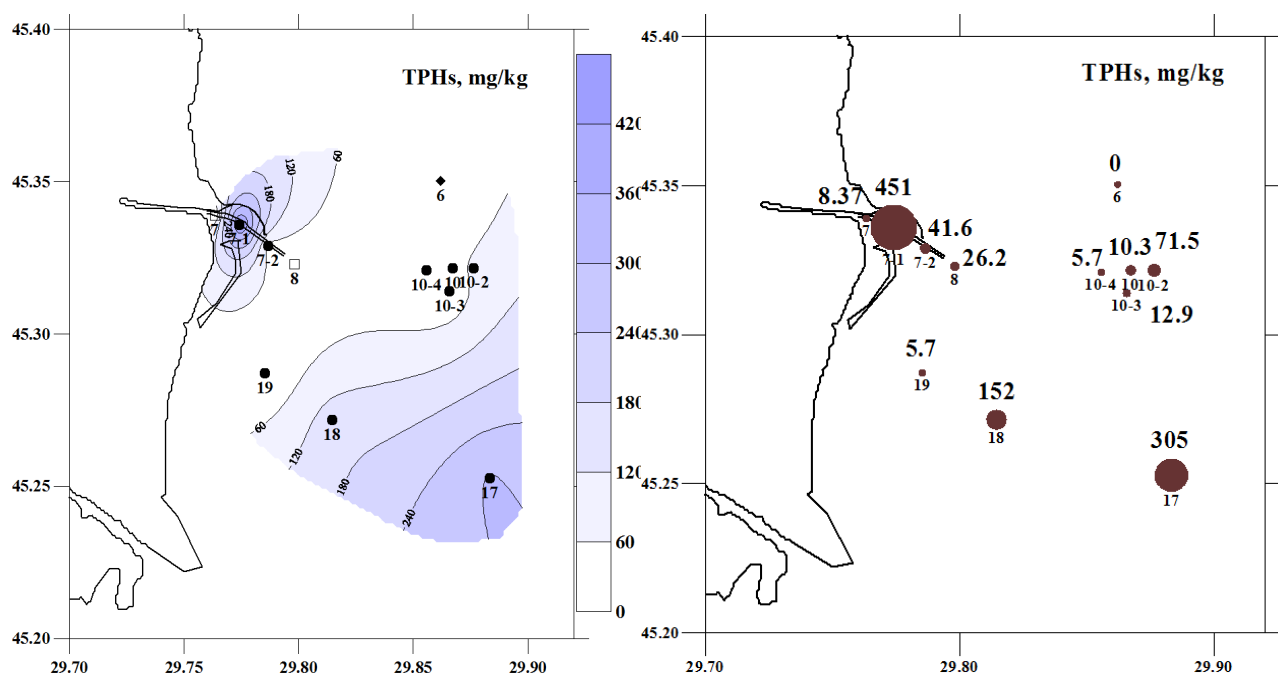


Рисунок 3.26 – Просторовий розподіл (17 серпня 2016 року) суми НВ в д/в, мг/кг

Просторовий розподіл фенолів у д/в представлений на рисунку 3.27. Максимальна концентрація (0,34 мг/кг) спостерігалася на станції 17, мінімальна (0,15 мг/кг) на станції 7.

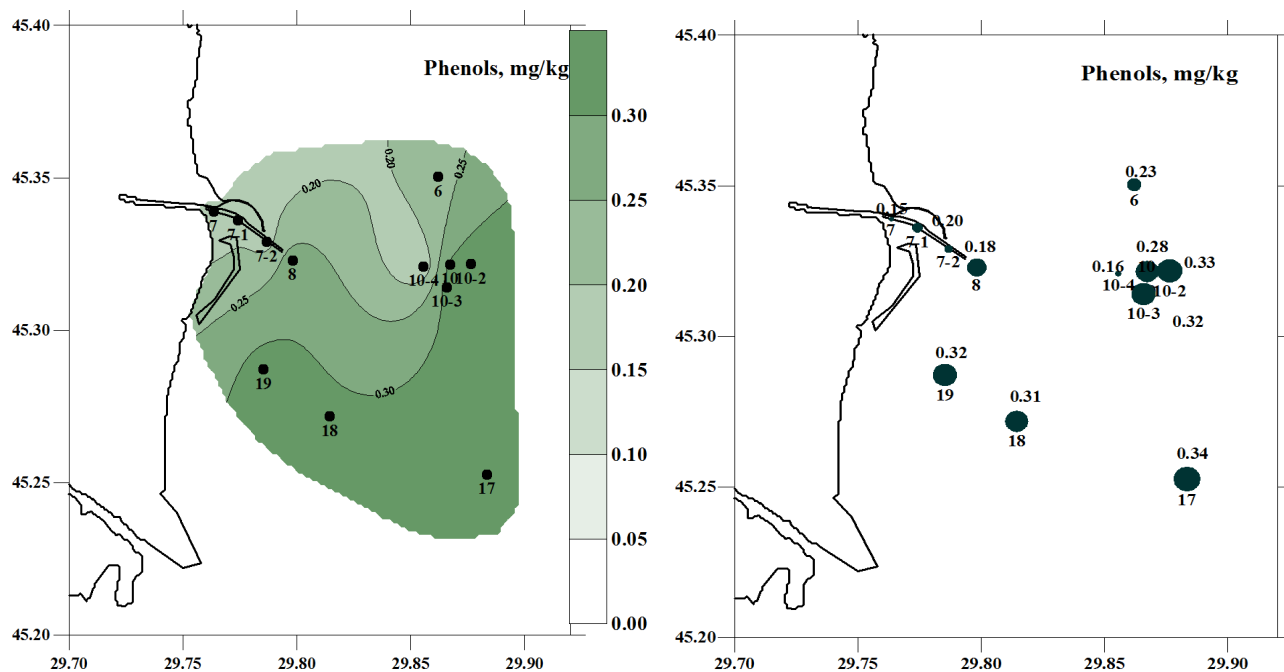


Рисунок 3.27 – Просторовий розподіл (17 серпня 2016 року) фенолів в д/в, мг/кг



### 3.2.3. Забруднення донних відкладень згідно з результатами експедиції біля Дунаю у жовтні-листопаді 2016 року

Результати аналізу д/в відібраних під час експедиції 26 жовтня 2016 року та 11 листопада 2016 року на вміст забруднюючих речовин (токсичних металів, суми НВ, фенолів) показані на рисунках 3.28 – 3.35.

Як видно з рисунку 3.28 серед усіх металів в самих високих концентраціях у д/в присутній цинк, з максимумом на станції 7 (107 мг/кг), що не перевищує  $EH = 140$  мг/кг. Його підвищені концентрації також спостерігалися на станції 6 (95 мг/кг) і станції 8 (93,8 мг/кг).

Максимальна концентрація міді (40 мг/кг) також була знайдена на станції 7 (рис. 3.29).

Максимум миш'яку та свинцю в д/в досліджуваного району (рис. 3.30, рис. 3.31) було зареєстровано на станції 10-2 (14,2 мг/кг та 43,8 мг/кг відповідно).

Ртуть у максимальних концентраціях (рис. 3.32) виявлена в д/в поблизу станції 7-2 (0,210 мг/кг). Максимальний рівень кадмію (рис. 3.33) був зафіксований на станції 7-2 (0,16 мг/кг), але рівень забруднення д/в цим токсичним металом оцінюється як незначний.

Слід зазначити, що рівень забруднення д/в токсичними металами в порівнянні з попередньою експедицією (17.08.2016) знизився майже вдвічі.

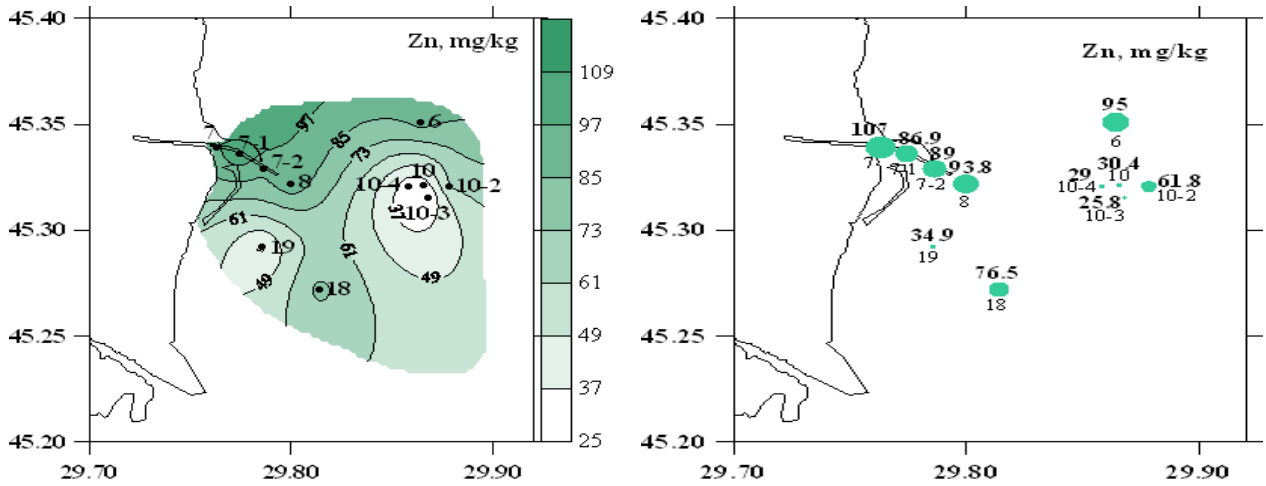


Рисунок 3.28 – Просторовий розподіл цинку в д/в, мг/кг

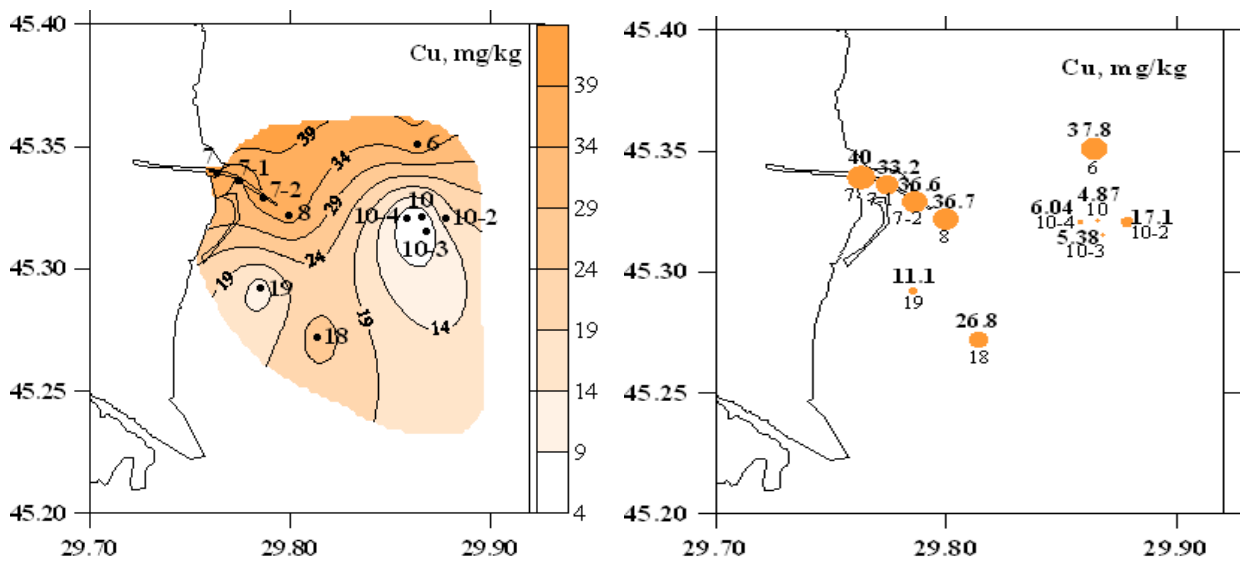


Рисунок 3.29 – Просторовий розподіл міді в д/в, мг/кг

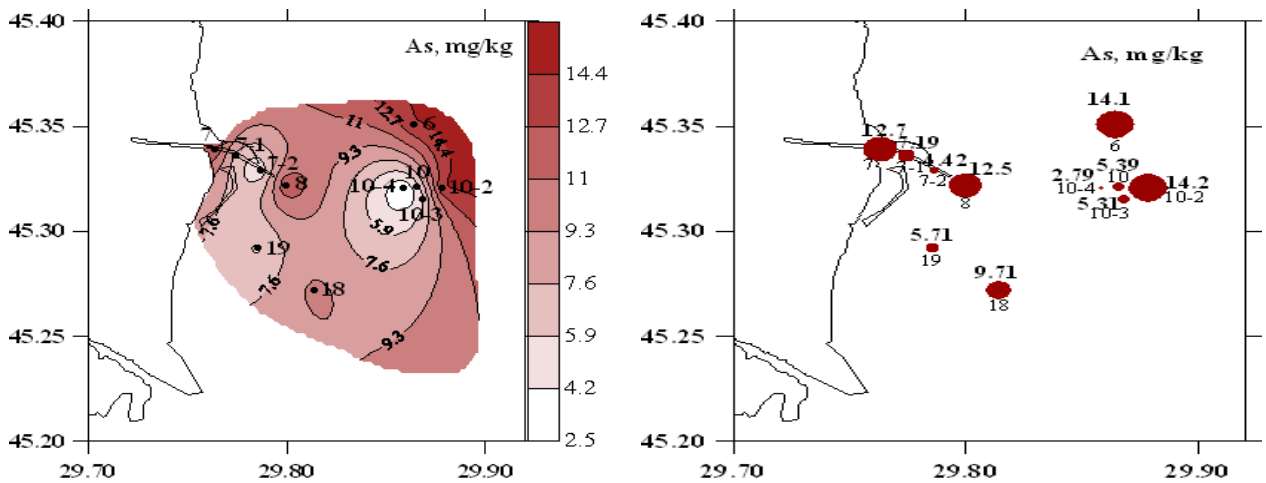


Рисунок 3.30 – Просторовий розподіл миш'яку в д/в, мг/кг

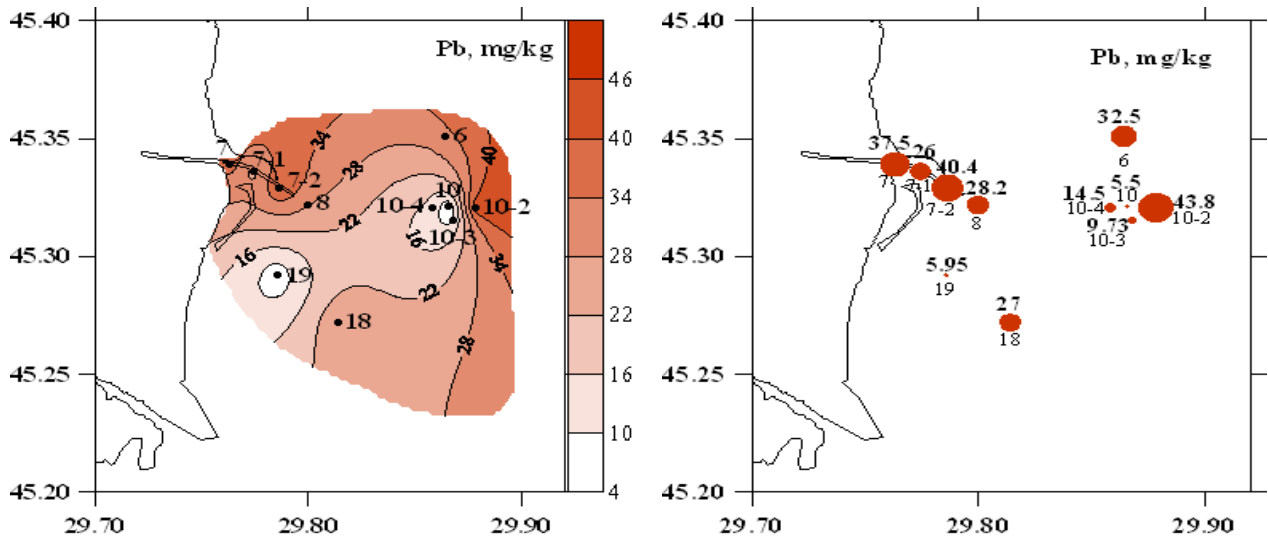


Рисунок 3.31 – Просторовий розподіл свинцю в д/в, мг/кг

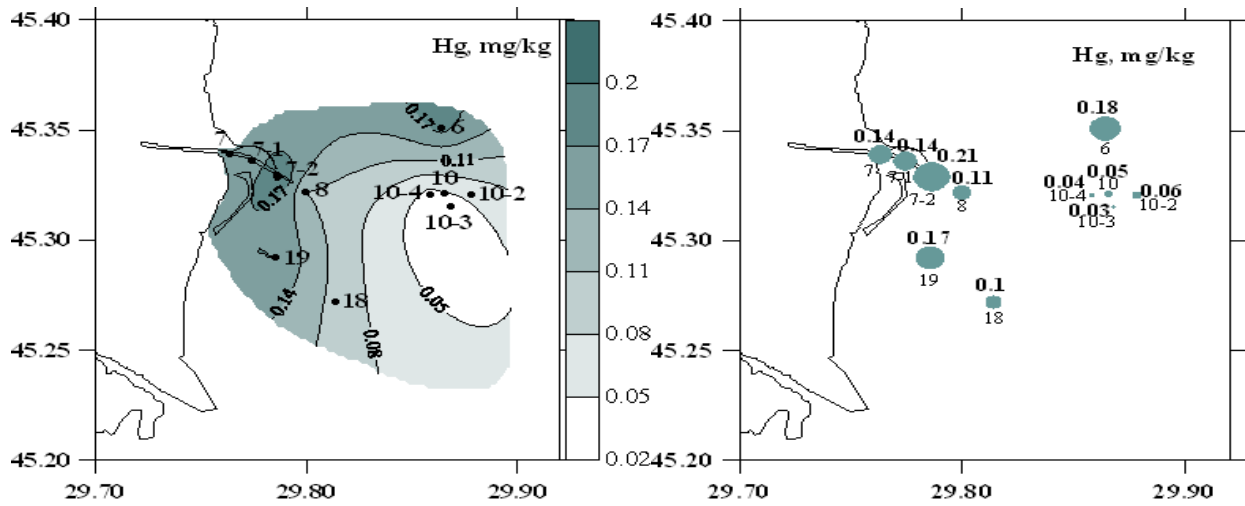


Рисунок 3.32 – Просторовий розподіл ртуті в д/в, мг/кг

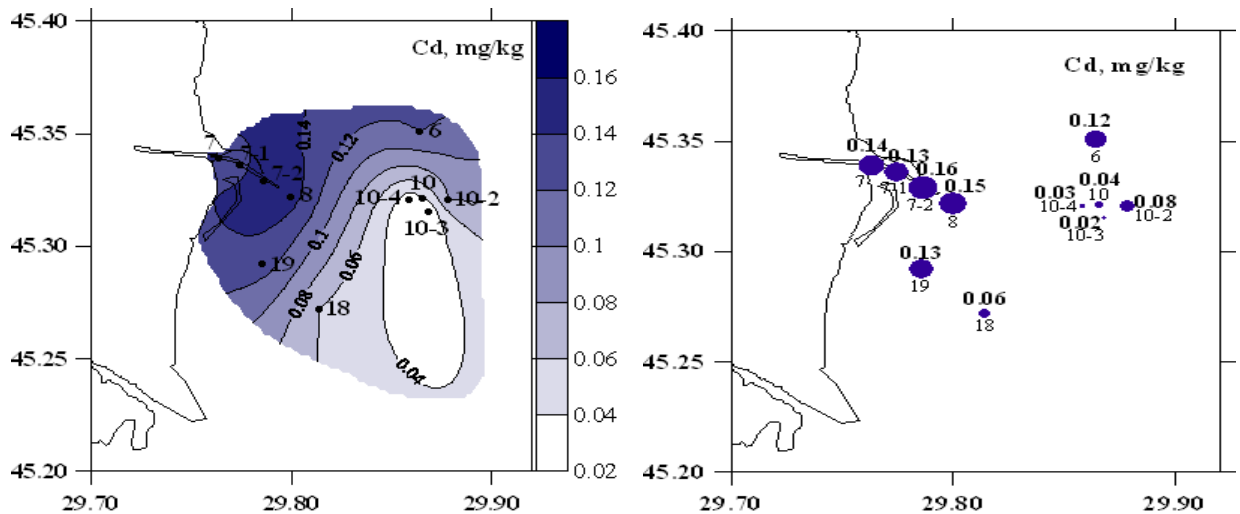


Рисунок 3.33 – Просторовий розподіл кадмію в д/в, мг/кг

Результати дослідження в придунайській області моря біля гирла Бистре дозволили встановити, що концентрація нафтопродуктів, також як і металів була меншою порівняно з попередньою експедицією (рис 3.34). Максимальна концентрація суми НВ (275 мг/кг) була зафіксована на станції 10-2.

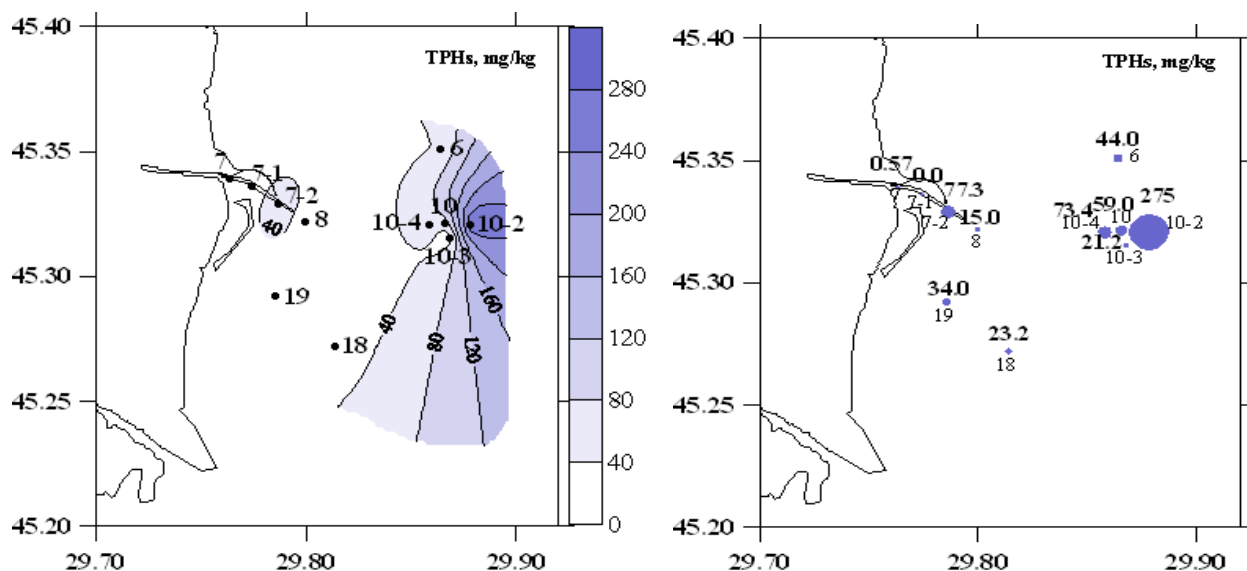


Рисунок 3.34 – Просторовий розподіл суми НВ в д/в, мг/кг

Просторовий розподіл фенолів у д/в представлений на рисунку 3.35. Концентрації фенолів були незначними і не перевищували 1,0 мг/кг. Максимальна концентрації фенолів (0,52 мг/кг), як і нафтопродуктів, спостерігалася на станції 10-2, мінімальна (0,26 мг/кг) на станції 6.

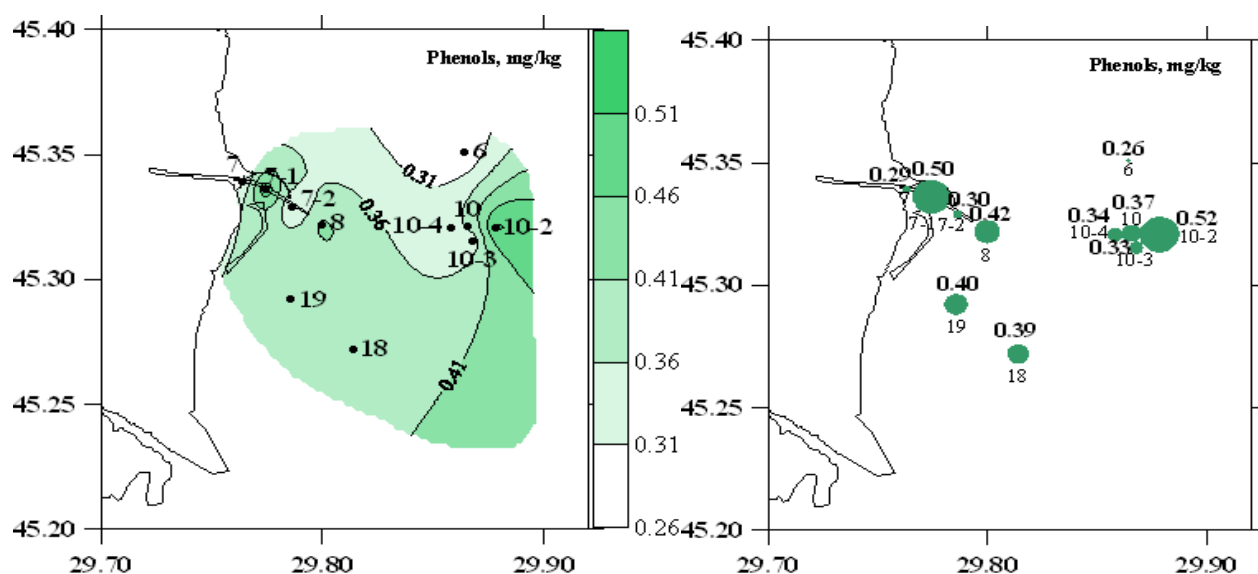


Рисунок 3.35 – Просторовий розподіл фенолів в д/в, мг/кг

Оцінка інтегральної якості д/в у ПЗЧМ за допомогою «екологічного

стандарту якості морського середовища» на основі результатів експедиції в травні 2016 року представлена на рисунку 3.36.

В цілому якість д/в ПЗЧМ в травні 2017 року відповідає «гарному» класу якості, але для деяких параметрів (індено(1,2,3-сд)пірен, флуорантен, сума ДДТ) встановлено «задовільний» клас якості, а за іншими параметрами відповідає критерію «високий» клас якості.

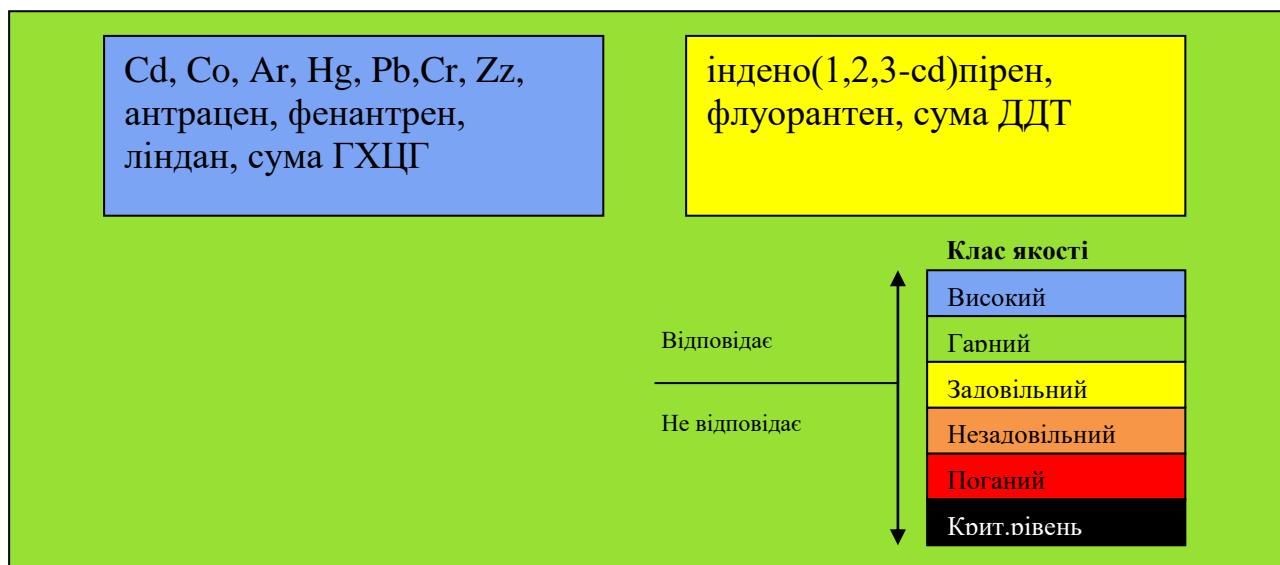


Рисунок 3.36 – Класи якості д/в ПЗЧМ у травні 2016 року

В цілому, якість д/в прибережної зони біля Дунаю у серпні 2016 року оцінена за допомогою «екологічного стандарту якості морського середовища», відповідає «гарному» класу якості, але за деякими параметрами (нікель, дільдрін) відповідає «задовільному» класу якості, для хрому клас якості «поганий», а за іншими параметрами відповідає критерію «високий» клас якості (рис. 3.37).

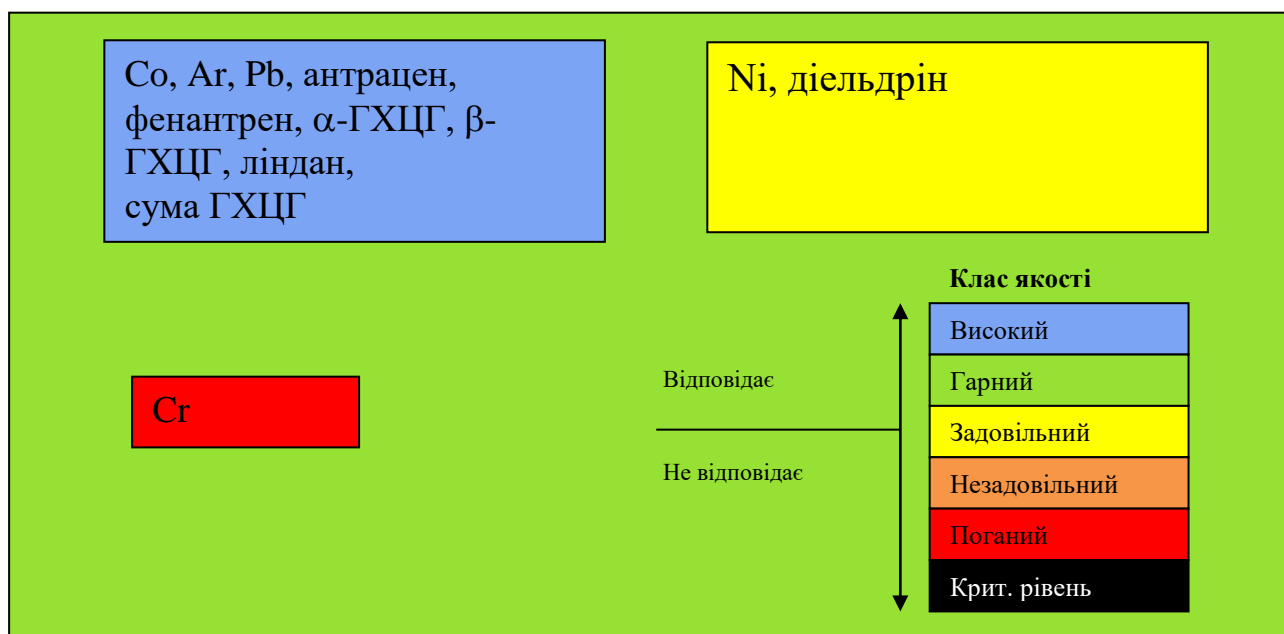


Рисунок 3.37 – Класи якості д/в прибережної зони біля Дунаю у серпні 2016 року

Оцінка інтегральної якості д/в за допомогою «екологічного стандарту якості морського середовища» на основі результатів експедиції в жовтні-листопаді 2016 року представлена на рисунку 3.38.

В цілому, якість д/в прибережної зони біля Дунаю у жовтні та листопаді 2016 року відповідає «гарному» класу якості, лише для деяких параметрів (нікель, сума ДДТ) відповідає «задовільному» класу якості, а за іншими параметрами відповідає критеріям класу якості "високий" та "гарний".

Слід зазначити, що загальний рівень забруднення д/в у морській частині дельти Дунаю восени знизився в порівнянні з серпнем.

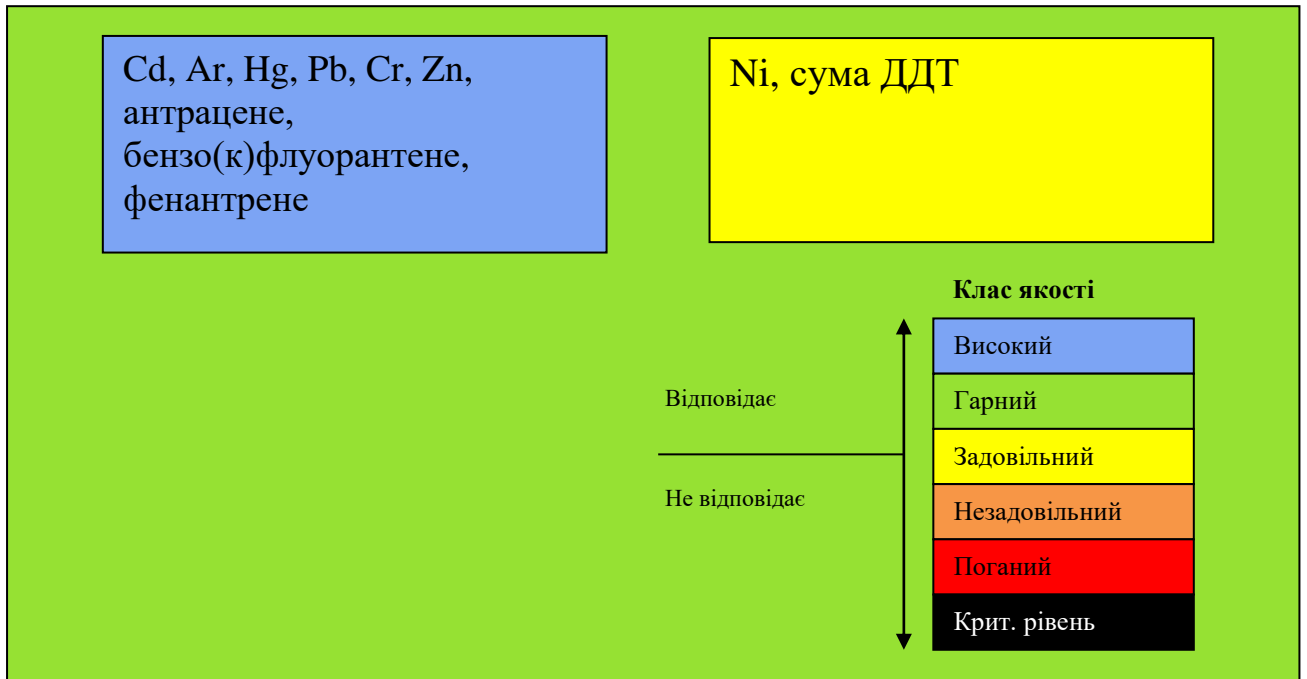


Рисунок 3.38 – Класи якості д/в прибережної зони біля Дунаю у жовтні та листопаді 2016 року

## 4 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ЧОРНОМУ МОРІ В 2016 РОЦІ

У районі Одеси гідробіологічний моніторинг проводився на регулярній основі, з тижневими інтервалами на станціях біля мису Малий Фонтан та пляжу «Аркадія», та раз на сезон (навесні – у червні та восени – у вересні) у «гарячих точках» - у районі порту «Южный», пляжу «Лузанівка», нафтогавані, одеського порту, пляжу «Дельфін», пляжу санаторія ім.Чкалова, мису Малий Фонтан, пляжу «Аркадія» та дачі Ковалевського.

Дослідження ПЗЧМ проводилося навесні (травень 2016 рік), коли гідробіонти знаходяться у стадії активного розвитку.

Дослідження району Дунаю проводилося восени (листопад 2016 рік). Інформація про кількість проб, відібраних для гідробіологічного аналізу, наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Кількість гідробіологічних проб у 2016 році

Станції відбору проб	Фіто-планктон	Фотосинте-тичні пігменти	Зоопланктон	Макро-зообентос
Мис Малий Фонтан	36	25	28	2
Пляж «Аркадія»	38	36	29	2
Пляж санаторію ім. Чкалова	2	2	2	2
Пляж «Дельфін»	2	2	2	2
Дача Ковалевського	2	2	2	2
Одеський порт	2	2	2	
Порт «Южный»	2	2	2	
Пляж «Лузанівка»	2	2	2	2
нафтогавань	2	2	2	2
Прибережжя Дунаю	30		15	15
ПЗЧМ	52	52	35	19
<b>Усього</b>	<b>170</b>	<b>127</b>	<b>121</b>	<b>48</b>



## 4.1 Фітопланктон

### *Одеський регіон*

Гідрологічні та гідрохімічні зміни відображаються як на кількісних показниках, так і на структурі фітопланктонного угруповання. Упродовж останніх кількох років у водах Одеського регіону спостерігалася стабільна тенденція до зниження біомаси фітопланктону, що відображено на рисунку 4.1.

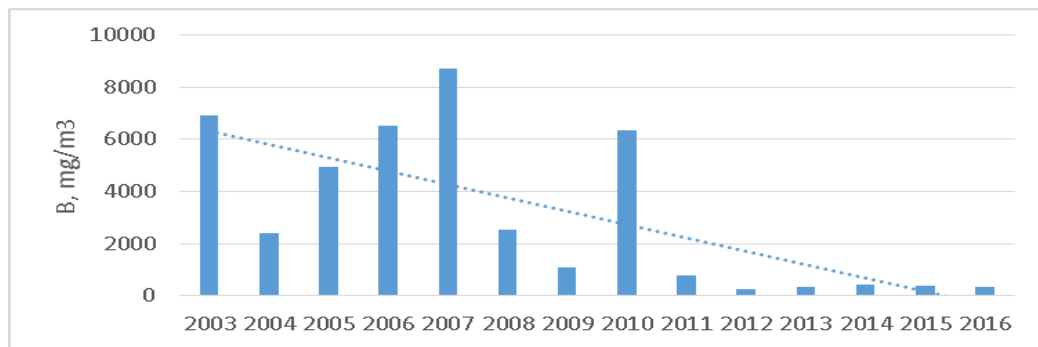


Рисунок 4.1 – Багаторічні зміни кількісних показників фітопланктону в Одеській області (2003 – 2016) рр.

Фітопланктон є одним із найважливіших компонентів морських біоценозів. Під час дослідження реперних станцій Одеського регіону було виявлено 212 видів та різновидів мікроводоростей, що належать до 11 вищих таксонів (Bacillariophyta - 112, Dinophyta – 39, Chrysophyta - 7, Cryptophyta - 3, Naptophyta - 4, Chlorophyta – 22, Euglenophyta - 4, Cyanobacteria – 18, Flagellata - 1, Protozoa - 1, Rafidophyta - 1), що представлено на рисунку 4.2.

Так само, як і у попередні роки, найбільший внесок у видове різноманіття належав діатомовим мікроводоростям, частка яких становила 53 %, друге місце посіли динофітові водорості (18 %), ще меншим видовим різноманіттям відрізнялися зелені водорості та ціанобактерії (10 % та 9 % відповідно).

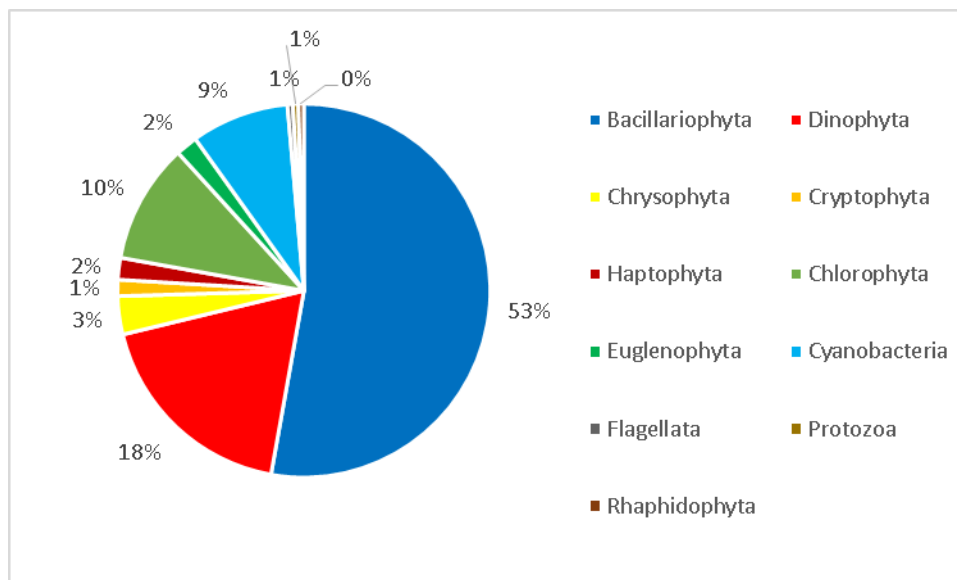


Рисунок 4.2 – Видове різноманіття фітопланктону у водах Одеського регіону у 2016 році

Взимку в акваторії Одеського регіону сформувався полідомінантний комплекс видів із переважанням видів діатомових як за чисельністю, так і за біомасою. За показником чисельності домінували діатомові мікрводорості з роду *Navicula* (здебільшого *N. pennata*, *N. lanceolata*), динофітова водорість *Peridiniopsis penardii*, яка зустрічалася серед масових зимово-весняних видів упродовж останніх трьох років, та зелені мікрводорості з роду *Monoraphidium* (*M. arcuatum*, *M. Contortum*). За біомасою доміантними видами були *P.penardii* та велика діатомея *Tabularia fasciculata*. Середня чисельність становила 69 000 од/л, середня біомаса – 144 мг/м<sup>3</sup>. «Цвітіння» води не спостерігалось.

У весняний період у даному районі також сформувався полідомінантний комплекс видів із превалюванням зелених мікрводоростей за чисельністю, та діатомових і динофітових – за біомасою. Головним домінуючим видом за чисельністю був *M. contortum*, який досяг рівня «цвітіння» 13 квітня ( $1,7 \cdot 10^6$  кл/л із біомасою 51 мг/м<sup>3</sup>), серед субдомінантів були присутні також прісноводні ціанобактерії *Jaaginema kisselevii* та діатомові *Ceratoneis closterium* та *Pseudo-nitzschia delicatissima*. За показником біомаси у весняний період тривало домінування *T. fasciculata* та *P. penardii* разом з іншою динофітовою водорістю – *Heterocapsa triquetra*, та діатомовою *C. closterium*. Середня

чисельність мала величину 409 000 кл/л, середня біомаса – 137 мг/м<sup>3</sup>.

Кількісні показники відображено на рисунках 4.3 та 4.4.

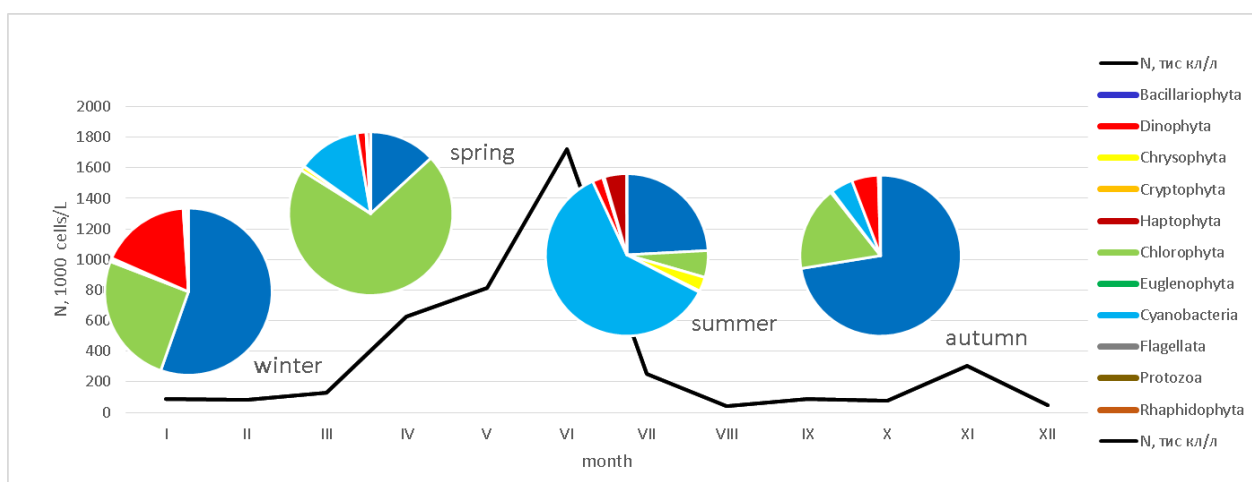


Рисунок 4.3 – Сезонні зміни чисельності фітопланктону в акваторії Одеського регіону у 2016 році

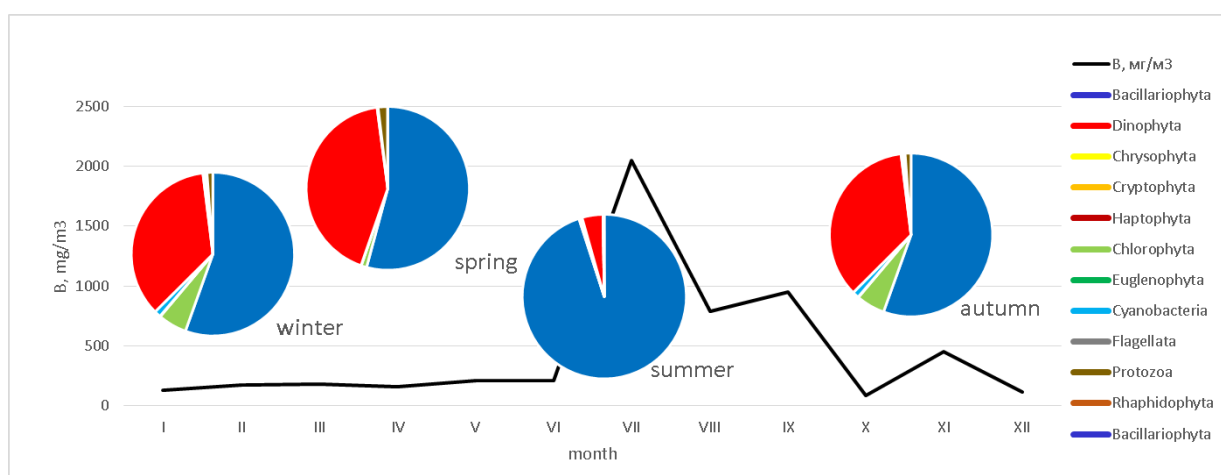


Рисунок 4.4 – Сезонні зміни біомаси фітопланктону в акваторії Одеського регіону у 2016 році

Влітку на станціях у відкритих акваторіях за чисельністю переважали ціанобактерії, а у напівзакритих стаціях внесок головних типів до чисельності був приблизно однаковим, із переважанням діатомових. Домінантами за біомасою були діатомові. Домінування діатомових влітку вказує на покращення екологічної ситуації в регіоні, зростання внеску автотрофної складової фітопланктону та продовження процесу деєвтрофікації. У цей період у районі Аркадії превалювала невелика ціанобактерія *Merismopedia minima*, і її чисельність 29 червня сягла рівня «цвітіння» ( $2,1 \cdot 10^6$  кл/л із малою біомасою –

2.3 мг/м<sup>3</sup>). Даний спалах «цвітіння» був локальним та не спостерігався на другій реперній станції, мис Малий Фонтан. Серед субдомінантів в обох типах акваторій були зареєстровані діатомові *Cyclotella caspia*, *P. delicatissima* та ціанобактерія *Dolichospermum flosaquae*. У біомасі в обох типах вод переважали великі діатомові та динофітові, серед яких абсолютним домінантом була *Pseudosolenia calcar avis*, біомаса якої досягла рівня «цвітіння» (2,87 г/м<sup>3</sup> з чисельністю 58 000 кл/л). Серед субдомінантів відзначалися *Atteya decora*, *Coscinodiscus radiatus*, *Licmophora gracilis*, *P. delicatissima*). Середня чисельність становила 421 000 кл/л, середня біомаса – 716 мг/м<sup>3</sup>.

В осінній період за чисельністю та біомасою продовжували переважати діатомові, а також великим був внесок динофітових. Висока чисельність відзначалася для діатомеї *Skeletonema costatum*, що може свідчити про посилення евтрофікації у даному районі, однак, «цвітіння» даного виду не спостерігалось. Серед субдомінантів також були зафіксовані *Prorocentrum cordatum*, представники роду *Monoraphidium* та *J. kisselevii*. За біомасою домінували великі діатомові, у першу чергу *Proboscia alata*, біомаса якої подекуди перевищувала 1 г/м<sup>3</sup> із невеликою чисельністю (від 3 000 кл/л до 8 000 кл/л), що не розглядалось як «цвітіння». Великий внесок у біомасу також належав *Coscinodiscus granii*, *Ditylum brightwellii*, *Thalassiosira nordenskioldii*, *S. costatum* and *P. cordatum*. Середня чисельність складала 112 000 кл/л, середня біомаса – 404 мг/м<sup>3</sup>.

Загалом, в акваторії Одеського регіону спостерігалася типова сезонна динаміка чисельності та біомаси з чотирма максимумами розвитку, серед яких зимовий та весняний були слабко виражені. «Цвітіння» води було зафіксоване у весняний (*M. contortum*) та у літній (*M. minima*, *R. calcar avis*) періоди. Переважання діатомових практично протягом цілого року, відсутність спалахів цвітіння *S. costatum* та міксотрофних динофітових вказують на продовження процесу деєвтрофікації та покращення екологічного стану регіону.

З метою оцінки стану біоценозів у «гарячих точках» в Одеському регіоні, відбір проб було проведено на дев'яти станціях – порт «Южный», пляж «Лузанівка», Нафтогавань, Одеський порт, пляж «Дельфін», пляж санаторію ім.

Чкалова, мис Малий Фонтан, пляж «Аркадія», Дача Ковалевського.

Під час осіннього дослідження було знайдено 64 види фітопланктону, які належали до 8 типів (Bacillariophyta – 37, Dinophyta – 13, Chrysophyta – 3, Cryptophyta – 2, Harptophyta – 4, Chlorophyta – 2, Euglenophyta – 1, Cyanobacteria – 2). Найбільша кількість видів була зареєстрована на станціях у Одеського порту та на пляжі «Лузанівка» (по 25 видів на кожній), менше – на станціях Дача Ковалевського, пляж «Дельфін», пляж санаторію ім. Чкалова, та пляж «Аркадія» (21, 19, 18 та 18 видів відповідно), найменшу кількість видів було зафіксовано на станціях нафтогавань та порт «Южный».

Чисельність фітопланктону коливалася у межах від 9 кл/л до 903 000 кл/л, що відображено на рисунку 4.5. Найвищі значення були зафіксовані в акваторії порту «Одеса», що пов'язане із розвитком полідомінантного комплексу видів, серед яких *Nitzschia tenuirostris*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Pseudonitzschia pungens*, *Emiliana huxleyi*, і найнижчі – в акваторії порту «Южный», що зазнає високого антропогенного тиску.

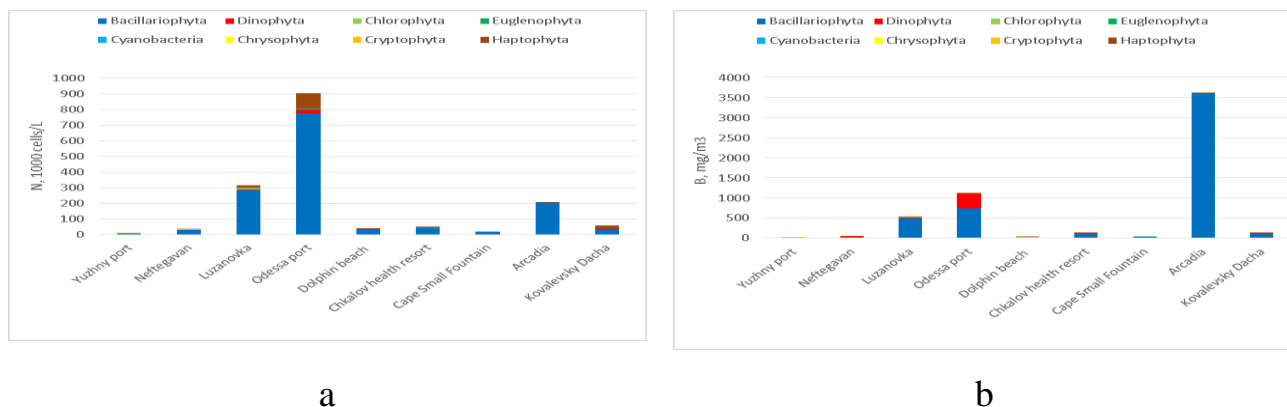


Рисунок 4.5 – Чисельність (а) та біомаса (б) фітопланктону у «гарячих точках» Одеського регіону восени 2016 року

Біомаса фітопланктону варіювала від 12 мг/м<sup>3</sup> до 3 300 мг/м<sup>3</sup>. Найнижчі значення спостерігалися в акваторії порту «Южный», найвищі – у водах порту «Одеса» та біля пляжу «Аркадія», у першому випадку вони асоційовані із розвитком полідомінантного діатомово-дінофітового комплексу видів, який включає *Lingulodinium polyedrum*, *Achnantes brevipes* та *P. pungens*, а у другому

– із розвитком крупних діатомових *Proboscia alata*.

Аналіз видового різноманіття за індексом Шеннона, що представлено на рисунку 4.6, показав, що упродовж дослідження умови для розвитку полідомінантного комплексу видів були найбільш сприятливими у водах пляжів «Дельфін», «Лузанівка» та санаторію ім. Чкалова.

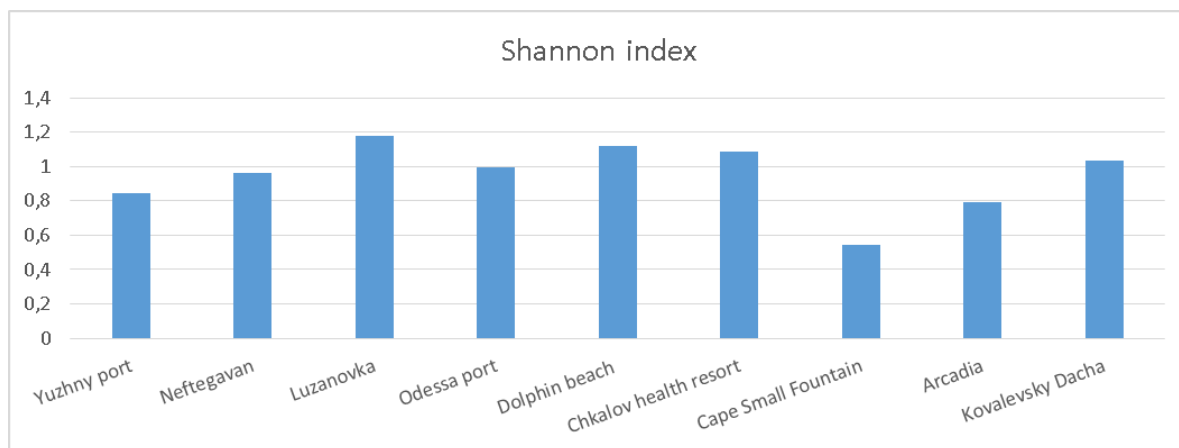


Рисунок 4.6 – Значення індексу видового різноманіття у «гарячих точках» Одеського регіону восени 2016 року

У водах біля пляжу «Аркадія», мису Малий Фонтан та порту «Южный» склад фітопланктонного угруповання був бідним або монодомінантним, що вказує на нестабільні екологічні умови на даних станціях.

#### *Район Дельти Дунаю*

У фітопланктоні Дунайського регіону у листопаді 2016 року було зафіксовано 59 видів, що належали до наступних відділів: Bacillariophyta (27 видів), Dinophyta (8), Chlorophyta (14), Cyanobacteria (4), Euglenophyta (1), Chrysophyta (1), Cryptophyta (1), Nartophyta (2). Так же, як і у попередні роки, основу видового різноманіття склали діатомові мікрowodорості (46 %) із великою часткою зелених водоростей (24 %). Видове різноманіття показане на рисунку 4.7.

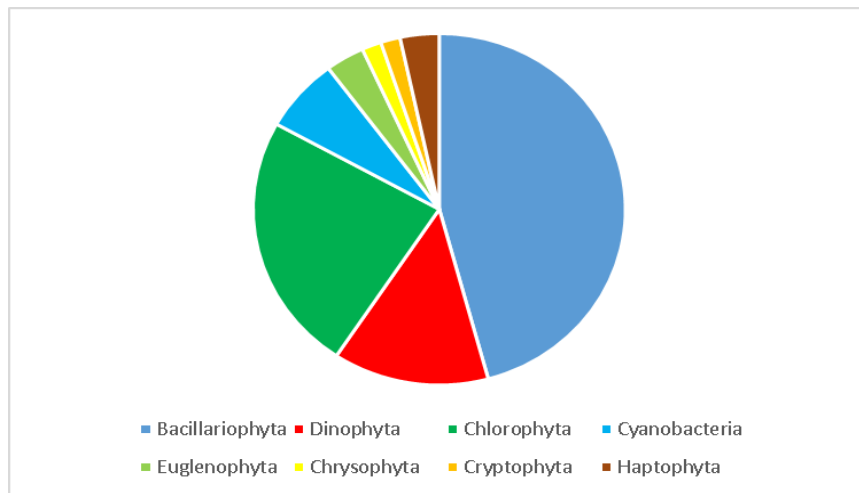


Рисунок 4.7 – Видове різноманіття фітопланктону Дунайського регіону у листопаді 2016 року

У зоні днопоглиблювальних робіт (станції 7, 7-1, 7-2, 8) спостерігався значний вплив прісної води Дунаю, що відобразалося як на видовому складі, так і на частці прісноводних видів у кількісних показниках (чисельність та біомаса). Загальна частка представників Chlorophyta і Euglenophyta у видовому різноманітті становила 31 %, у загальній чисельності – 80 %, у біомасі до 45 %. Внесок прісноводних видів до кількісних та якісних показників спадав при віддаленні від берега і був найменшим на станції 8, де домінували представники Bacillariophyta. Середні значення чисельності та біомаси на цих станція були нижчі, ніж у зоні скиду та на фонових станціях, що відображено на рисунках 4.8 та 4.9. Середні показники дорівнювали для чисельності  $0,31 \cdot 10^6$  кл/л у поверхневому шарі води,  $0,072 \cdot 10^6$  кл/л у придонному шарі, для біомаси  $0,047$  г/м<sup>3</sup> та  $0,016$  г/м<sup>3</sup> відповідно. Найменші значення чисельності та біомаси спостерігалися на станції 7-2 та дорівнювали  $0,17 \cdot 10^6$  кл/л та  $0,025$  г/м<sup>3</sup> відповідно.

У зоні дампінгу ґрунту (станції 10, 10-1, 10-2, 10-3) була значна різниця між кількісними показниками фітопланктону у поверхневому та придонному горизонтах. Середня чисельність у поверхневому горизонті становила  $2,92 \cdot 10^6$  кл/л, біомаса становила  $3,58$  г/м<sup>3</sup>, у придонному горизонті показники були  $0,11 \cdot 10^6$  кл/л та  $0,23$  г/м<sup>3</sup>, відповідно. Причиною високої чисельності був масовий розвиток *S. costatum*, який є видом-індикатором високої трофності вод.

Високі значення біомаси були обумовлені розвитком планктонних видів діатомових із великим розміром клітин: *Cerataulina pelagica* та представників родів *Achnanthes* та *Coscinodiscus*.

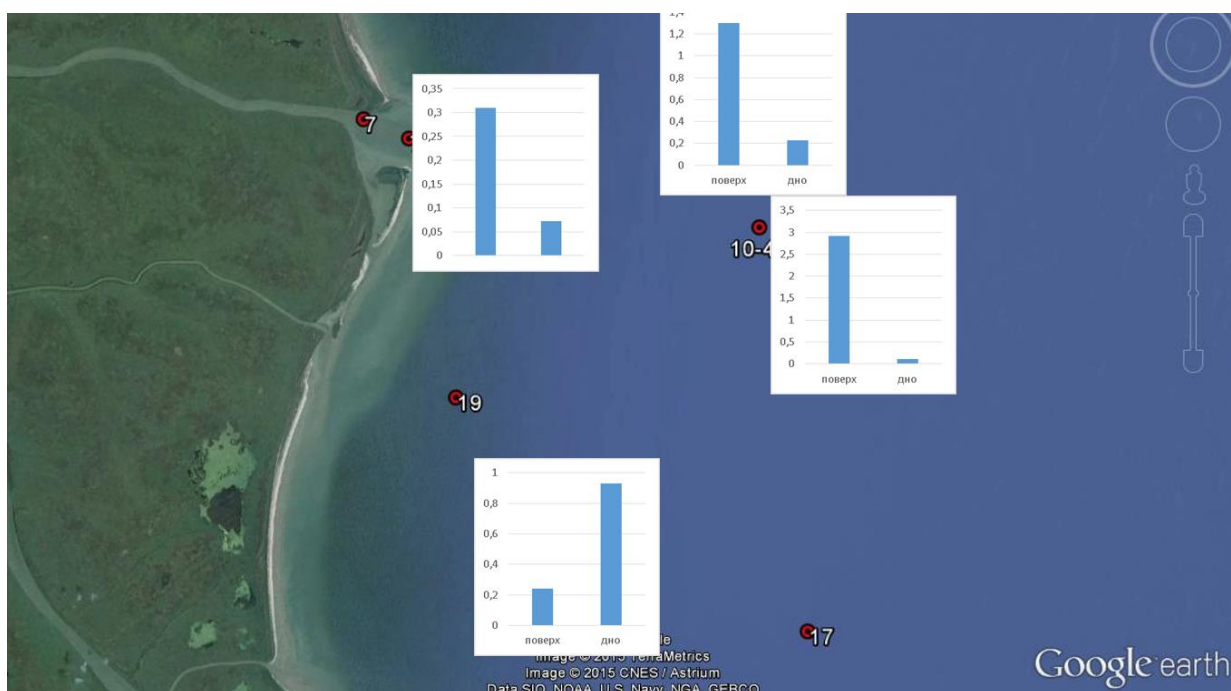


Рисунок 4.8 – Середні значення чисельності фітопланктону (поверхневий та донний горизонти) у зонах днопоглиблення, дампінгу ґрунту та на фонових станціях (17-19 та 6) у листопаді 2016 року

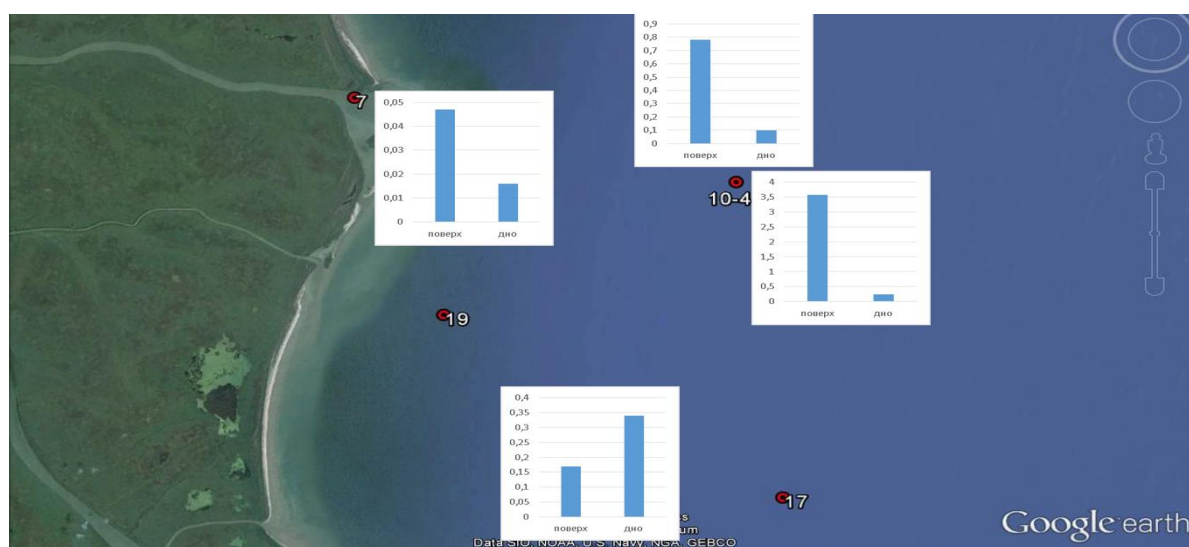


Рисунок 4.9 – Середні значення біомаси фітопланктону (поверхневий та донний горизонти) у зонах днопоглиблення, дампінгу ґрунту та на фонових станціях (17-19 та 6) у листопаді 2016 року



На фонових станціях (ст. 6, 17, 18, 19) спостерігався одночасний розвиток представників морського, прісноводного та солонуватоводного фітопланктону. Середня чисельність фітопланктону становила  $0,5 \cdot 10^6$  кл/л у приповерхневому шарі та  $0,75 \cdot 10^6$  кл/л у придонному шарі, середнє значення біомаси становило  $0,28 \text{ г/м}^3$  як у приповерхневому, так і у придонному шарах. На станціях, розташованих на південь від судноплавного шляху Дунай-Чорне море (ст. 17 – 19), значення кількісних показників у придонному шарі були вищі, ніж у поверхневому шарі. На противагу, на станції, розташованій північніше (ст. 6), кількісні показники фітопланктону були вищі у поверхневому шарі. Кількісні показники фітопланктону спадають із віддаленням від берегової лінії, найбільші значення чисельності та біомаси спостерігалися на станції 19 і у середньому дорівнювали  $0,67 \cdot 10^6$  кл/л та  $0,34 \text{ г/м}^3$  відповідно.

Таким чином, найнижчі значення кількісних показників фітопланктону спостерігалися у зоні днопоглиблення. Достатньо високі значення фіксувалися на фонових станціях. У зоні дампінгу ґрунту була значна різниця у кількісних показниках для поверхневого і придонного шарів води.

### *ПЗЧМ*

Дослідження фітопланктону у відкритих районах ПЗЧМ у травні 2016 року показали наявність у даній акваторії 224 видів, які належали до 8 типів, що відображено на рисунку 4.10. Представникам діатомових (93 види) та дінофітових (68 видів) належав значний внесок у видове різноманіття, у той час як частки зелених водоростей (22 види), ціанобактерій (19 видів) та гаптофітових (11 видів) були дещо меншими. Незначним внеском у видовий склад характеризувалися евгленові (4 види), золотисті (3 види) та криптофітові водорості (4 види).

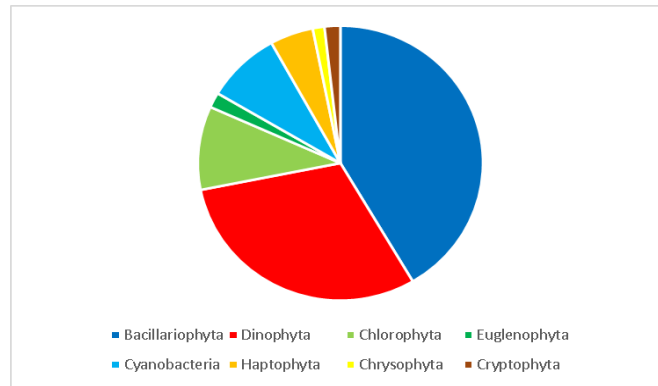
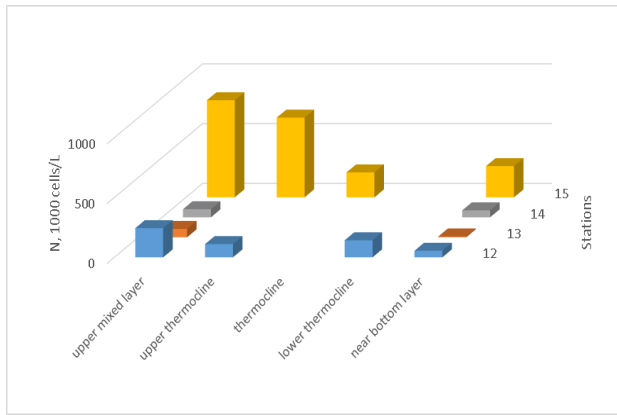


Рисунок 4.10 – Видове різноманіття фітопланктону у відкритих водах ПЗЧМ

Просторовий розподіл чисельності та біомаси показав, що найбільші значення обох показників відзначаються у районі Дністра, а найменші – у Дніпро-Бузькому районі. У вертикальному розподілі, як правило, кількісні показники були найвищими у поверхневому шарі, що зазнавав перемішування, та на верхній межі термокліну, та зменшувалися зі збільшенням глибини, що представлено на рисунку 4.11. Основний внесок у кількісні показники належав діатомовим мікроводоростям, серед яких було виявлено, що *P. delicatissima* досягає рівня «цвітіння» води на деяких станціях.

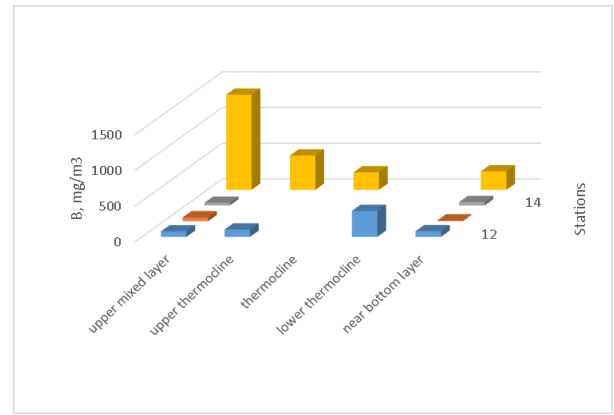
У Дніпро-Бузькому районі середня чисельність склала  $225 \cdot 10^3$  кл/л, середня біомаса –  $257 \text{ мг/м}^3$ . Найвищі значення обох показників були зареєстровані на станції 15, розташованій на вході до Одеської затоки, через масовий розвиток діатомових *P.delicatissima*, який, однак, не сягав рівня «цвітіння». Кількісні показники досягали максимальних значень у поверхневому шарі перемішування та поступово зменшувалися з глибиною, за виключенням невеликого збільшення біомаси на нижній межі термокліну на станції 12, що було пов'язано із розвитком великої динофітової мікроводорості *Levanderina fissa*.



а)

а) чисельність;

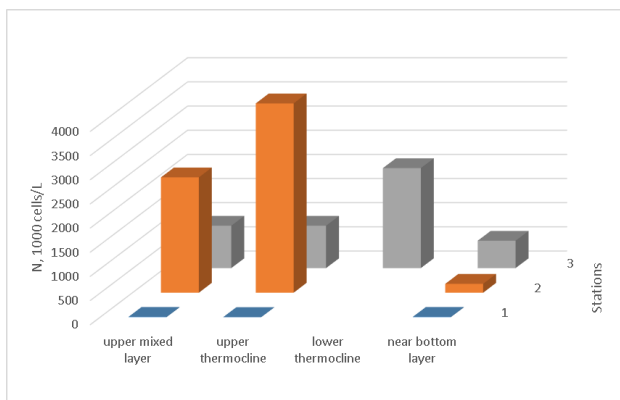
б) біомаса.



б)

Рисунок 4.11 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників фітопланктону у Дніпро-Бузькому районі ПЗЧМ, травень 2016 року

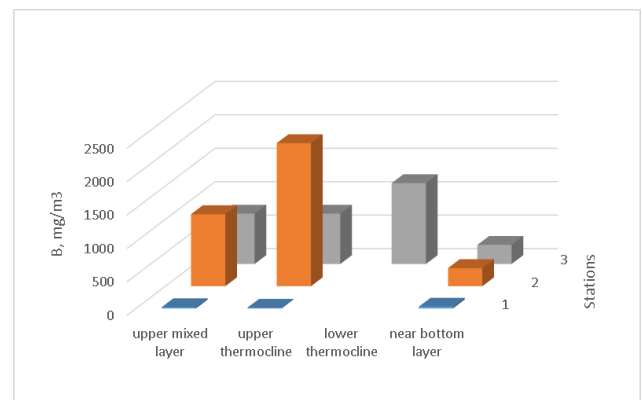
У районі Дністра середня чисельність фітопланктону була  $1,03 \cdot 10^6$  кл/л, середня біомаса становила  $580 \text{ мг/м}^3$ . Максимуми кількісних показників збігалися за глибиною та були зареєстровані на верхній (ст. 2) та нижній (ст. 3) межах термокліну, що відображено на рисунку 4.12.



а)

а) – чисельність;

б) біомаса.

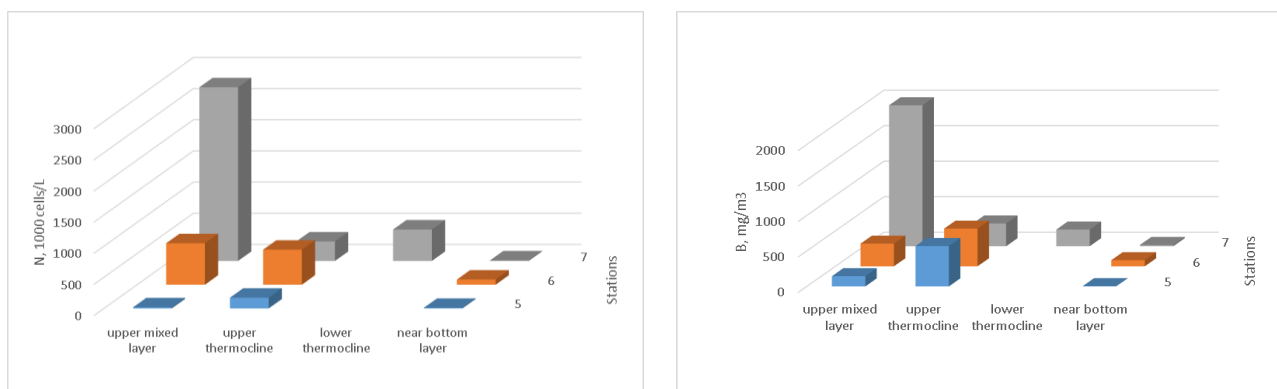


б)

Рисунок 4.12 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників фітопланктону у районі Дністра у ПЗЧМ (травень 2016 рік)

Такі високі значення були обумовлені «цвітінням» діатомової водорості *P. delicatissima*. Найінтенсивніше «цвітіння» спостерігалось у поверхневому шарі перемішування на станції 2 ( $3,4 \cdot 10^6$  кл/л із біомасою  $1,8 \text{ г/м}^3$ ), розташованої на траверсі естуарію Дністра, і було, імовірно, спричинене надходженням біогенних елементів із річковим стоком та розтіканням прісної води у поверхневому шарі, що є типовим для зон впадіння крупних річок, у тому числі Дунаю. У ході того, як річкові води рухаються уздовж берега та переміщуються з морськими водами, водорості, що спричинюють «цвітіння», переміщуються до нижчих шарів, і на станції 3 «цвітіння» спостерігалось на нижній межі термокліну, де чисельність *P. delicatissima* досягала  $1,98 \cdot 10^6$  кл/л із біомасою  $0,78 \text{ г/м}^3$ . Мікроводорість *P. delicatissima*, окрім автотрофного, здатна також до гетеротрофного живлення, внаслідок чого максимум біомаси фітопланктону, сформованої цим видом, не співпадає із максимумом хлорофілу, зареєстрованим у поверхневих шарах у Дунайському регіоні. Слід зазначити, що *P. delicatissima* є потенційно токсичним видом, але, незважаючи на його періодичні спалахи «цвітіння» у районі досліджень, захворювання людей чи тварин, пов'язані з ним, не спостерігалися.

У районі Дунаю також спостерігалися високі значення чисельності та біомаси фітопланктону, із середніми величинами  $512 \cdot 10^3$  кл/л та  $421 \text{ мг/м}^3$  відповідно. У цьому регіоні відзначався різкий спад кількісних показників фітопланктону у глибоководних шарах, що може бути наслідком наявності великої кількості завислих речовин, що істотно зменшує прозорість води та ускладнює розвиток видів-автотрофів. Кількісні показники відображено на рисунку 4.13.



а)

а) – чисельність;

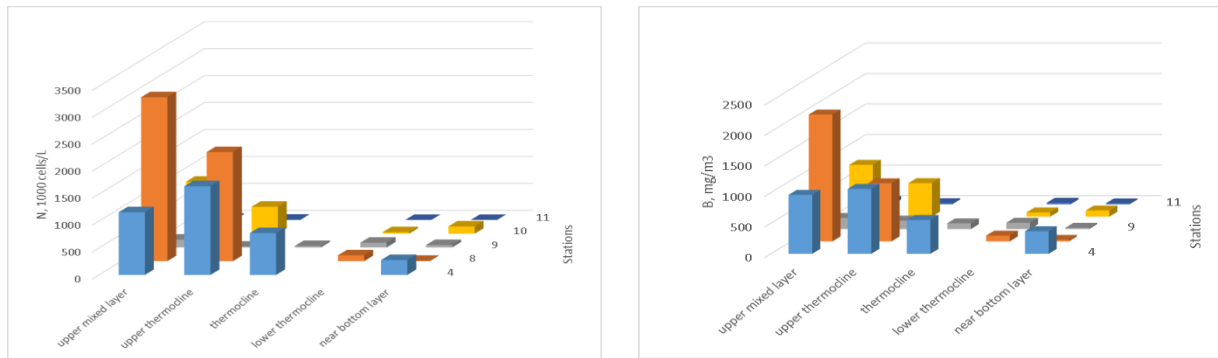
б)

б) – біомаса.

Рисунок 4.13 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників фітопланктону у районі Дунаю (травень, 2016 рік)

Дане явище було особливо помітним на станції 7 на траверсі головного гирла Дунаю, де чисельність у поверхневому і придонному шарах відрізнялася у 320 разів, а біомаса – у 111 разів. Високі значення чисельності та біомаси асоціювалися із розвитком діатомеї *P.delicatissima*, яка досягла рівня «цвітіння» у поверхневому шарі (чисельність  $2,16 \cdot 10^6$  кл/л, біомаса  $0,85$  г/м<sup>3</sup>).

У зоні змішаних вод середня чисельність фітопланктону становила  $525 \cdot 10^3$  кл/л, середня біомаса була  $397$  мг/м<sup>3</sup>. Найвищі значення спостерігалися на станції 4, яка була розташована у зоні впливу вод Дністра, та на станції 8, яка, можливо, зазнала впливу вод Дунаю під час весняної повені. Кількісні показники відображено на рисунку 4.14.



а)

а) – чисельність;

б)

б) – біомаса.

Рисунок 4.14 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників у зоні змішаних вод ПЗЧМ у (травень, 2016 рік)

Останнє частково підтверджується різким спадом кількісних показників у придонному шарі на станції 8, як описано вище для району Дунаю. На станції 4 максимуми чисельності та біомаси припадали на верхню межу термокліну, що збігається із вертикальним розподілом у районі Дністра. У цих зонах високі значення чисельності та біомаси були обумовлені розвитком діатомової водорості *P. delicatissima*, яка сягала рівня «цвітіння» у поверхневому шарі на станції № 8 ( $2,32 \cdot 10^6$  кл/л із біомасою  $0,91$  г/м<sup>3</sup>) та на верхній межі термокліну на станції № 4 ( $1,49 \cdot 10^6$  кл/л із біомасою  $0,80$  г/м<sup>3</sup>). Високі значення чисельності та біомаси також спостерігалися на станції № 10. На станціях № 9 та № 11, найбільш віддалених від берега, чисельність не перевищувала  $150 \cdot 10^3$  кл/л, а біомаса становила менш, як  $180$  мг/м<sup>3</sup>.

Отже, у прибережних зонах кількісні показники фітопланктону були майже в усіх випадках вищі за відповідні значення для відкритих шельфових вод. Високі значення кількісних показників в українських шельфових водах були обумовлені стоком ряду великих річок, особливо Дунаю та Дністра. Кількісні показники фітопланктону спадали зі збільшенням відстані від берегової лінії та зростали у зонах впливу річкового стоку. Даний ефект найсильніше відзначався у поверхневих шарах перемішування та на верхній

межі термокліну, та пом'якшувався зі збільшенням глибини. У районі Дунаю зі значним надходженням річкової води спостерігалися відмінності у величині кількісних показників на різних горизонтах у більше, ніж 100 разів, що може пояснюватися наявністю великої кількості завислих речовин, які суттєво зменшують прозорість та уповільнюють розвиток автотрофних мікроводоростей. Серед станцій у ПЗЧМ існує три категорії, які належать до “гарячих точок” та потребують постійного моніторингу: зони впливу річкового стоку (рік Дунай, Дністер, меншою мірою – Дніпровсько-Бузький район), зони портів та їхнього впливу (у першу чергу, Одеська затока) та природно-заповідні території («Філофорне поле Зернова»).

#### 4.2 Мінливість хлорофілу-а у Чорному морі

Вміст хлорофілу-а є гарним показником продуктивності вод, ступеню їх трофності і пов'язаний з первинною продукцією фітопланктону. Згідно рамочної Директиви морської стратегії Європейського союзу 2008/56/ЄС концентрація хлорофілу-а в товщі води відноситься до набору показників при оцінці стану евтрофікації і є прямим показником ефектів збагачення вод питомими речовинами.

До аналізу мінливості вмісту хлорофілу-а були залучені дані спостережень супутника MODIS які представлені на сайті NASA <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/l3>. Оцінка мінливості вмісту хлорофілу-а в поверхневих водах на шельфі України і зокрема на ПЗШ виконувалась по районам відповідно їх визначенню в [1].

В середньому в 2016 році максимальний вміст хлорофілу-а відмічався на акваторії Азовського моря. На ПЗШ підвищені середні річні значення вмісту хлорофілу-а спостерігались в Дніпро-Бузькому, Дністровському і в Дунайському районах. З віддаленням від гирлових районів річок і прилеглих до

них лиманів вміст хлорофілу-а значно зменшується до 1,7 мкг/дм<sup>3</sup> в зоні змішування і менш в центральному районі і Каламітській затоці 0,8 мкг/дм<sup>3</sup>. Відносно підвищений вміст хлорофілу-а в 2016 році відмічався і в Каркінітській затоці з середнім значенням по району 3,3 мкг/дм<sup>3</sup>.

В весняний період, з підвищенням стоку Дунаю, відмічається підвищення концентрації хлорофілу-а на дунайському узмор'ї і поширення в цьому районі зони з концентрацією хлорофілу-а понад 5,0 мкг/дм<sup>3</sup>. Влітку підвищений вміст хлорофілу-а на ПЗШ охоплював всю прибережну смугу моря від північної частини Тендровської коси вздовж північного і західного прибережжя до Дунаю. В Азовському морі влітку концентрації хлорофілу-а понад 5,0 мкг/дм<sup>3</sup> спостерігались на поверхні практично на акваторії усього моря. Середня місячна концентрація хлорофілу-а на поверхні моря, за даними супутникових спостережень в серпні у Таганрогській затоці доходила до 40 мкг/дм<sup>3</sup>, а в цілому по морю досягала 18,2 мкг/дм<sup>3</sup>, наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Статистичні характеристики мінливості середньомісячних значень концентрації хлорофілу а (мкг/л) за районами Чорного та Азовського морів у 2016 році

Район	Середнє	Максимум	Мінімум	Стандартне відхилення
Дніпро-Буг	4,35	6,70	2,21	1,36
Дністер	4,06	7,92	1,81	1,85
Дунай	5,00	13,00	1,59	3,09
Зона змішування	1,66	2,68	0,98	0,58
Каркінітська затока	3,28	5,27	1,75	1,19
Центральна частина	0,81	1,06	0,49	0,19
Каламітська затока	0,78	1,13	0,50	0,22
Західна частина південного Криму	0,72	0,99	0,51	0,17
Східна частина південного Криму	0,87	1,13	0,58	0,21
Західна частина відкритого моря	0,69	0,96	0,46	0,16
Східна частина відкритого моря	0,69	0,91	0,47	0,17
Азовське море	9,86	18,16	3,92	4,45



В районах віддалених від впливу річкового стоку максимуми середньої місячної концентрації хлорофілу-а в Чорному морі припадали на листопад, грудень. На дунайському узмор'ї і в зоні змішування максимуми вмісту хлорофілу-а приходились на весняний період – травень, в Дністровському районі – на червень, а в Дніпро-Бузькому районі, Каркінитській затоці і в Азовському морі – на серпень, наведено на рисунку 4.15.

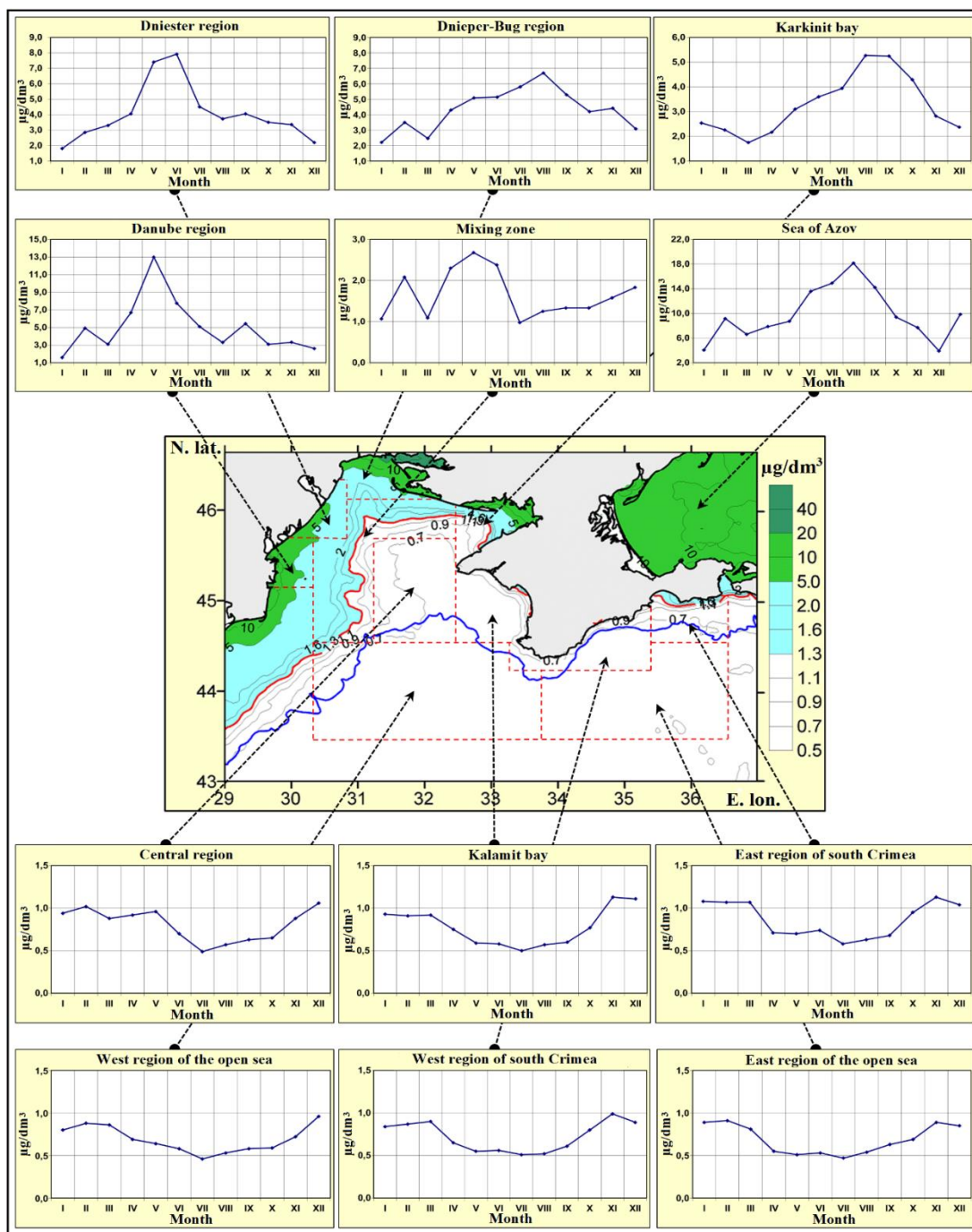


Рисунок 4.15 – Просторовий розподіл середнього вмісту хлорофілу-а в 2016 році і річний хід його вмісту в Азовському морі і по районах в Чорному морі

За багаторічними даними (2003 – 2016) рр. середні значення концентрації хлорофілу-а по районах шельфу України в Чорному і Азовському морях складають:

- в Дніпро-Бузькому 7,7 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в Дунайському 5,9 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в Дністровському 5,7 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в Каркінітській затоці 3,9 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в зоні змішування 1,9 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в центральному районі 0,84 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в Каламітській затоці 0,81 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в відкритих районах моря і на шельфі Південного Криму від 0,63 мкг/дм<sup>3</sup> до 0,85 мкг/дм<sup>3</sup>;
- в Азовському морі 13,3 мкг/дм<sup>3</sup>.

Тобто в багаторічному плані, за даними вмісту хлорофілу-а, найбільш евтрофікованими є води Азовського моря і Дніпровського лиману.

Відповідно до даних довготривалих спостережень (2003 – 2016) рр., в усіх районах ПЗЧМ та Азовського моря відзначалася слабка тенденція до зниження середньорічних значень вмісту хлорофілу а.

Виконані статистичні оцінки вказують, що визначені тренди відповідають їх значимості на рівні 95 % в трьох районах на ПЗШ Чорного моря – в Каркінітській затоці, в центральному районі і в зоні змішування. Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції в усіх районах північно – західної затоки і в Азовському морі можливо констатувати присутність загальної тенденції до зниження вмісту хлорофілу-а і відповідно рівня трофності морських шельфових вод України, наведено на рисунку 4.16.

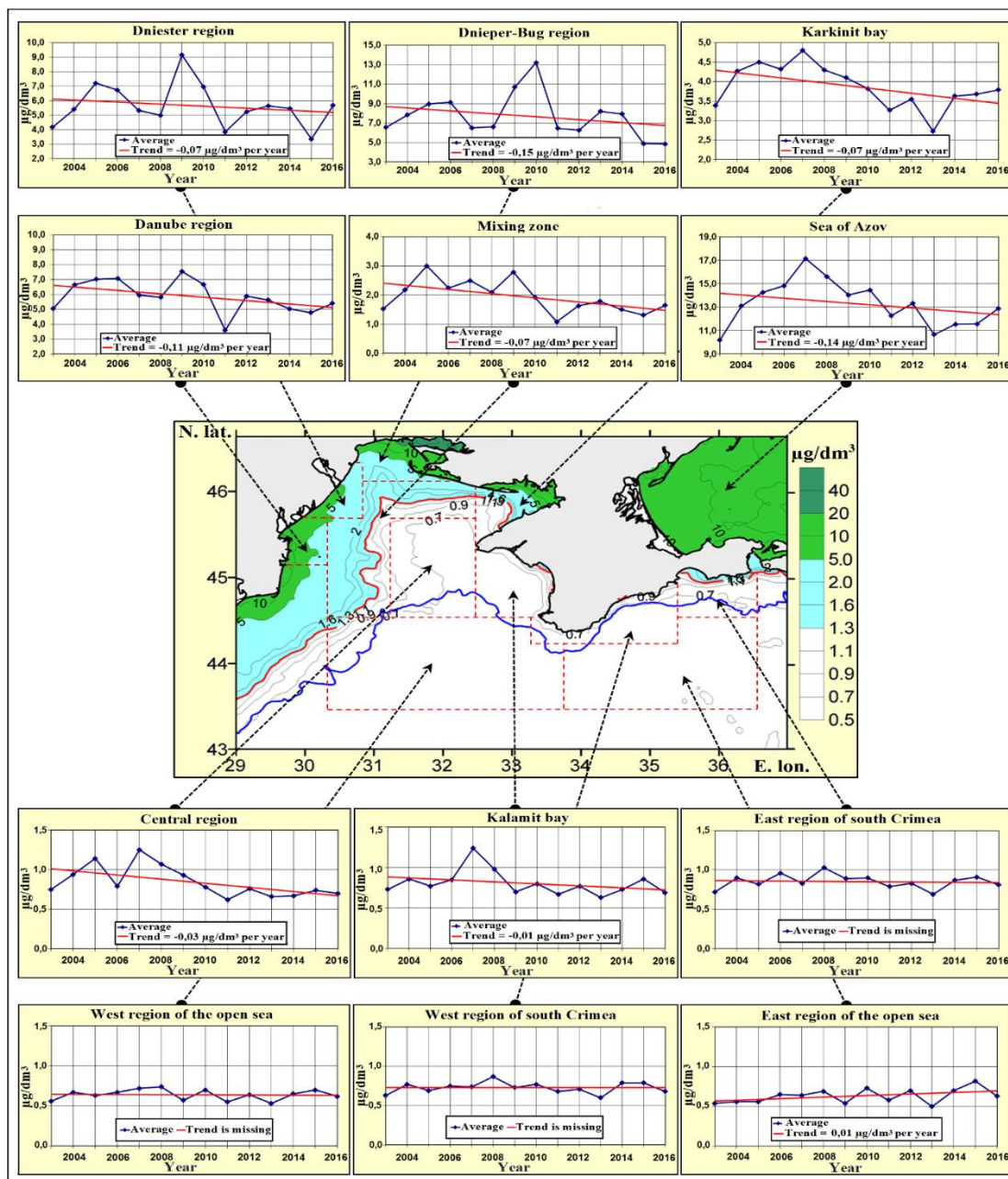
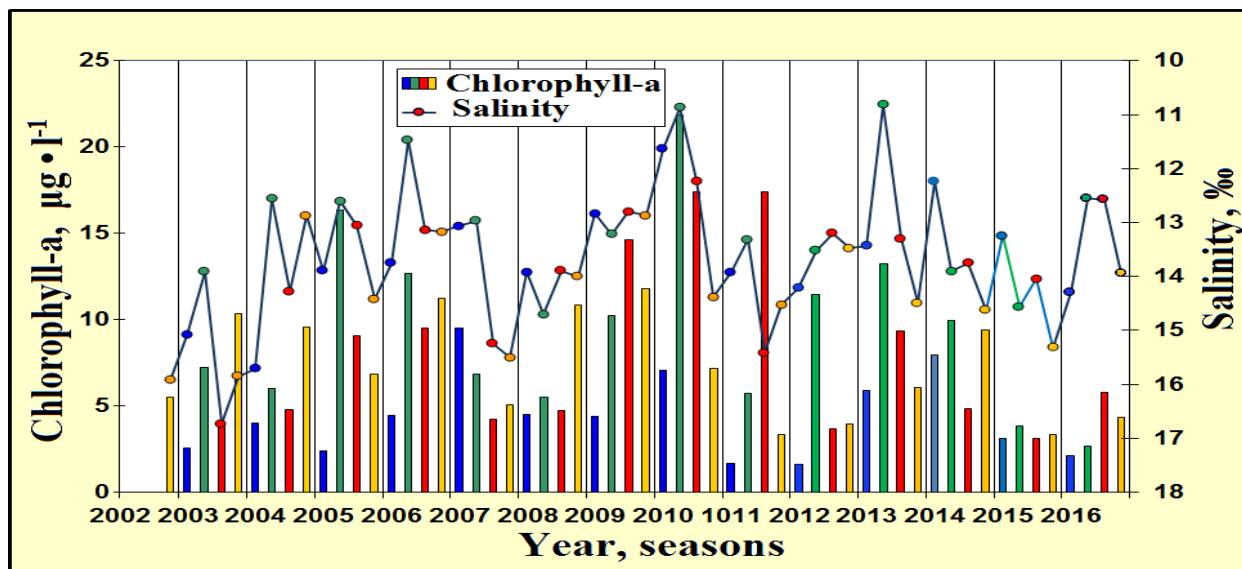


Рисунок 4.16 – Просторовий розподіл середніх значень вмісту хлорофілу-а у 2016 р. та багаторічна мінливість середньорічних значень в Азовському морі та у районах Чорного моря

Найбільш виражена тенденція до зниження вмісту хлорофілу а із кутовим коефіцієнтом 0,15 мкг/л на рік спостерігалася у Дніпровсько-Бузькому районі.

В Одеському регіоні, концентрація хлорофілу-а та солоність у прибережних водах мають обернене співвідношення. Зі зниженням солоності води спостерігається зростання вмісту хлорофілу а, та навпаки, що зображено на рисунку 4.17.

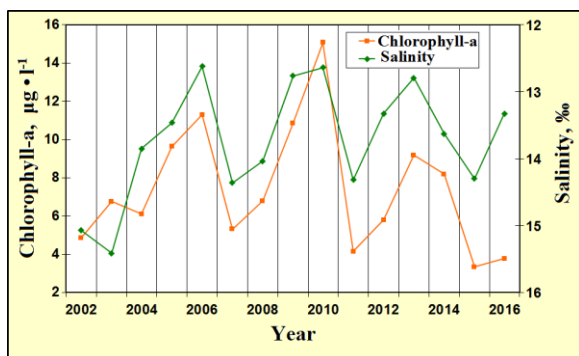


Рисунк 4.17 – Багаторічний хід середньо сезонних концентрацій хлорофілу-а та солоності у прибережних водах в Одеському регіоні

Коефіцієнт кореляції хлорофілу-а і солоності вод в прибережній зоні Одеського регіону, при сезонному масштабі усереднення складає 0,46, при 99 % рівні значимості – 0,31, при річному масштабі усереднення складає – 0,67, при 99 % рівні значимості 0,56, що визначалось раніше в [2].

Мінливість солоності вод Одеського регіону в значній мірі обумовлюється стоком Дніпра, з яким поступає велика кількість біогенних речовин, тому середні річні концентрації хлорофілу-а в цьому регіоні в значній мірі корелюють як з солоністю вод, так і зі стоком Дніпра при значенні коефіцієнту кореляції 0,68.

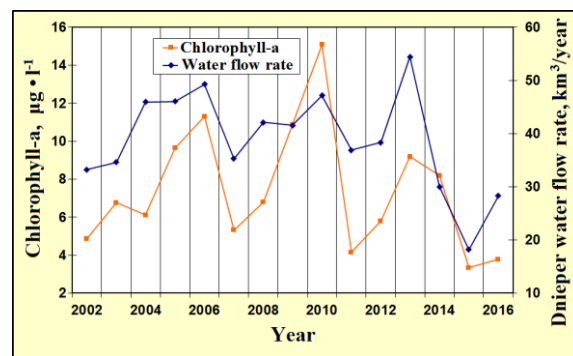
З підвищенням солоності води вміст хлорофілу-а зменшується, а з підвищенням стоку Дніпра підвищується і середня річна концентрація хлорофілу-а, що відображено на рисунку 4.18.



а)

а) хлорофіл а і солоність;

б) хлорофіл а і стік Дніпра.



б)

Рисунок 4.18 – Багаторічна динаміка середньо сезонного вмісту хлорофілу-а, солоності у прибережних водах Одеського регіону та річного стоку Дніпра

### 4.3 Зоопланктон

#### *Район Одеси*

У складі зоопланктону в Одеському регіоні були зареєстровані організми 28 таксонів, які є представниками прісноводного, солоноватоводного та морського комплексів. Видовий склад значно збільшується за рахунок бентосних тварин – личинок поліхет, молюсків, циріпедій, а також тимчасово присутніх в планктоні бентопелагічних видів – представників гарпактицид, мізид, амфіпод, представлено на рисунку 4.19.

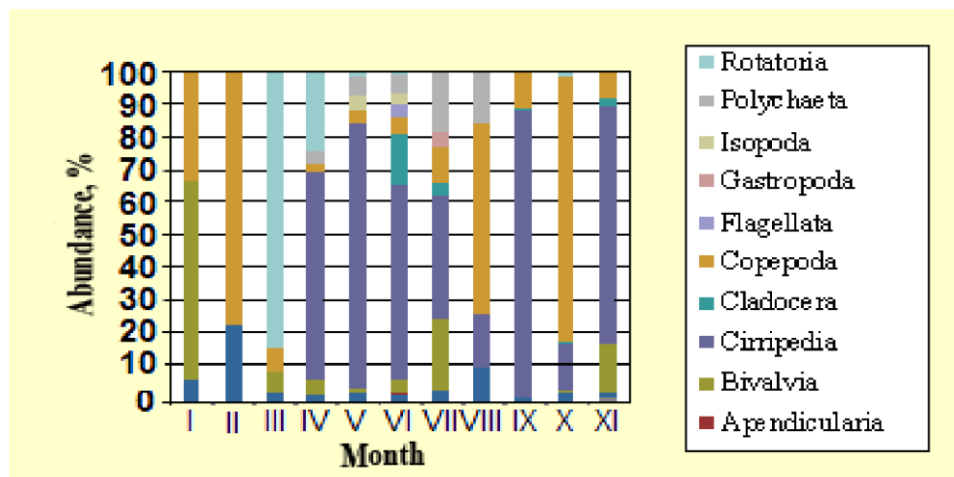


Рисунок 4.19 – Внесок різних таксонів у формування зоопланктонного угруповання у районі Одеси у 2016 році

В середньому в Одеському регіоні в сезонному ході біомаси зоопланктону у 2016 році відмічалися два максимуми влітку та восени, що представлено на рисунку 4.20. Перший максимум біомаси припав на кінець червня ( $107,97 \text{ мг/м}^3$ ), і був обумовлений розвитком наупліальних стадій ракоподібних *Balanus* (Cirripedia). Восени пік біомаси зоопланктону також був сформований розвитком *Balanus* ( $59,72 \text{ мг/м}^3$ ).

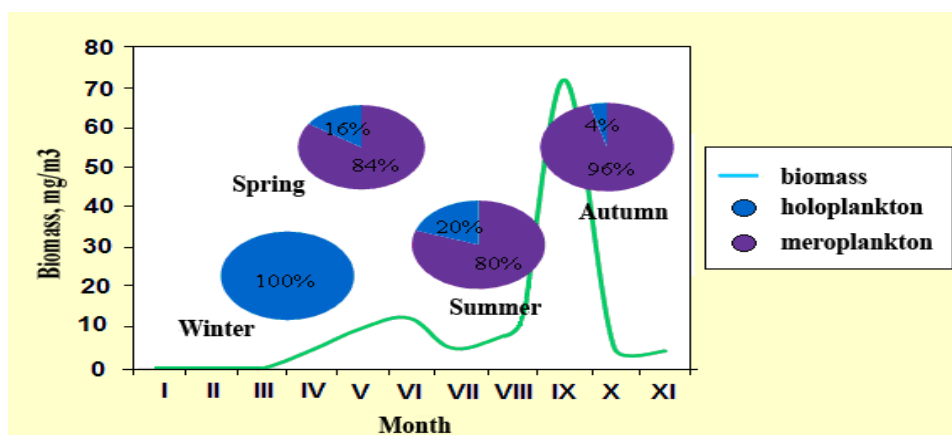


Рисунок 4.20 – Середня біомаса ( $\text{мг/м}^3$ ) зоопланктону в Одеському регіоні у 2016 році

Нетрофічний зоопланктон складався в основному з представників желетілих *Aurelia*, *Mnemiopsis*, *Beroe* та *Noctiluca scintillans*. Трофічний зоопланктон складався з *Copepoda*, *Cladocera*, представників меропланктону та

інших груп зоопланктону. За чисельністю і біомасою переважали представники трофічної групи зоопланктону, що наведено в таблиці 4.3. Домінантними групами у голопланктоні були *Copepoda* і *Cladocera*. Окремо виділено групу меропланктону, де домінували представники *Cirripedia*.

Таблиця 4.3 – Середня чисельність та біомаса кормового зоопланктону в Одеському регіоні у 2016 році

Групи зоопланктону	N, ос./м <sup>3</sup>	Біомаса, мг/м <sup>3</sup>
<i>Copepoda</i>	436	3,86
<i>Cladocera</i>	28	0,10
<i>Meroplankton</i>	482	35,60
Інші	25	0,02

Міжрічні відмінності в кількісних і якісних показниках зоопланктону в значній мірі були пов'язані з особливостями гідрології району, змінами природних і антропогенних факторів, зокрема, з розподілом надходження забруднених вод. Влітку підвищувалася чисельність *Cladocera* (*Pleopsis polyphaetoides*, *Penilia avirostris*). Доля участі у відсотковому відношенні різних таксонів у формування чисельності зоопланктону неоднакова, найбільший вклад відмічено у *Cirripedia*, *Cladocera*, *Copepoda*.

Спостерігається тенденція до покращення стану зоопланктонного угруповання протягом останніх років, що підтверджується змінами у структурі зоопланктону: зменшення внеску нетрофічного зоопланктону (*N. scintillans*) та одночасне збільшення чисельності та біомаси трофічного компоненту, переходу від монодомінантної структури до полідомінантної.

#### *Район дельти Дунаю*

До складу зоопланктону району досліджень в листопаді 2016 р. входили організми 21 таксону: Protista – 1, Rotatoria – 2, Polychaeta – 1, Mollusca – 2 (Bivalvia – 1, Gastropoda – 1), Crustacea – 12 (Cladocera – 1, Copepoda – 9, Cirripedia – 1, Isopoda – 1, Decapoda – 1), Chaetognatha – 1, Chordata – 1 таксон. Отже, головну роль у формуванні якісного складу зоопланктону відігравали ракоподібні. Серед зареєстрованих організмів переважають типові мешканці ПЗЧМ та пригирлових ділянок моря. 20 таксонів належать до кормового для

риб зоопланктону, не кормовий компонент був представлений лише *Noctiluca scintillans*.

Середня чисельність та біомаса зоопланктону була найбільшою на фонових станціях ( $6\,827,96 \pm 6\,645,15$ ) екз/м<sup>3</sup> та ( $57,09 \pm 34,07$ ) мг/м<sup>3</sup>. Максимальні значення чисельності та біомаси зоопланктону були відмічені на станції 19 ( $16\,608,25$  екз/м<sup>3</sup> та  $105,94$  мг/м<sup>3</sup>). Середні значення чисельності та біомаси зоопланктону на фонових станціях були приблизно в 2 рази більшими ніж в районах днопоглиблення та дампінгу, кількісні показники представлено у таблиці 4.4).

Найменша середня чисельність ( $1\,207,01 \pm 1\,732,37$ ) екз/м<sup>3</sup> та біомаса ( $29,21 \pm 15,96$ ) мг/м<sup>3</sup> зоопланктону відмічені в районі днопоглиблення. На станції 8 зоопланктон за якісним складом та кількісними показниками дуже значно відрізнявся від інших станцій району днопоглиблення та був подібним до зоопланктону фонових станцій. Завдяки цьому факту значення помилки середнього для чисельності зоопланктону в цьому районі є досить високим. В листопаді 2016 року найнижчі значення чисельності та біомаси зоопланктону в районі досліджень відмічені на станції 7-2 ( $311,97$  екз/м<sup>3</sup> та  $17,42$  мг/м<sup>3</sup>).

Таблиця 4.4 – Чисельність (N, ос./м<sup>3</sup>) та біомаса (B, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктону у морській частині глибоководного навігаційного шляху Дунай – Чорне море у листопаді 2016 року

Зона дослідження	№ станції	Загальний зоопланктон		Кормовий зоопланктон	
		N	B	N	B
Фонові станції	6	3 184,95	33,04	3 184,95	33,04
	17	2 223,86	34,44	2 223,86	34,44
	18	5 294,77	54,92	5 294,77	54,92
	19	16 608,25	105,94	16 608,25	105,94
<b>Середнє</b>		<b>6 827,96 ± 6 645,15</b>	<b>57,09 ± 34,07</b>	<b>6 827,96 ± 6645,15</b>	<b>57,09 ± 34,07</b>
Виймка ґрунту	7	390,75	23,28	390,75	23,28
	7-1	320,29	23,35	320,29	23,35
	7-2	311,97	17,42	311,97	17,42
	8	3 805,02	52,78	3 805,02	52,78
<b>Середнє</b>		<b>1 207,01 ± 1 732,37</b>	<b>29,21 ± 15,96</b>	<b>1 207,01 ± 1732,37</b>	<b>29,21 ± 15,96</b>
Скид ґрунту	10	1 862,85	30,37	1 844,89	28,42
	10-2	1 669,48	14,83	1 663,85	14,22
	10-3	6 064,43	84,59	6 059,36	84,04
	10-4	3 675,16	31,06	3 642,14	27,47
<b>Середнє</b>		<b>3 317,98 ± 2 041,69</b>	<b>40,21 ± 30,52</b>	<b>3 302,56 ± 2 043,32</b>	<b>38,54 ± 31,02</b>



На фонових станціях та в районі днопоглиблення, кормовий для риб зоопланктон складав 100 % чисельності та біомаси загального зоопланктону. На частку не кормового компоненту зоопланктону (ночесвітки), яка була відмічена лише в районі дампінгу, приходилось 0,46 % чисельності та 4,16 % біомаси зоопланктону.

Найбільші значення чисельності та біомаси кормового зоопланктону зареєстровані на фонових станціях, найменші – в районі днопоглиблення. Таким чином, в листопаді 2016 року в районі досліджень стан кормової бази риб -планктонофагів був добрим.

#### 4.4 Зообентос

##### *Одеський регіон*

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють молюски, ракоподібні і хробаки. В якісних пробах макрозообентосу в Одеському регіоні (глибини до 3 метрів) зареєстровано 30 таксонів: Vermes – 9, Mollusca – 7, Crustacea – 11, Varia – 3 таксонів.

Дольовий вклад різних груп у формуванні якісного складу макрозообентосу у прибережних морських водах Одеського регіону у 2016 році наведено на рисунку 4.21.

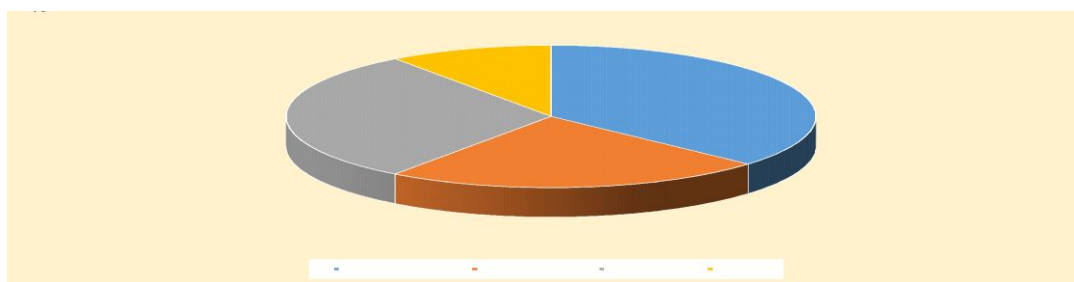


Рисунок 4.21 – Внесок різних груп у формування якісного складу макрозообентосу у прибережних морських водах у районі Одеси у 2016 році

Серед зареєстрованих організмів макробоентосу є види, які занесені до Червоної книги України та Чорного моря: *Pilumnus hirtellus*, *Xantho poressa* (Olivi, 1792), *Pachigrapsus marmoratus* (Fabricius, 1787), *Carcinus aestuarii* (Nardo, 1847).

Просторовий розподіл макробоентосу неоднорідний і залежить у першу чергу від характеру ґрунту та глибини. В основному характер донного ґрунту в місцях відбору проб складався із переважної частки піску з дрібною мушлею і додаткових значно менших часток мулу та каміння на глибинах від 0,7 м до 3 м. Винятком була лише станція порт Одеса з виключно мулистим дном та глибиною 10 м. На твердих субстратах, які присутні на усіх станціях відбору (причали, пірси та великі каміння) формуються угруповання обростань, де домінують двостулкові молюски (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 та *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791), і відповідно вони впливають на склад макробоентосу донних біоценозів із достатньо значною площею впливу з зустрічальністю у пробах до 88 %. Також, постійними компонентами макробоентосу (до 100 % зустрічальність) у всьому дослідженому регіоні є хробаки *Spio filicornis* (O.F.Muller, 1776), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847) та *Oligochaeta* sp. Ракоподібні склали найбільше таксономічне різноманіття – 41 % (11 таксонів), але максимальне розповсюдження за обстеженими станціями Одеського регіону склало лише 38 % у *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854).

Кількість зареєстрованих таксонів макробоентосу та відсоткові частки їх основних груп по станціям дослідження відображено на рисунку 4.22.

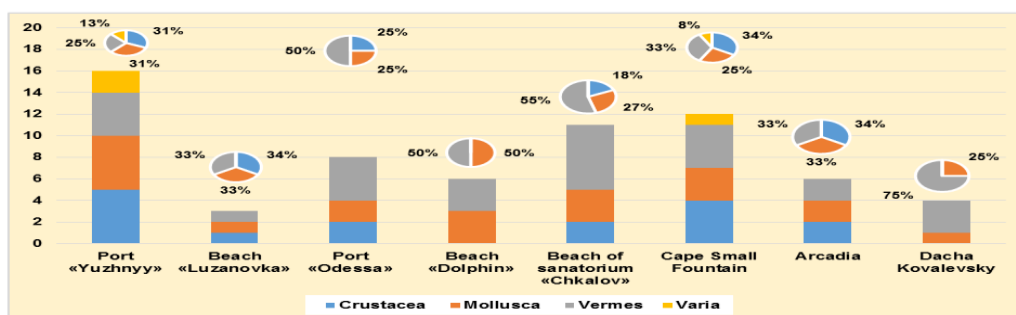
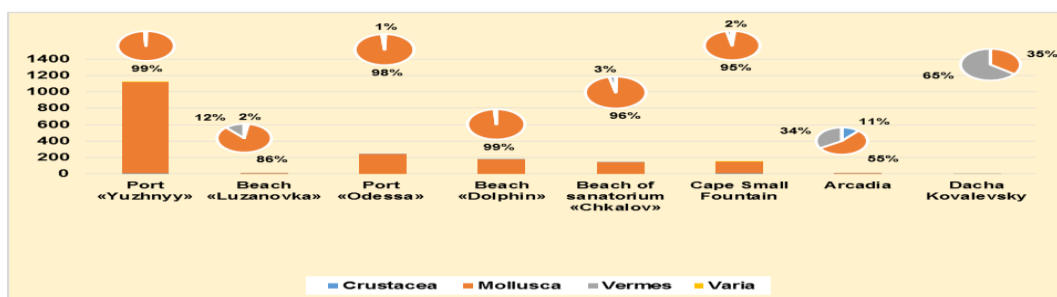


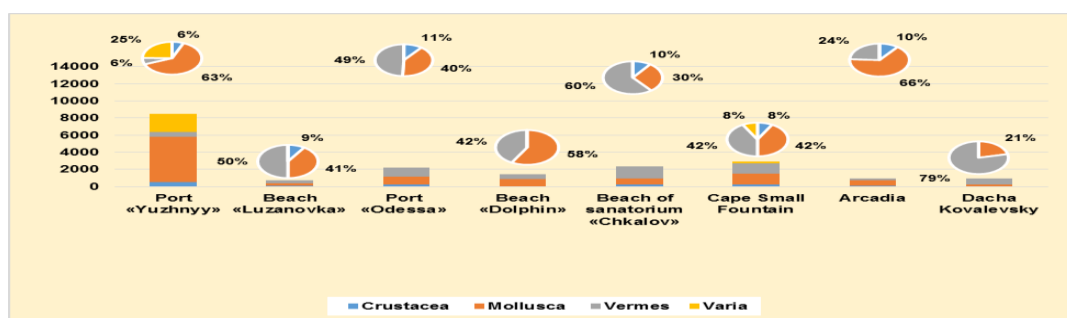
Рисунок 4.22 – Кількість та відсоткові частки зареєстрованих таксонів макробоентосу по різних районах Одеського регіону у 2016 році

Найбільша кількість представників макрозообентосу зафіксована в районі порту Южний – 16 таксонів, найменша в районі Лузанівки – 3 таксона.

Основний та найбільший внесок в біомасу у пробах макрозообентосу вносять двостулкові молюски – до 99 % (станції порт Южний і Лузанівка), окрім станції дача Ковалевського, де, за умовною перевагою, біомаса хробаків складає 65 % (1,767 г/м<sup>2</sup>) на 35 % біомаси молюсків (0,967 г/м<sup>2</sup>). Максимальне значення з біомаси (126,067 г/м<sup>2</sup>) виявлено на станції порт Южний, а найменше значення з біомаси (2,730 г/м<sup>2</sup>) – на станції дача Ковалевського. Найбільший вклад у біомасу вносять двостулкові молюски *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791 та *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758). Внесок основних груп макрозообентосу у формування біомаси та чисельності макрозообентосу за обстеженими станціями Одеського регіону наведено на рисунку 4.23.



а)



б)

а) біомаса у екз./м<sup>2</sup>;б) чисельність у г/м<sup>2</sup>.

Рисунок 4.23 – Кількісні характеристики макрозообентосу в Одеському регіоні у 2016 році

За вкладом у чисельність в пробах макрозообентосу за обстеженими станціями Одеського регіону – найбільша чисельність макрозообентосу виявлена на станції порт Южний – 8 466 екз/м<sup>2</sup>. Найменші показники відмічені на станції Лузанівка – 734 екз/м<sup>2</sup>. У пробах трьох станцій (порт Южний, пляж «Дельфін» та пляж «Аркадія») за чисельністю домінували молюски – від 5 300 екз/м<sup>2</sup> (63 %) до 633 екз/м<sup>2</sup> (66 %). На чотирьох станціях (пляжі «Лузанівка», пляжі санаторію Ім. Чкалова, дача Ковалевського, Одеському порті) за чисельністю домінували хробаки – від 1 433 екз/м<sup>2</sup> (60 %) до 367 екз/м<sup>2</sup> (50 %).

На одній станції Малий Фонтан максимальне значення за чисельністю основних груп макрозообентосу молюски / хробаки мали однакові значення 1 233 екз/м<sup>2</sup> (42 %).

Ракоподібні, як представники однієї із основних груп макрозообентосу ні на одній із обстежених станцій Одеського регіону не мають домінуючих значень з біомаси та чисельності.

Співвідношення трьох основних трофічних груп макрозообентосу за станціями досліджень Одеського регіону у 2016 році наведено на рисунку 4.24.

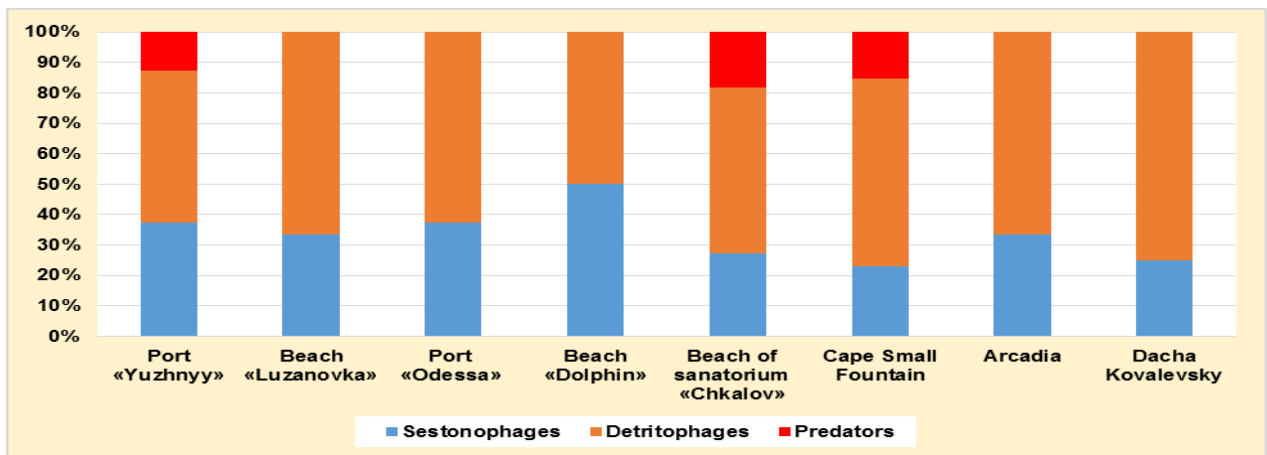


Рисунок 4.24 – Трофічний склад макрозообентосу у прибережних водах Одеського регіону у 2016 році

Розподіл представників макрозообентосу за трофічним складом на трьох станціях: порт Южний, санаторій Ім. Чкалова та Мис Малий Фонтан – мають тварини з усіх трьох груп і з достатньо прийнятними співвідношеннями. На

більшості станцій група хижаків зовсім відсутня, переважають детритофаги. На станції Дельфін, співвідношення між сестонофагами та детритофагами становить 50 %. Показники співвідношення між трофічними групами макрозообентосу досить умовні, так як не враховують впливу на них іхтіофауни, людський фактор та інші природні впливи.

Для оцінки якості розповсюдження представників макрозообентосу та визначення його стану проведено розрахунки з використанням програмного забезпечення «AZTI» [3]. Одержані результати обчислювання багатofакторного морського біотичного індексу (М-АМВІ) наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Результати багатовимірного аналізу М-АМВІ

Станція	М-АМВІ	Стан
Порт «Южный»	0,9675	Високий
Пляж «Лузанівка»	0,5507	Добрий
Одеський порт	0,7449	Добрий
Пляж «Дельфін»	0,6979	Добрий
Пляж санаторію ім. Чкалова	0,7544	Добрий
Мис Малий Фонтан	0,8465	Високий
Пляж «Аркадія»	0,5507	Добрий
Дача Ковалевського	0,5194	Середній

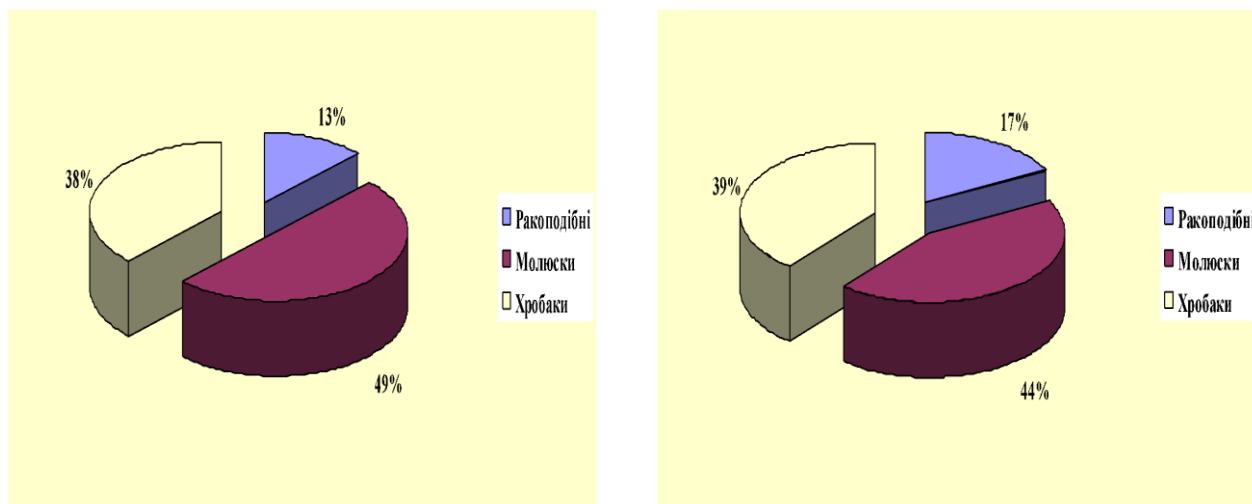
Згідно одержаних результатів за обчислюванням індексу стану біоценозів на станції (АМВІ) та морського біотичного індексу і М-АМВІ можна зазначити, що, в цілому, стан макрозообентосу знаходиться у задовільному стані. На двох дослідних станціях (порт «Южный» та Малий Фонтан) стан морського середовища оцінюється статусом «Високий (High)». На станціях пляж «Лузанівка», порт Одеса, пляж «Дельфін», пляжі санаторію Ім. Чкалова та «Аркадія» стан макрозообентосу оцінюється як «Добрий (Good)». Помірно порушений стан морського середовища встановлено на станції пляж дача Ковалевського із статусом як – «Помірний (Moderate)».

#### *Район Дунаю*

В залежності від розташування зони гідрофронту та від гідрологічних параметрів станції дослідження Дунайського району поділені на 2 ділянки: гирлову та мористу. Донні відкладення на всіх виконаних станціях

представлені мулистими ґрунтами з незначною частиною мулисто-піщаних.

У пробах макрозообентосу у 2016 р. виявлені організми 24 таксонів: Vermes – 10, Mollusca – 10, Crustacea – 4 таксонів. Дольовий вклад таксонів у різноманіття макрозообентосу в мористій та гирловій ділянках Дунайського району наведений на рисунку 4.25.



а)

а) гирлова ділянка;

б)

б) морська ділянка.

Рисунок 4.25 – Дольовий вклад в різноманіття макрозообентосу в Дунайському районі восени 2016 року

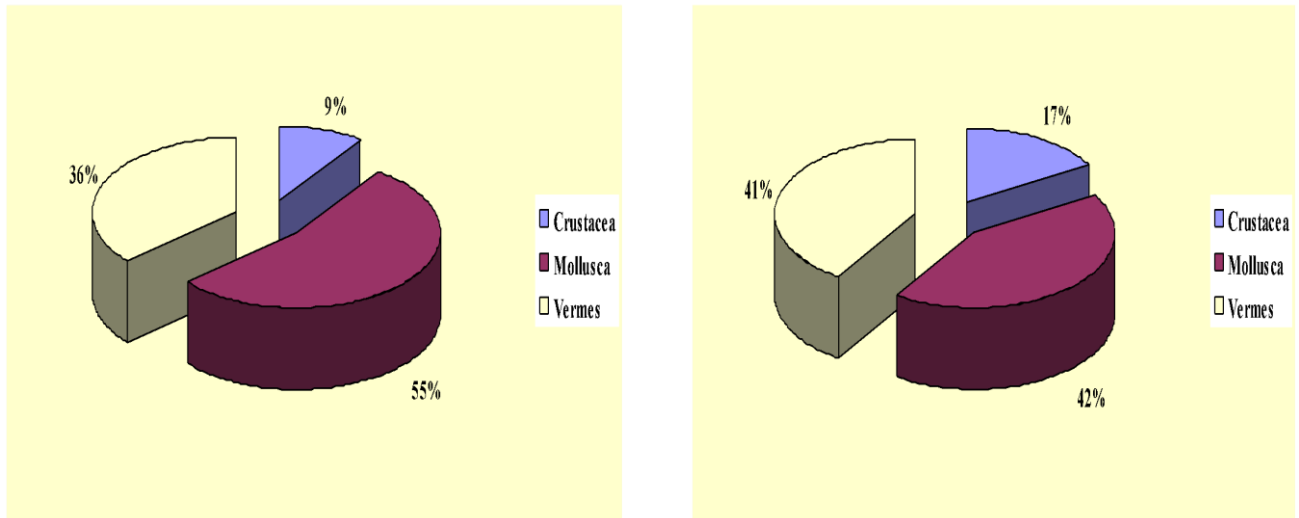
Найбільшою зустрічаємостю характеризувались: молюск *Mya arenaria*, бокоплав *Ampelisca diadema* та малощетинкові черв'яки *Oligochaeta* sp. Вклад в таксономічне різноманіття макрозообентосу у двох ділянках (гирловій та мористій) за вкладом черв'яків мало відрізняється, а вклад молюсків та ракоподібних в мористій ділянці більший.

Зустрічаємість видів макрозообентосу за двома ділянками Дунайського району представлена в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Список видів макробоентосу та їх зустрічаємість у районі Дунаю

№ п/п	Таксони	Зустрічаємість, R %	
		Гирлова ділянка	Мориста ділянка
	Crustacea		
1	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	50	22
2	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	33	22
3	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (Costa, 1853)	-	11
4	<i>Paramysis kroyeri</i> (Czerniavsky, 1882)	-	11
	Mollusca		
5	<i>Abra alba</i> (Wood W., 1802)	50	11
6	<i>Anadora inaequivalvis</i> (Bruguiere, 1789)	50	33
7	<i>Bittium reticulatum</i> (Costa, 1778)	-	11
8	<i>Cerastoderma glaucum</i> Poiret, 1789	50	22
9	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	-	50
10	<i>Rissoa parva</i> (Costa, 1778)	-	22
11	<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	50	44
12	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	-	11
13	<i>Parvicardium simile</i> (Milaschewitsch, 1909)	-	33
14	<i>Retusa truncatulla</i> (Bruguiere, 1792)	-	11
	Vermes		
15	<i>Eteone picta</i> (Quatrefages, 1865)	-	11
16	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparede, 1870)	-	22
17	<i>Melinna palmata</i> (Grube, 1870)	-	67
18	<i>Microspio mecznikowianus</i> (Claparede, 1868)	50	-
19	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	100	11
20	<i>Nephtys hombergii</i> (Savigny, 1818)	-	50
21	<i>Oligochaeta sp.</i>	50	50
22	<i>Lagis koreni</i> (Malmgren, 1866)	-	33
23	<i>Spio filicornis</i> (O.F.Muller, 1776)	-	50
24	<i>Rhabditophora sp.</i>	-	11

Дольовий вклад таксонів макробоентосу у чисельність за двома ділянками Дунайського району наведено на рисунку 4.26.



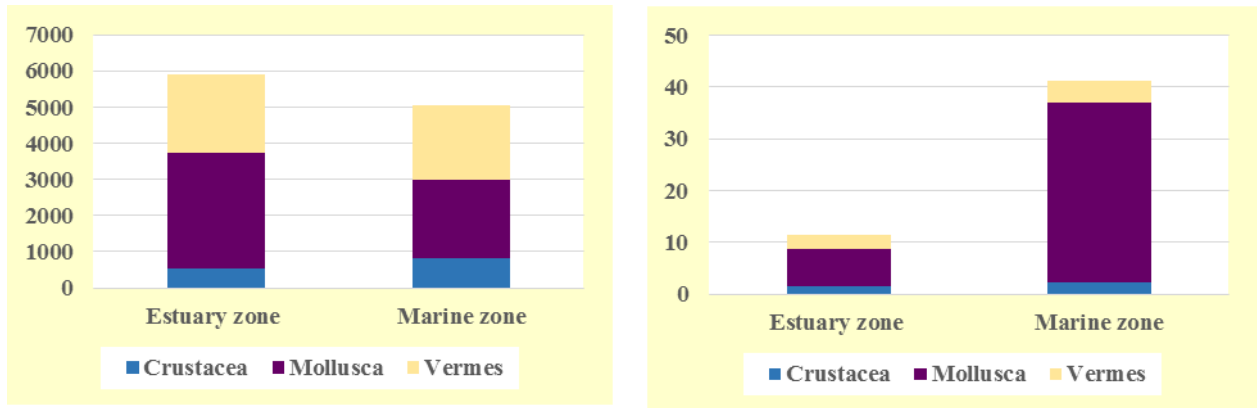
а)  
а) гирлова ділянка;  
б) мориста ділянка.

Рисунок 4.26 – Дольовий вклад таксонів макрозообентосу у чисельність в Дунайському районі восени 2016 році

В мористій ділянці району досліджень ракоподібні відгравали більшу роль у формуванні чисельності макрозообентосу, ніж у гирловій.

Значна чисельність молюсків в гирловій ділянці Дунайського району (переважно *Vivalvia*), можливо, була обумовлена тривалим привнесенням великої кількості молодих особин двостулкових молюсків морськими водами до гирла ріки Дунай. Саме там були зареєстровані тільки молоді особини *Mya arenaria*, розміром від 2 мм до 3 мм, а дорослих особин не знайдено. Максимальна чисельність макрозообентосу становила 16 300 екз/м<sup>2</sup>, а мінімальна 200 екз/м<sup>2</sup>. Кількісні показники макрозообентосних організмів на ділянках Дунайського району у вересні 2016 року представлені на рисунку 4.27. Середня чисельність макрозообентосу в гирловій ділянці була 1 967 екз/м<sup>2</sup>, в мористій ділянці – 1 678 екз/м<sup>2</sup>, середня біомаса макрозообентосу в гирловій ділянці становила 3,8 г/м<sup>2</sup>, в мористій ділянці – 13,7 г/м<sup>2</sup>.





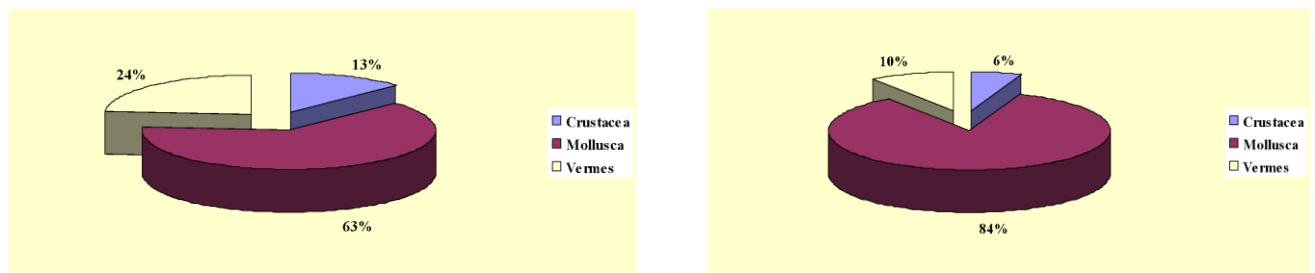
а)

б)

а) чисельність у екз/м<sup>2</sup>;б) біомаса у г/м<sup>2</sup>.

Рисунок 4.27 – Кількісні показники макрозообентосу на ділянках Дунайського району в осени 2016 року

Дольовий вклад основних таксонів макрозообентосу в загальну біомасу в Дунайському районі представлений на рисунку 4.28.



а)

б)

а) – гирлова ділянка;

б) – мориста ділянка.

Рисунок 4.28 – Дольовий вклад таксонів макрозообентосу в біомасу у Дунайському районі восени 2016 року

Дольовий вклад молюсків у загальну біомасу макрозообентосу в мористій ділянці був більшим, ніж у гирловій, що пояснюється реєстрацією значної кількості дорослих особин двостулкових молюсків (більшість представників з родів *Mya* та *Mytilus*) в мористій ділянці. Вклад інших таксонів макрозообентосу у формування біомаси в мористій ділянці був меншим, ніж у

гирловій. В цілому по Дунайському району максимальне значення біомаси макрозообентосу становило 308,9 г/м<sup>2</sup>, а мінімальне – 0,6 г/м<sup>2</sup>. Розподіл організмів макрозообентосу за трофічними групами наведено у таблиці 4.7 та на рисунку 4.29.

Таблиця 4.7 – Трофічні групи макрозообентосу Дунайського району восени 2016 року

Трофічні групи	Гирлова ділянка	Мориста ділянка
Сестонофаги	4	13
Детритофаги	5	9
Хижачи	1	2
Всього	10	24

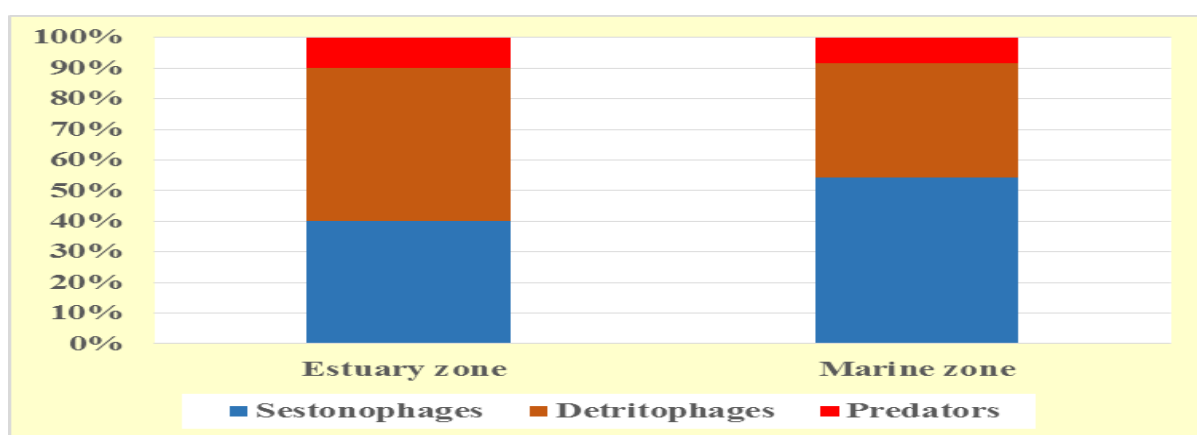


Рисунок 4.29 – Внесок головних трофічних груп в угруповання макрозообентосу у районі Дунаю у 2016 року

Мориста ділянка представлена повним комплексом трофічних груп макрозообентосу, а також характеризується більшим видовим різноманіттям від гирлової ділянки, що свідчить про сприятливі екологічні умови для розвитку макрозообентосного угруповання Дунайського району. В гирловій ділянці виявлено незначну кількість тварин макрозообентосу, що обумовлено гідрологічними умовами та господарською діяльністю людини в цьому районі. В цілому стан макрозообентосу Дунайського району не зазнав суттєвих змін у порівнянні із попередніми роками дослідження. Результати оцінки за М-АМВІ представлено у таблиці 4.8. Згідно одержаних результатів за обчислюванням АМВІ та М-АМВІ обстежених проб макрозообентосу Дунайського району, можна зазначити, що стан морського середовища оцінюється статусом добрий

(Good) у гирловий ділянці та високий (High) у морській ділянці.

Таблиця 4.8 – Стан морського середовища за розрахунком M-AMBI

Станції	M-AMBI	Статус
гирлова ділянка	0,6440	Добрий (Good)
морська ділянка	1,0002	Високий (High)

#### ПЗЧМ

У травні 2016 року упродовж експедиційних досліджень 16 проб мейобентосу були відібрані на 15 станціях у ПЗЧМ у діапазоні глибин:

- а) від 10 м до 20 м – 6 станцій;
- б) від 21 м до 30 м – 5 станцій;
- в) від 31 м до 50 м – 4 станції.

Типи ґрунтів – черепашник з домішками мулу та піску, піщаний з мулом, мул. У складі мейобентосу ПЗЧМ виявлено 13 таксономічних груп. За чисельністю домінували фораменіфери (Foraminifera) та нематоди (Nematoda) на частку яких сумарно доводилося 69 % багатоклітинного мейобентосу, що відображено на рисунку 4.30.

Внесок 14 % в сумарну чисельність мейобентосу давали остракоди (Ostracoda), гарпактикоїди (Copepoda: Harpacticoida) лише 3 %, інші групи (Kinorhyncha, Halacarida, Turbellaria, Polychaeta, Oligochaeta L., Bivalvia L., Gastropoda L., Amphipoda L., Balanus L.) давали дуже незначний внесок у сумарну чисельність. Максимуми чисельності мейобентосу були зареєстровані на мулистих ґрунтах. Зі збільшенням глибини загальна чисельність мейобентосу збільшувалась, максимум відзначений на станції № 12, складаючи 72 336 екз./м<sup>2</sup>. Формування даного показника було за рахунок евмейобентосу (96,3 %).

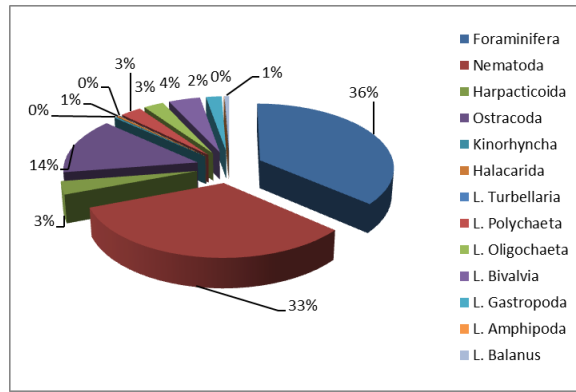
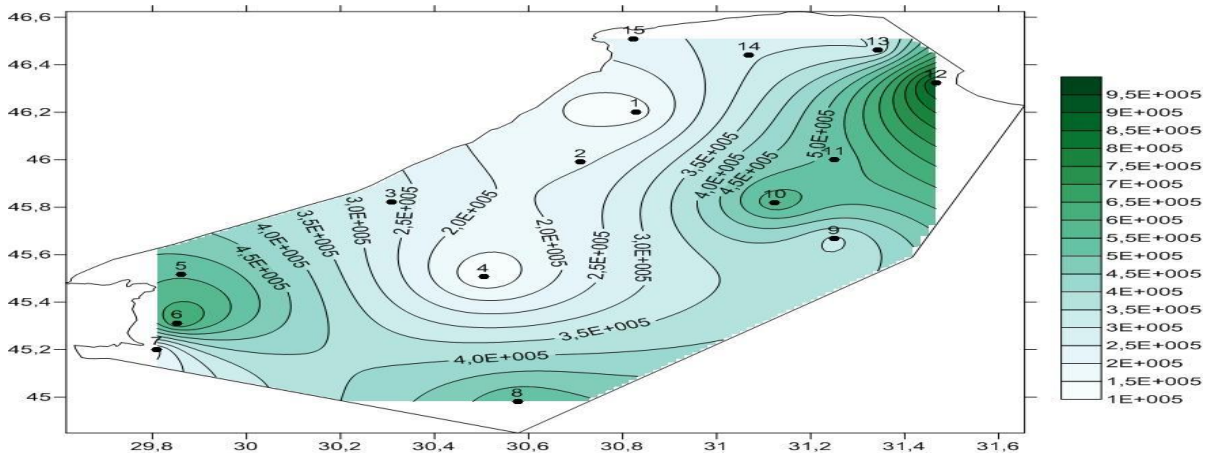
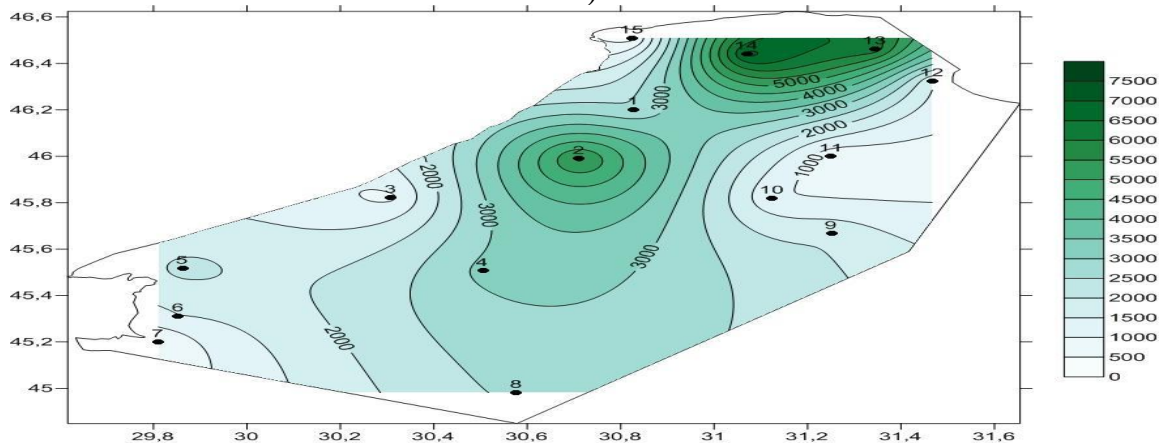


Рисунок 4.30 – Внесок таксонів у загальний мейобентос у ПЗЧМ у травні 2016 року

Просторовий розподіл чисельності та біомаси мейобентосу показаний на рисунку 4.31.



а)



б)

а) чисельність у екз/м<sup>2</sup>;

б) біомаса у мг/м<sup>2</sup>.

Рисунок 4.31 – Просторовий розподіл кількісних показників мейобентосу у ПЗЧМ у травні 2016 року

Загальна чисельність мейобентосу на мулистому ґрунті майже в два рази вище, ніж на черепашковому і замуленому черепашнику і в три рази вище, ніж на піщаному ґрунті.

Домінував форамініферо – нематодний комплекс організмів. Субдомінантою за чисельністю групою були ракоподібні (Haracticoida та Ostracoda), представлені максимумом на глибинах від 19 м до 28 м що складає 28 %.

Слід відзначити дуже низьку щільність колоній представників тимчасового компонента мейобентосу. Загальна частка олігохет, поліхет та молодих двостулкових моллюсків у загальному мейобентосі не перевищувала 5% на глибинах від 30 до 50 м. На глибинах від 16 м до 25 м вона була у шість разів більшою та становила 30 %, що відбувалося завдяки наявності ювенільних стадій двостулкових моллюсків. Причиною даного явища є осідання молодих двостулкових моллюсків із пелагіалі у бенталь, яке на менших глибинах є більш інтенсивним через краще прогрівання води.

Пік біомаси припадав на глибинах 20 м та був сформований у переважній більшості псевдомейобентосом, частка якого коливалася від 79 % до 99 %.

### **Оцінка екологічного стану за показниками мейобентосу**

Раніше, згідно з літературними даними, було запропоновано ряд індикаторів для оцінки екологічного стану за мейофауною: співвідношення нематоди-гарпактикоїди; індекси різноманіття або графічні методи (К – крива домінування) для оцінки біорізноманіття; спектри біомаси [4], [5] або багатовимірний аналіз угруповання від нижчих до вищих таксонів.

Нещодавно було зафіксовано зміну структури мейобентосного угруповання у Чорному морі через кліматичні зміни та наявність інших чинників. Перш за все, змінилися домінуючі таксони мейобейотичного угруповання. Раніше домінантними групами у структурі мейобентосу були нематоди та гарпактикоїди, проте останнім часом цими групами є форамініфери та нематоди, що підтверджується нашими дослідженнями [6]. Відповідно, запропоновані раніше індикатори для оцінки екологічного стану за

мейобентосними домінантами не відображають реальний стан угруповання.

Мейобентосні організми займають важливе місце у підтриманні балансу донних екосистем та у той же час є індикаторами екологічного стану акваторій через своє велике трофічне різноманіття та чисельність. Більшість видів мають достатньо часті періоди розмноження протягом року, що робить можливими реєстрацію короткотривалих змін у стані та функціональних характеристиках мейобентосного угруповання та оцінку екологічного стану морського середовища. Гідробіонти мейофауни реагують значно швидше на зміни у навколишньому середовищі, ніж представники макрзообентосу, і є, таким чином, чутливими до короткотривалих змін у стані донних біоценозів, що визначає вибір їх у якості важливих об'єктів дослідження у моніторингових спостереженнях.

У нашому дослідженні ми уперше пропонуємо оцінювати екологічний стан м'яких д/в базуючись на домінуванні сучасних груп та частках у числі переважаючих таксонів. Граничні значення для оцінювання наведені у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Оцінка екологічного стану на основі показників мейобентосу

MSFD <sup>1)</sup>	М'які ґрунти	
	Глибина від 20 м до 50 м	
GES <sup>2)</sup>	Nematoda(DDN) ≤ 50 %	Foraminifera(DDF) ≤ 30 %
Not – GES	50 % > Nematoda(DDN)	30 % > Foraminifera(DDF)
<sup>1)</sup> Рамкова директива про морську стратегію.		
<sup>2)</sup> Хороший екологічний стан.		

Для оцінки були вибрані 7 станцій, які знаходились на м'яких ґрунтах: ст. № 1, 14 та ст. № 15 – Дніпробузський район, ст. № 6, 7 – Дунайський район, ст. № 8 – зона змішування (о. Зміїний), ст. № 12 – зона змішування (вплив Дністровсько-Дніпробузських вод). Базовані на результатах оцінювання, були отримані значення, що наведені у таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Екологічний стан бентосних біоценозів у ПЗЧМ згідно з показниками структури угруповання мейобентосу (травень 2016 рік)

Таксони мейобентосу	Ст. № 1 (28,6 м)		Ст. № 6 (22,8 м)		Ст. № 7 (20,5 м)	
	Чисельність, %	Біомаса, %	Чисельність, %	Біомаса, %	Чисельність, %	Біомаса, %
Foraminifera	0	0	9	2	5	1
Nematoda	34	0	80	7	73	4
Haracticoida	28	22	0	0	4	15
Ostracoda	11	4	6	17	8	13
Kinorhyncha	0	0	0	0	1	1
Halacarida	0	0	0	0	0	0
L. Turbellaria	0	0	0	0	0	0
L. Polychaeta	6	19	2	54	4	54
L. Oligochaeta	0	0	2	6	6	10
L. Bivalvia	17	17	2	14	0	1
L. Gastropoda	0	0	0	0	0	0
L. Amphipoda	0	0	0	0	0	0
L. Balanus	2	39	0	0	0	0
Еумейобентос	74	25	94	26	90	34
Псевдомейобентос	26	75	6	74	10	66
Усього	100	100	100	100	100	100

Кінець таблиці 4.10

Таксони мейобентосу	Ст. № 8 (52 м)		Ст. № 12 (16,3 м)		Ст. № 14 (13,8 м)		Ст. № 15 (18,9 м)	
	Чисельність, %	Біомаса, %	Чисельність, %	Біомаса, %	Чисельність, %	Біомаса, %	Чисельність, %	Біомаса, %
Foraminifera	15	1	50	13	39	1	40	15
Nematoda	16	1	40	4	27	0	44	6
Haracticoida	0	0	2	17	0	0	0	2
Ostracoda	63	73	3	8	1	0	10	44
Kinorhyncha	0	0	0	0	0	0	1	7
Halacarida	0	0	0	0	0	0	1	8
L. Turbellaria	0	0	0	0	0	0	0	0
L. Polychaeta	1	9	1	17	10	26	0	0
L. Oligochaeta	3	3	1	4	0	0	4	19
L. Bivalvia	3	10	4	39	14	12	0	0
L. Gastropoda	0	3	0	0	8	61	0	0
L. Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	0
L. Balanus	0	0	0	0	0	0	0	0
Еумейобентос	94	75	94	41	67	1	96	81
Псевдомейобентос	6	25	6	59	33	99	4	19
Усього	100	100	100	100	100	100	100	100

43 % станцій отримали характеристику «не добрий екологічний статус» (not-GES) згідно з критеріями рамкової директиви по водах (WFD), а 57 % були охарактеризовані як такі, що мають «добрий екологічний статус» (GES). Таким

чином, води у ПЗЧМ мали переважно добрий екологічний стан за показниками мейобентосу.

## 5 ЕВТРОФІКАЦІЯ

Діапазон варіацій поживних речовин у різних регіонах українських національних вод в 2016 році наведено у таблицях 5.1, 5.2 та рисунках 5.1 – 5.6.

Таблиця 5.1 – Діапазон варіацій поживних речовин у поверхневому шарі українських національних вод в 2016 році

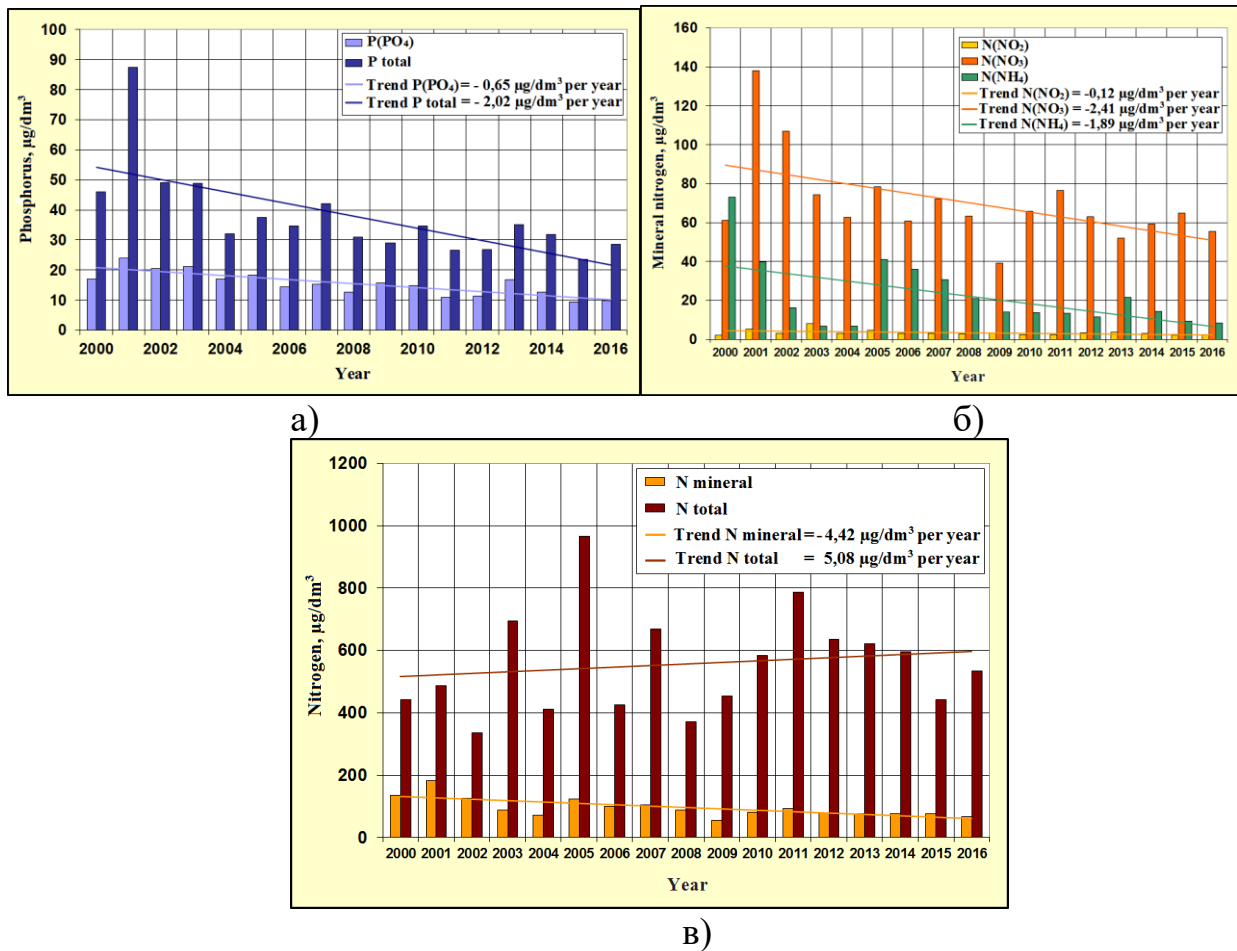
	Фосфати, μМ	Загальний фосфор, μМ	Амонійний азот, μМ	Нітрити, μМ	Нітрати, μМ	Загальний азот, μМ
експедиція «NPMS-UA» (травень)						
Мінімальне	0,00	0,41	0,00	0,00	0,07	17,7
Максимальне	0,38	1,45	11,50	0,72	23,80	55,3
Середнє	0,07	0,86	1,20	0,19	3,53	33,3
Дельта Дунаю (серпень)						
Мінімальне	0,00	0,39	1,96	0,04	0,07	32,2
Максимальне	1,67	2,09	16,3	2,48	67,20	100,5
Середнє	0,49	1,10	6,23	0,84	24,10	64,5
Дельта Дунаю (жовтень-листопад)						
Мінімальне	0,00	0,39	0,00	0,16	0,59	19,8
Максимальне	2,13	2,60	2,31	1,05	108,30	144,5
Середнє	0,93	1,34	0,50	0,53	43,70	71,6
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)						
Мінімальне	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	14,2
Максимальне	1,03	6,42	14,10	1,36	21,80	71,9
Середнє	0,38	1,87	2,68	0,40	3,61	34,6



Таблиця 5.2 – Діапазон варіацій поживних речовин в придонному шарі українських національних вод в 2016 році

	Фосфати, μМ	Загальний фосфор, μМ	Амонійний азот, μМ	Нітрити, μМ	Нітрати, μМ	Загальний азот, μМ
експедиція «NPMS-UA» (травень) <sup>1)</sup>						
Мінімальне	0,00	0,41	0,00	0,00	0,07	16,3
Максимальне	0,26	1,45	1,82	1,45	10,60	67,3
Середнє	0,03	0,77	0,28	0,19	2,64	36,1
Дельта Дунаю (серпень) <sup>2)</sup>						
Мінімальне	0,00	0,00	0,00	0,06	6,79	21,6
Максимальне	1,70	2,09	14,8	2,60	24,10	80,5
Середнє	0,41	0,72	4,31	0,45	12,5	43,1
Дельта Дунаю (жовтень) <sup>3)</sup>						
Мінімальне	0,18	0,34	0,00	0,33	0,95	19,9
Максимальне	2,20	2,52	2,44	0,97	110,80	130,2
Середнє	0,72	1,00	0,47	0,57	28,4	53,5
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний) <sup>4)</sup>						
Мінімальне	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	15,4
Максимальне	2,49	6,78	27,30	1,00	19,7	78,3
Середнє	0,53	1,71	3,14	0,40	3,76	34,6
<sup>1)</sup> У травні на глибині від 13,0 м до 52,0 м. <sup>2)</sup> У серпні на глибині від 6,0 м до 25,0 м. <sup>3)</sup> У жовтні-листопаді на глибині від 4,5 м до 30,0 м. <sup>4)</sup> О.Зміїний на глибині від 7,5 м до 30,0 м.						

Згідно з багаторічними спостереженнями (2000 – 2016) рр. в Одеському регіоні відзначають загальну тенденцію до зниження вмісту фосфатів, загального фосфору і мінерального азоту, та збільшення вмісту загального азоту шляхом збільшення вмісту його органічних сполук (рис. 5.1).



- а) загальна мінливість мінерального фосфору;  
 б) мінливість мінеральних азотних сполук;  
 в) мінливість загального азоту і кількості його мінеральних сполук.

Рисунок 5.1 – Довгострокова мінливість вмісту поживних речовин уприбережних водах Одеського регіону

## 5.1 Оцінка екологічного стану морських вод північно-західної частини моря за інтегральними показниками

### 5.1.1 Оцінка за індексом трофності вод

Для оцінки трофічного рівня морських вод був використаний індекс трофності (E-TRIX), який є узагальнюючим показником пов'язаним з

первинною продукцією фітопланктону (хлорофіл-а і відхилення насичення киснем від 100 %) і трофічних факторів (концентрація біогенних речовин) [7]. E-TRIX розраховується наступним чином:

$$E-TRIX = [\log (Ch * D\%O * Nm * Pt) - (-1.5)]/1.2, \quad (1)$$

де Ch – концентрація хлорофілу-а, мкг·дм<sup>-3</sup>;

D%O - відхилення насичення вод киснем від 100 %;

Nm – концентрація розчинених форм мінерального азоту, мкг·дм<sup>-3</sup>;

Pt – концентрація загального фосфору, мкг·дм<sup>-3</sup>.

Для розрахунку E-TRIX проводять вимірювання характеристик екосистеми: хлорофіл-а, як замінний параметр для автотрофної біомаси фітопланктону; відхилення насичення киснем від 100 %, який може бути прийнятий як показник інтенсивності продуктивності системи, що охоплює обидві фази активного фотосинтезу і переважаючого дихання; концентрація мінерального азоту і загального фосфору в якості індикаторів присутності поживних речовин.

Значення індексу E-TRIX варіюється залежно від трофічних умов води і коливається від 0 до 10, а ранжування трофічного рівня та якості води оцінюється значеннями індексу, як показано в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Трофічний рівень, якість води і характеристики води відповідно до індексу E-TRIX

Значення E-TRIX	Трофічний рівень	Якість води	Характеристики води
< 4	Низький	Висока	Висока прозорість води, відсутність аномалій кольору води, відсутність перенасичення і недонасичення розчиненим киснем
4 - 5	Середній	Гарна	Окремі випадки зниження прозорості води, відсутність аномалій кольору води, гіпоксія придонних вод
5 – 6	Високий	Середня	Низька прозорість води, аномалії кольору води, гіпоксія придонних вод, окремі випадки аноксії
> 6	Дуже високий	Погана	Висока мутність води, значні площі аномалій кольору води, регулярна гіпоксія на великій площі і часта аноксія придонних вод, загибель донних організмів

Розрахунки індексу E-TRIX виконувались за показниками кожного

комплексу вимірювань, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням, на підставі даних регулярного прибережного моніторингу і періодичних екологічних зйомок.

В червні і вересні 2016 року трофність прибережних вод Одеського регіону, згідно категорій індексу E-TRIX, відповідала по районах «середньому», «високому» і «дуже високому» рівню. Значення індексу в червні знаходились в діапазоні від 4,6 до 7,1 і в вересні від 4,1 до 6,6, при середньому по району досліджень в червні 5,6 і в вересні 5,1, відображено на рисунку 5.2.

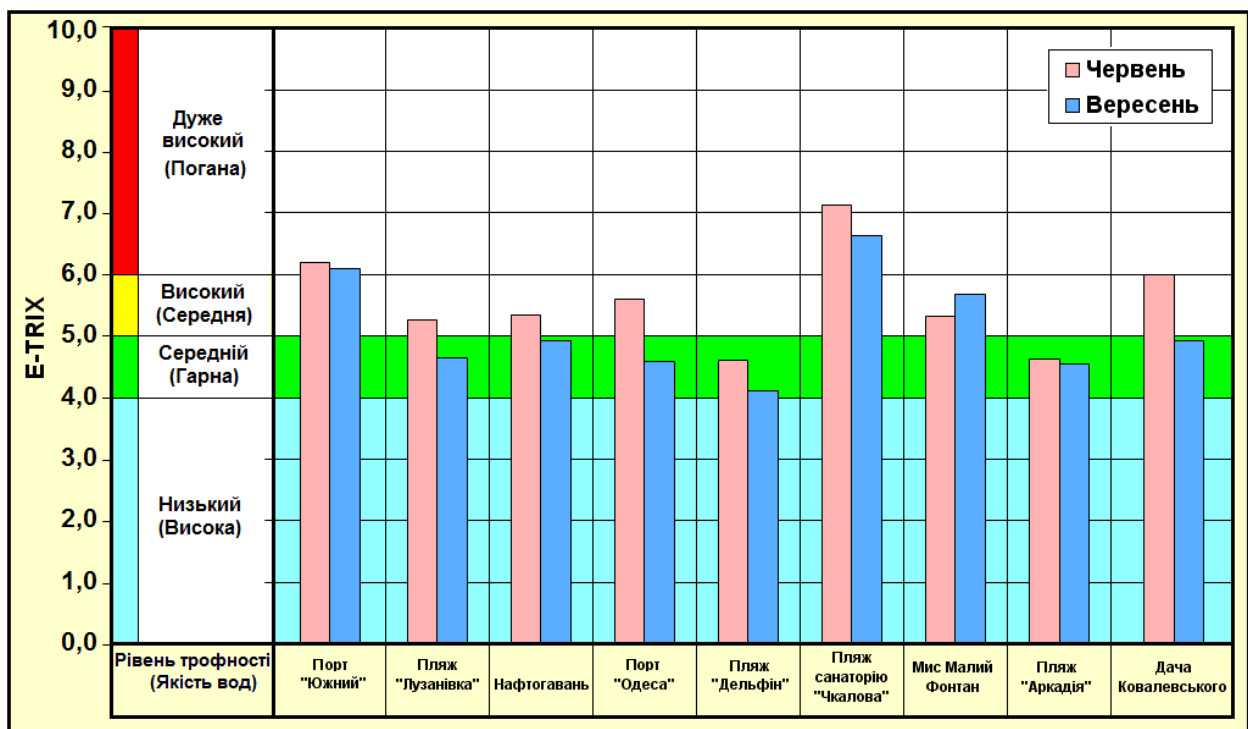


Рисунок 5.2 – Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні і вересні 2016 року

Середній рівень трофності, по регіону досліджень у 2016 року відносно минулого року у цей період, був трохи нижчим. Як в червні так і в вересні рівень трофності вод «дуже високий» відмічався в районі пляжу санаторію ім. Чкалова за рахунок постійного навантаження дренажних вод з високим вмістом нітратного азоту, концентрації якого знаходились на рівні від 4 482 мкг/дм<sup>3</sup> до 4 980 мкг/дм<sup>3</sup>, а також в районі акваторій порту «Южний». Підвищені значення в червні і вересні індексу трофності відзначались і в районі дачі Ковалевського, що пов'язано з впливом стоку вод в цьому районі з

СБО «Південна».

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

На фоні значних між річних коливань в багаторічних змінах ступеню евтрофікації і якості прибережних вод на шельфі в Одеському регіоні за даними спостережень в рекреаційній зоні віддаленій від промислових районів визначається тренд до зниження трофності і підвищення якості вод за інтегральним показником E-TRIX. В період (2000 – 2016) рр. за чисельними значеннями індексу E-TRIX тенденція до зниження трофності вод складала 0,63 у рік. Якщо на початку сторіччя значення індексу E-TRIX перевищували 6,0 і стан трофності вод відповідав «дуже високому» рівню то у останні п'ять років значення індексу E-TRIX не перевищували 5,0 і стан вод відповідав «середньому» рівню трофності, відображено на рисунку 5.3.

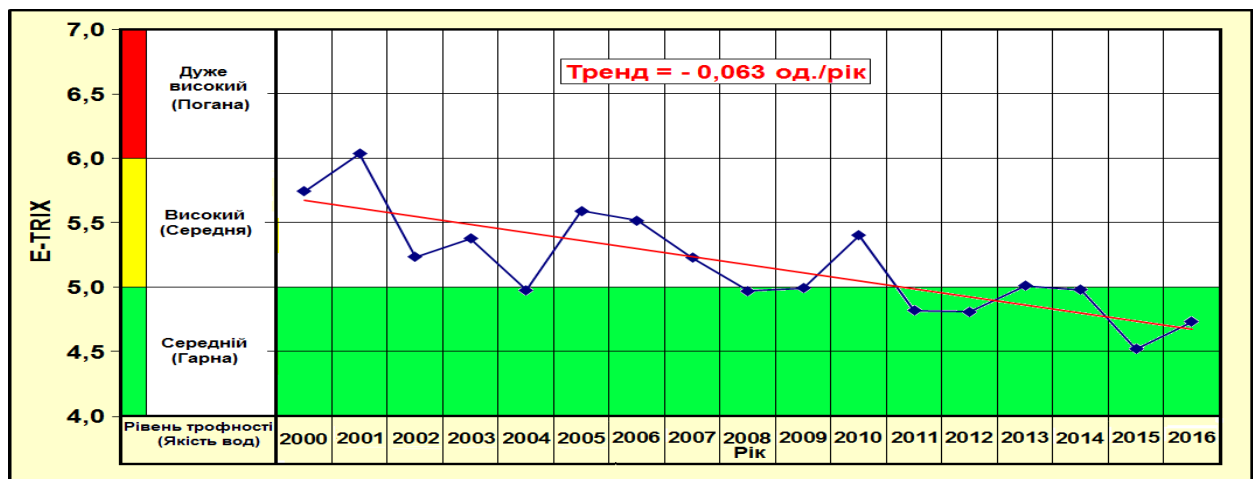


Рисунок 5.3 – Багаторічна мінливість трофічного рівня і якості прибережних вод Одеського регіону ПЗШ Чорного моря за показником індексу E-TRIX

Виконані на підставі показника детермінації статистичні оцінки,

визначеного коефіцієнту лінійного тренду E-TRIX прибережних вод Одеського регіону району рекреації, вказують що тренд достовірний на рівні значимості 99 %. Якість вод у 2016 році відповідала класифікації «гарна», а трофність вод – «середньому» рівню, але відносно 2015 року трофність вод була декілька вище, на що вказують і чисельні характеристики фітопланктону, що досягали в окремих випадках в червні і липні рівня «цвітіння».

Підвищений рівень трофності вод в останні роки відмічався у 2010 року, в липні якого на ПЗШ Чорного моря спостерігалось інтенсивне цвітіння синє-зеленої водорості *Nodularia spumigena*, біомаса якої дорівнювала від 20 г/дм<sup>3</sup> до 40 г/дм<sup>3</sup>, а в окремих точках досягала 10 кг/м<sup>3</sup>. Цвітіння цієї водорості в Одеській затоці відмічалось і в липні 2016 року, але в значно менших масштабах і локальних районах ніж у 2010 року.

За даними багаторічних спостережень з 2009 по 2016 рр. середні значення індексу E-TRIX, в цей період змінювались в діапазоні від 5,6 до 7,3. Зниження трофності вод на дунайському узмор'ї в середньому по району досліджень з «дуже високого» до «високого» рівня було визначено тільки в листопаді 2016 року, що відображено на рисунку 5.4. В середньому за період досліджень індекс E-TRIX складає 6,5.

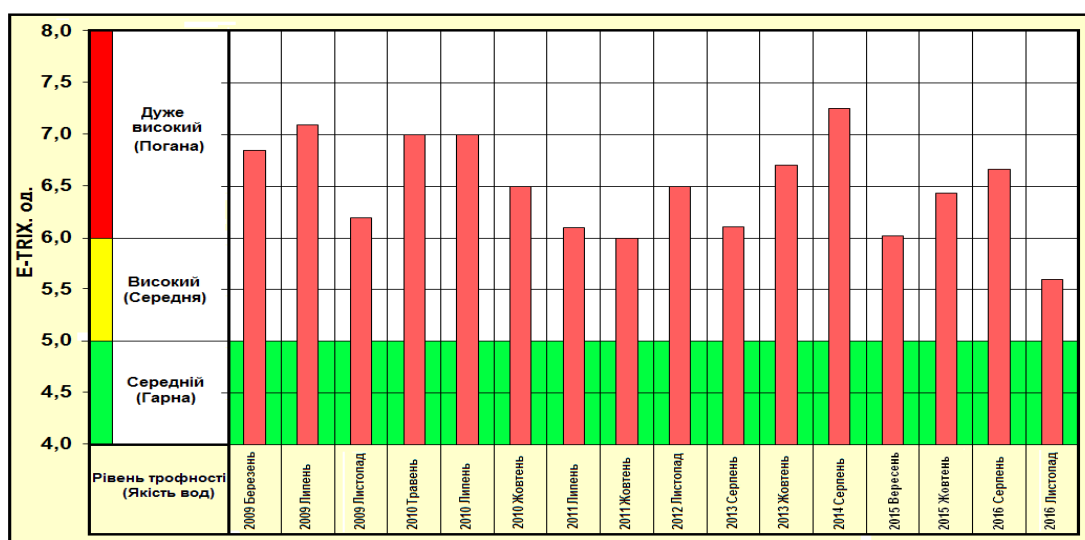


Рисунок 5.4 – Багаторічна мінливість ступеню трофності і якості вод Дунайського узмор'я за показником індексу E-TRIX

Сумісний аналіз мінливості індексу E-TRIX і стоку Дунаю виконаний за

даними спостережень з 2009 до 2016 рр. вказує на присутність прямої залежності ступеню трофності вод узмор'я від стоку вод Дунаю, що відображено на рисунку 5.5.

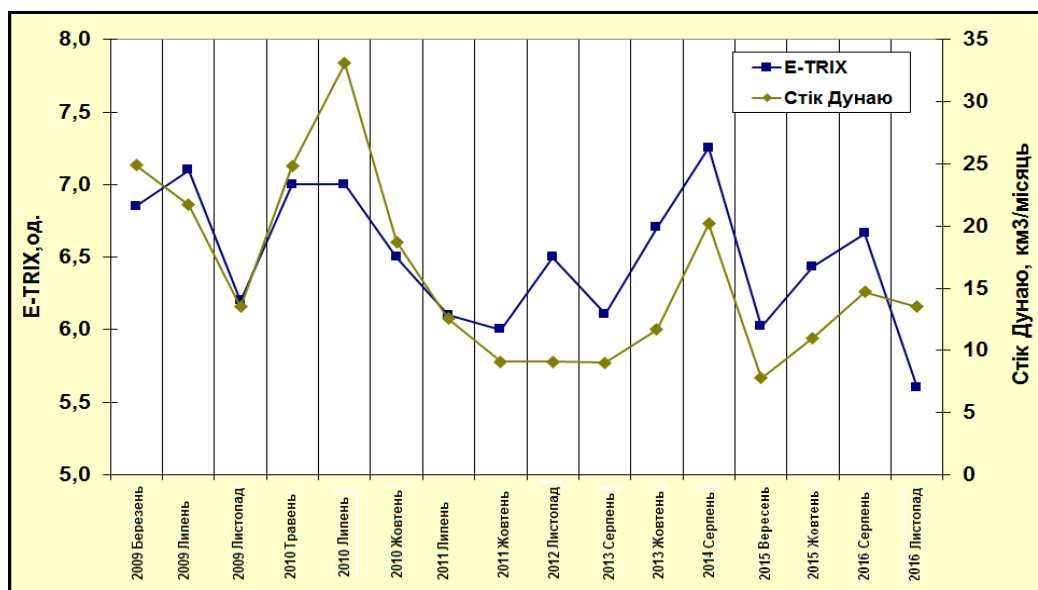


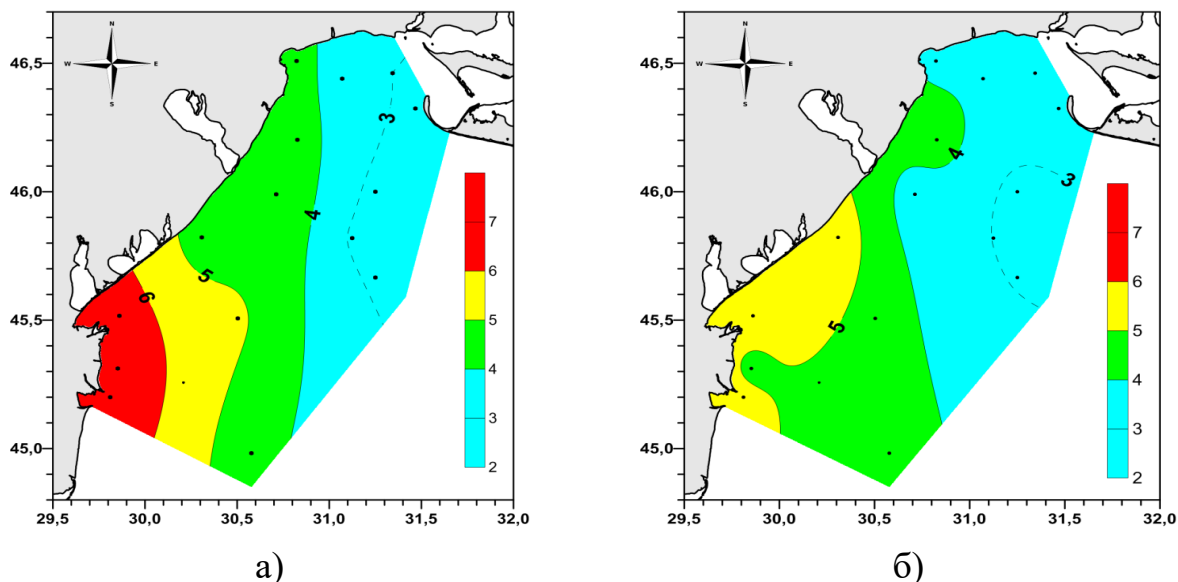
Рисунок 5.5 – Мінливість індексу E-TRIX і стоку Дунаю

За виконаними оцінками коефіцієнт кореляції середніх значень індексу E-TRIX і прісного стоку Дунаю за даними з 2009 до 2016 рр. склав 0,71, при 95 % рівні значимості 0,41.

Таким чином можливо констатувати, що на дунайському узмор'ї трофність вод в значній мірі залежить від обсягів стоку Дунаю.

За даними екологічної зйомки ПЗШ Чорного моря виконаної в період з 17 до 22 травня 2016 року були розраховані індекси E-TRIX на підставі суднових лабораторних вимірювань вмісту хлорофілу-а, а також була виконана оцінка трофності вод придонного шару.

Більша частина ПЗШ Чорного моря відповідає статусу GES (рис 5.6).



б) поверхневий шар, дані хлорофілу-а;

в) придонний шар дані хлорофілу-а.

Рисунок 5.6 – Оцінка екологічного стану українського регіону Чорного моря методом E-TRIX

GES статус був оцінений тільки для верхнього змішаного шару в частині Дунайського регіону, через високу концентрацію хлорофілу-а і фосфору.

### 5.1.2 Оцінка методом оцінки трофності вод

Метод оцінки трофності вод (BEAST), інструмент оцінювання евтрофікації Чорного моря був розроблений в рамках проекту «Baltic2Black» на базі інструменту оцінювання евтрофії комісії «HELCOM» по захисту морського середовища Балтійського моря – HEAT2.0. HEAT 2.0 був розроблений на основі "Загальної процедури" ккомісії «OSPAR» та з урахуванням вимог рішення комісії MSFD.

Таким чином, категорії BEAST поділяються на три критерії: C1 - причини евтрофікації, C2 - прямі ефекти та C3 - непрямі ефекти. Кожен критерій може мати набір показників (на основі наявності та експертного вибору). Результат кожного статусу індикатора здійснюється результатууючий коефіцієнт



евтрофікації (EUT\_Ratio), і включає в себе, відповідно до власної ваги (обраного експертом), якісну відповідь: високу, добру, помірну, погану та дуже погану.

Для оцінки EUT\_Ratio використовуються:

- фонове значення для параметра з вихідних джерел (RefCon);
- параметр цільової концентрації (Target);
- допустимим відхиленням від фонових значень RefCon (AcDev), якщо значення індикатора знаходиться в прямій залежності від евтрофікації, тобто його значення зростає із збільшенням рівнів евтрофікації. Ми прийняли AcDev = + 50%; якщо значення індикатора зменшується із зростанням евтрофікації, ми приймаємо AcDev = - 20%;
- фактичні значення параметра, отриманого шляхом спостереження (AcStat).

Остаточна оцінка якості і трофності вод відповідає найбільшому значенню визначених середніх показників якості вод (EQR) трьох груп індикаторів. Оцінка якості вод щодо їх трофності підрозділяється на п'ять класів залежно від EQR: – High (високий) при  $EQR \leq 0,5$ ; – Good (добрий) при  $0,5 < EQR \leq 1,0$ ; – Moderate (помірний) при  $1,0 < EQR \leq 1,5$ ; – Poor (поганий) при  $1,0 < EQR \leq 2,0$ ; – Bad (дуже поганий) при  $EQR > 2,0$ .

За даними спостережень в Одеському регіоні в червні та вересні 2016 р. і оцінок виконаних на підставі методики BEAST слід відзначити, що дуже поганий стан якості вод відповідно до їх трофності спостерігався в акваторії порту «Южний» як в червні, так і в вересні, а також в районі дачі Ковалевського в червні. В червні на рівні поганого і дуже поганого стану якості за показником BEAST визначались акваторії промислових районів, а також району мису Малий Фонтан і дачі Ковалевського. В цілому за показником BEAST як в червні так і в вересні стан якості середовища в середньому по району досліджень відповідав «Дуже поганому» стану, при середніх значеннях EQR в червні і жовтні 2,44 і 2,07, відповідно. Але в жовтні значення EQR знижувались в окремих районах до рівня доброго стану якості при EQR менш 1,0, що наведено на рисунку 5.7.

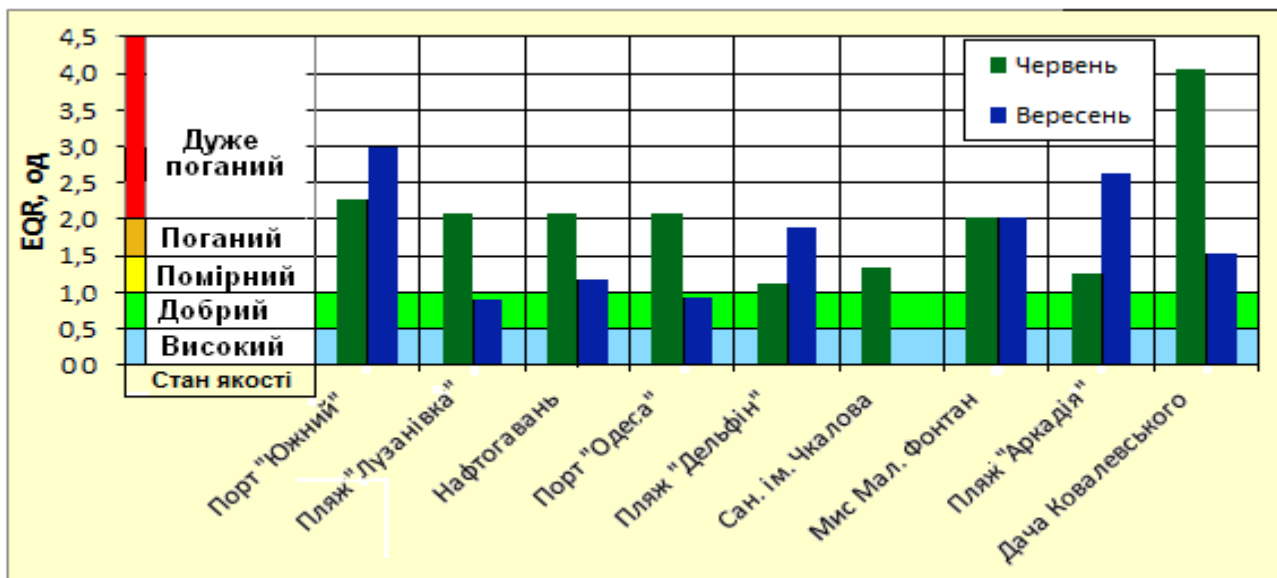


Рисунок 5.7 – Стан якості прибережних вод Одеського регіону в червні і вересні та жовтні 2016 року визначений за методикою BEAST

Виконані оцінки стану якості вод за методикою BEAST на підставі регулярних спостережень в Одеському регіоні ПЗШ Чорного моря вказують на те, що середні сезонні значення в 2016 року взимку і в весняно – літній період за показником EQR клас якості відповідає «помірному» ступеню і «доброму», а в осінній період – «поганому», що в цілому збігається з показником трофності E-TRIX, наведено на рисунку 5.8.

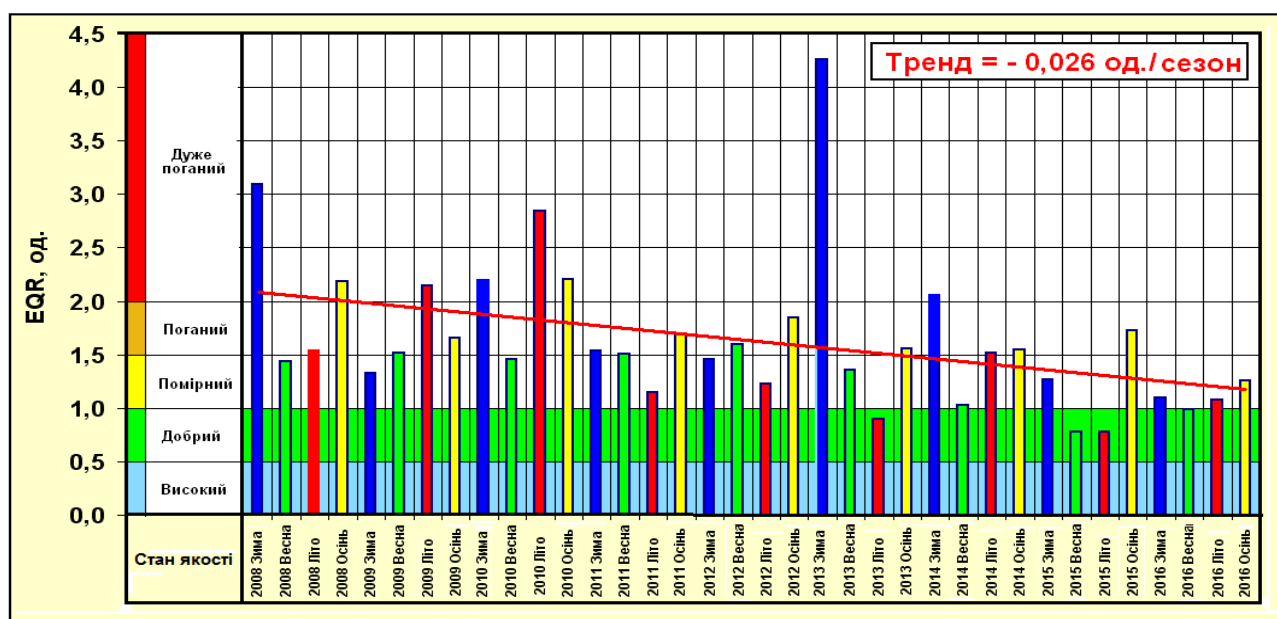


Рисунок 5.8 – Багаторічні сезонні зміни стану якості вод Одеського регіону у (2008 – 2016) рр., визначені за методикою BEAST

За багаторічними сезонними значеннями EQR спостерігається тенденція до поліпшення якості вод і їх трофності з кутовим коефіцієнтом лінійного тренду – 0,026 у сезон. У 2016 році значення EQR у рекреаційній зоні Одеського регіону знаходились в діапазоні від 0,71 до 1,90, тобто змінювались від «доброї» якості до «помірної» і «поганої», при середньому 1,12 у рік, що відповідає «помірному» стану якості морського середовища.

Характеристики EQR за середніми річними значеннями в період з 2008 до 2016 рр. також вказують на присутність тенденції підвищення якості вод і зменшення їх трофності. Максимум EQR припадав на 2010 рік, коли на великій площі ПЗШ Чорного моря спостерігалось масове цвітіння сине-зеленої водорості *Nodularia spumigena* охоплюючи прибережну частину Одеської затоки і далі розповсюджуючись к півдню аж до зони гирла Дунаю.

Мінімум EQR спостерігався в 2016 році і в середньому за рік відповідав «помірному» класу якості і трофності вод. Слід відзначити що тенденція до зниження трофності вод в сучасний період, визначається як за показником індексу E-TRIX, так і за методикою оцінки якості і трофності вод BEAST, наведено на рисунку 5.9.

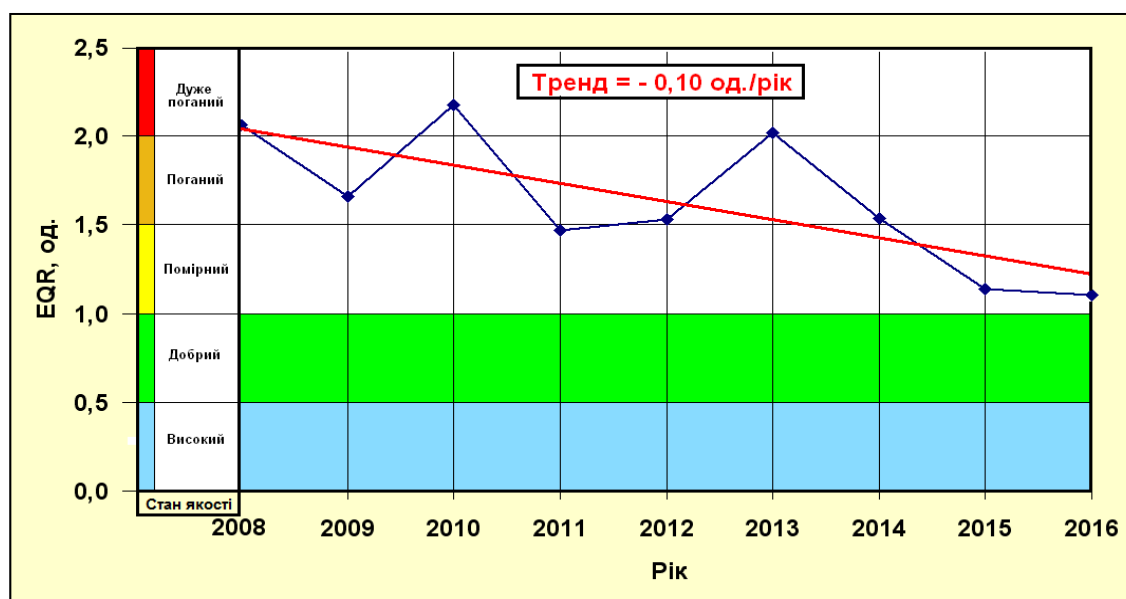
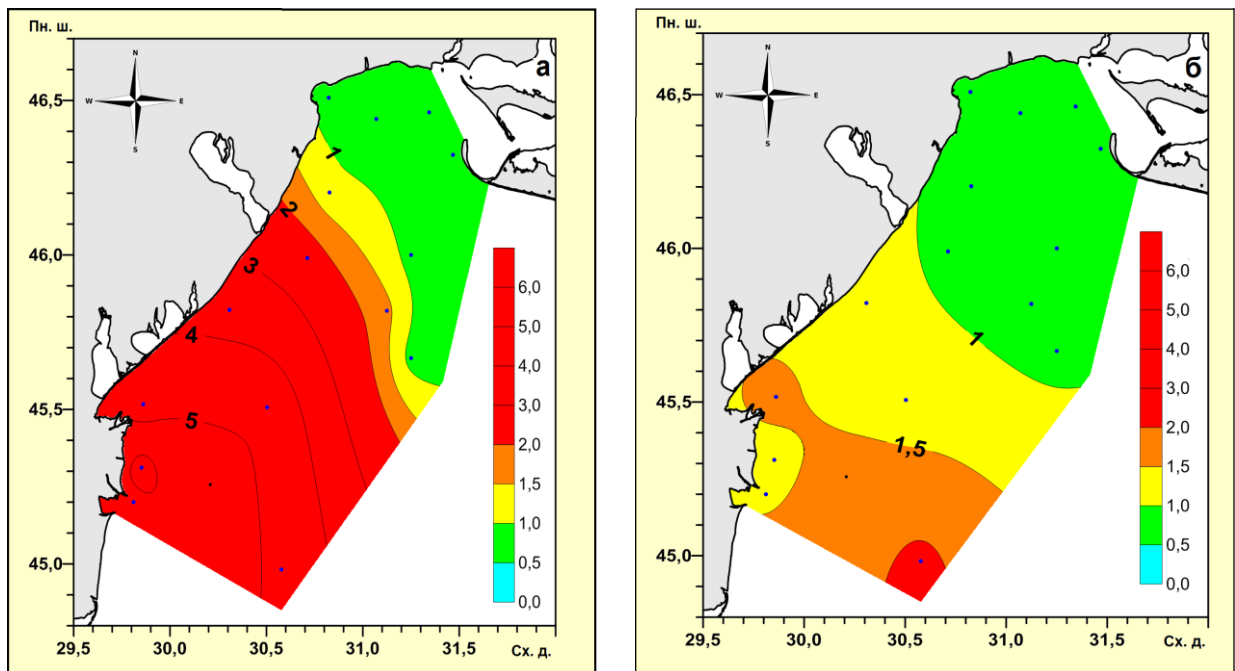


Рисунок 5.9 – Мінливість середнього річного показника стану якості і трофності вод EQR Одеського регіону у (2008 –2016) рр., визначеного за методикою BEAST

Виконані на підставі показника детермінації статистичні оцінки, визначеного коефіцієнту лінійного тренду EQR, вказують на те що тренд достовірний на рівні значимості 99 %.

Для оцінки методом BEAST у північно-західному шельфі Чорного моря були використані верхні змішані та придонні шари води 15 станцій експедиції «NPMS-UA». Для верхнього змішаного шару стан навколишнього середовища на 8 станціях був гіршим, ніж GES (рис. 5.10).



- а) поверхневий шар;  
 б) придонний шар.

Рисунок 5.10 – Просторовий розподіл показника якості EQR на ПЗШ Чорного моря в травні 2016 року

## 6 РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ РИБИ ТА МІДІЙ

### 6.1 Рівень забруднення риби та мідій північно західної частини відкритого моря

Концентрації високо токсичних металів, визначених в м'яких тканинах молюсків, проби яких відібрані в експедиції «NPMS-UA», представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Концентрації токсичних металів в зразках біоти експедиції «NPMS-UA»

Види біоти	Станція	Концентрація токсичних металів (мг/кг вологої ваги)					
		As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2	0,90	0,15	1,24	0,012	0,13	42,7
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	10	0,85	0,20	0,96	0,016	0,15	18,5
<i>Rapana venosa</i>	3	0,59	1,07	5,26	<b>0,024</b>	1,61	13,5
<i>Rapana venosa</i>	6	0,88	0,80	6,80	<b>0,053</b>	0,14	31,5
<i>Rapana venosa</i>	10	0,91	0,54	4,55	<b>0,025</b>	0,09	15,2
<i>Rapana venosa</i>	13	0,93	0,09	8,73	0,018	< 0,10	7,00
<i>Phyllophora</i>	10	6,34	0,68	31,70	< 0,010	3,00	75,3
Green algae	13	10,60	0,61	30,00	0,044	4,92	62,8
<b>ГДК в Україні для молюсків</b>		<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>30,00</b>	<b>0,200</b>	<b>10,00</b>	<b>200,0</b>
<b>EQS Директива 2013/39/ЄС</b>					<b>0,020</b>		

Примітка. Жирним шрифтом виділені значення, що перевищують EQS.

Як показано в таблиці 6.1, випадки перевищення ГДК, встановлених в Україні, не спостерігаються, але для EQS відповідно до Директиви 2013/39/ЄС у 3 зразках рапанів було зареєстровано перевищення дозволеної межі. Слід зазначити, що норми, встановлені в Україні, зосереджені на захисті людини, а не гідробіонтів і в порівнянні з Європейською директивою вміст ртуті в Рапані в 75% зразків був перевищений.

Слід зазначити, що рівні накопичення металів у м'яких тканинах мідій та рапанів близькі. У філофорі та зелених водоростях було виявлено більш високий вміст миш'яку, міді, свинцю та цинку, про що свідчать результати попередніх досліджень (спеціальна експедиція УкрНЦЕМ в район філофорного

поля).

Середня концентрація металів у зразках тканин мідій, зібраних під час експедиції «NPMS-UA» у шельфових водах, знаходилася в діапазоні від 0 мг/кг до 61,7 мг/кг (табл. 6.2, рис 6.1) та зменшувалася в наступному порядку: Fe, Zn, Mn, Cu, As, Cr, Co, Cd, Pb та Hg. Концентрація нікелю була меншою, ніж межа виявлення.

Таблиця 6.2 – Концентрації токсичних металів в тканинах мідій експедиції «NPMS-UA»

Метали	Од. вим.*	Середнє значення для всіх зразків у тканинах мідій	Мін.	Макс.	MAC	EQS
As	mg/kg	0,880	0,850	0,900	2,0	
Cd		0,180	0,150	0,200	2,0	
Co		0,190	0,160	0,220		
Cu		1,100	0,960	1,240	30,0	
Hg		0,014	0,012	0,016	0,2	0,02
Pb		0,140	0,130	0,150	10,0	
Zn		31,000	18,500	42,700	200,0	
Ni		0,000	0,000	0,000		
Cr		0,620	0,440	0,800		
Mn		3,800	2,130	5,470		
Fe	g/kg	61,700	25,200	98,100		

\* Волога вага

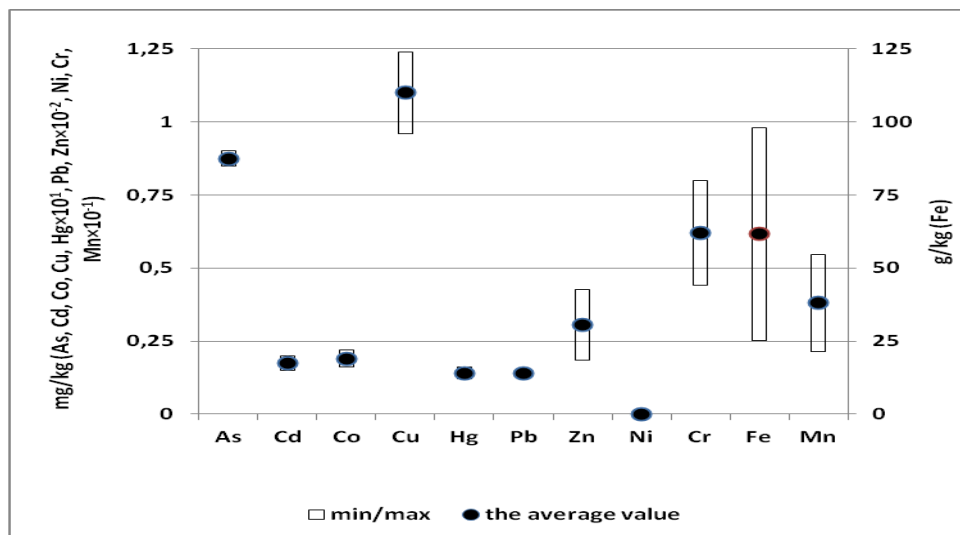


Рисунок 6.1 – Максимальні, мінімальні та середні значення металів у всіх зразках тканин мідій

Середні концентрації металів у зразках тканини рапанів, зібраних під час експедиції «NPMS-UA» у шельфових водах, у діапазоні від 0,03 мг/кг до 70,0 мг/кг (табл. 6.3, рис 6.2) та зменшувалася у наступному порядку: Fe, Zn,

Cu, Mn, As, Cd, Cr, Pb, Co, Ni та Hg.

Таблиця 6.3 – Концентрації токсичних металів в тканинах рапанів рейсу NPMS UA

Метали	Од. вим.	Середнє значення для всіх зразків у тканинах рапанів	Мін.	Макс.	MAC	EQS
As	mg/kg	0,83	0,590	0,930	2,0	
Cd		0,63	0,090	1,070	2,0	
Co		0,09	0,000	0,220		
Cu		6,30	4,550	8,730	30,0	
Hg		<b>0,03</b>	0,018	<b>0,053</b>	0,2	0,02
Pb		0,46	0,000	1,610	10,0	
Zn		16,8	7,000	31,500	200,0	
Ni		0,08	0,000	0,300		
Cr		0,61	0,000	1,220		
Mn		4,80	0,690	10,400		
Fe	g/kg	70,00	14,400	203,000		

Примітка. Жирним шрифтом виділені значення, що перевищують EQS

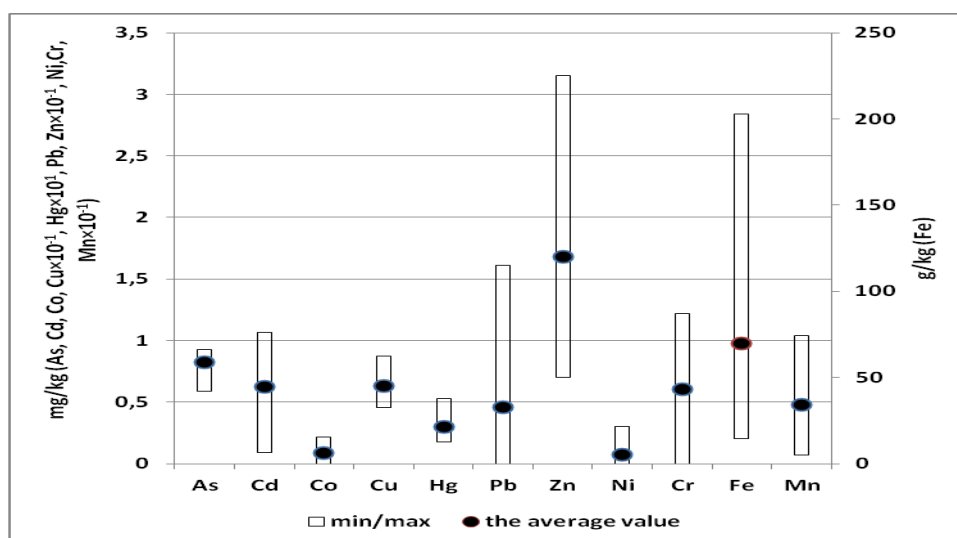


Рисунок 6.2 – Максимальні, мінімальні та середні значення металів у всіх зразках тканин рапанів

Середня концентрація металів у зразках водоростей, зібраних під час експедиції «NPMS-UA» у шельфових водах, становила від 0,022 мг/кг до 1 156 мг/кг (табл. 6.4, рис 6.3) та зменшувалася у наступному порядку: Mn, Ni, Zn, Cu, Fe, Co, As, Cr, Pb, Cd та Hg. Спостерігалася висока концентрація марганцю в філофорі (1 629 мг/кг) і зелених водоростях (682 мг/кг).

Таблиця 6.4 – Концентрації токсичних металів у філофорі та водоростях експедиції «NPMS-UA»

Метали	Од. вим.	Середнє значення для всіх зразків у філофорі та водоростях	Мін.	Макс.
As	mg/kg	8,470	6,34	10,600
Cd		0,645	0,61	0,6800
Co		9,230	4,76	13,700
Cu		30,900	30,00	31,700
Hg		0,022	0,00	0,044
Pb		3,960	3,00	4,920
Zn		69,100	62,80	75,300
Ni		76,400	20,70	132,000
Cr		5,150	0,00	10,300
Mn		1 156,000	682,00	1 629,000
Fe	g/kg	13,000	10,10	15,900

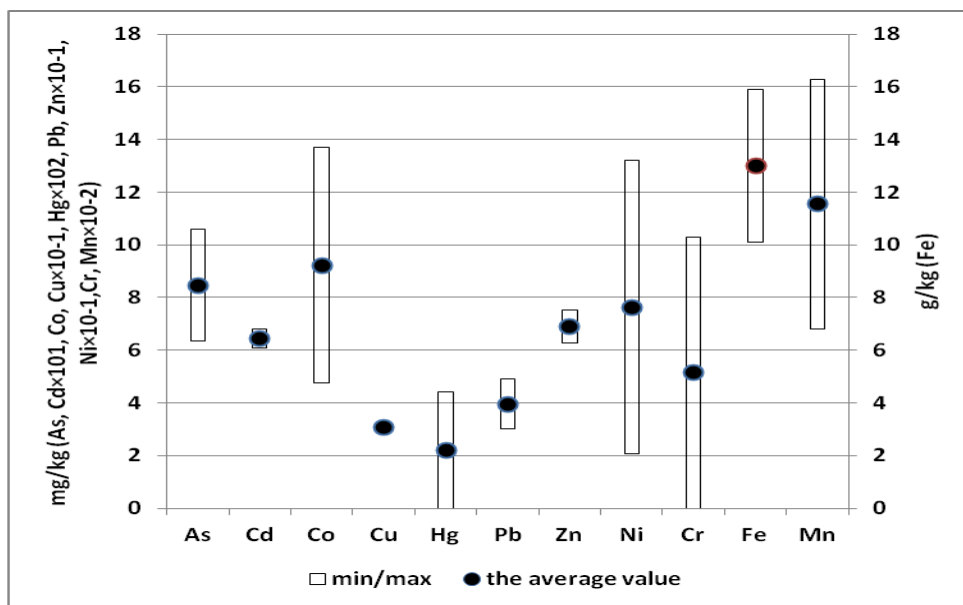


Рисунок 6.3 – Максимальні, мінімальні та середні значення металів у зразках філофори та водоростей

## 6.2 Рівень забруднення риби та мідій у районі о. Зміїний

### 6.2.1 Важкі метали

Накопичення деяких токсичних металів в тканинах риб в 2016 році представлені на рисунках 6.4 – 6.9.



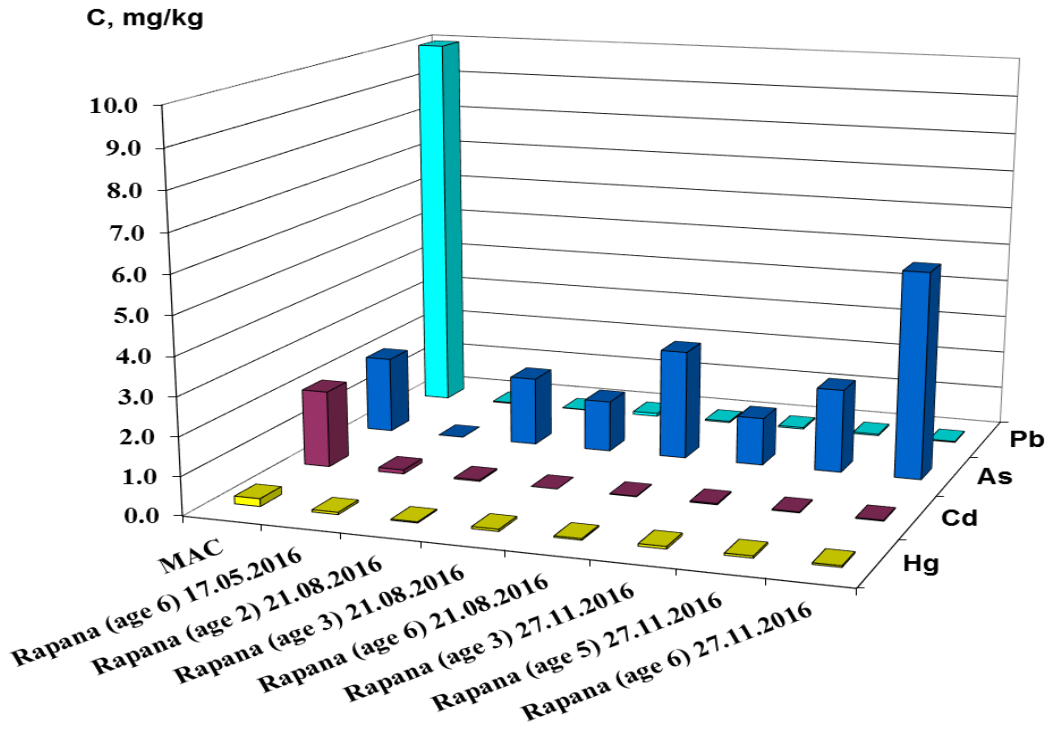


Рисунок 6.4 – Концентрації токсичних металів (Hg, Cd, As, Pb) в тканинах рапанів (о. Зміїний)

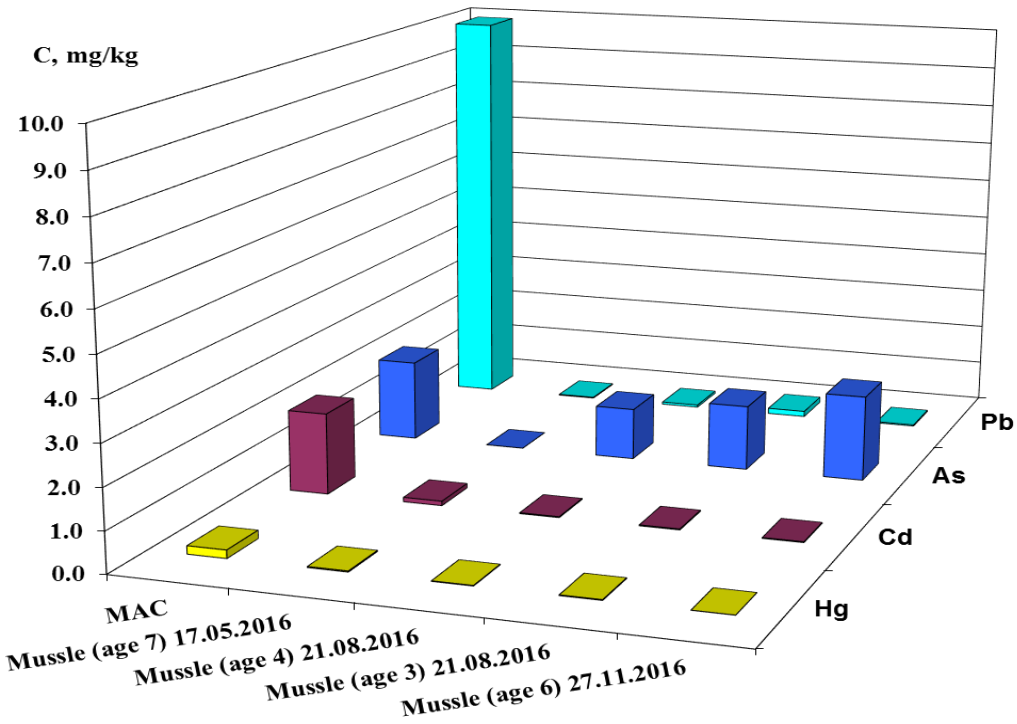


Рисунок 6.5 – Концентрації токсичних металів (Hg, Cd, As, Pb) в тканинах мідій (о. Зміїний)

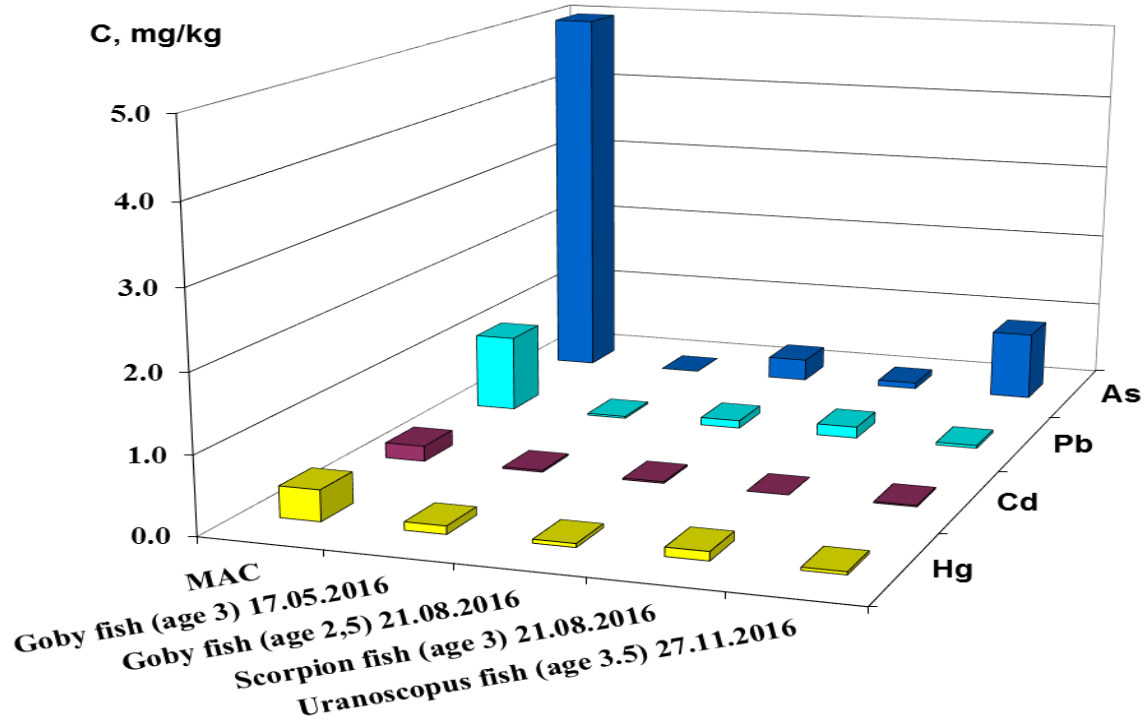


Рисунок 6.6 – Концентрації токсичних металів (Hg, Cd, As, Pb) в тканинах риб (о. Зміїний)

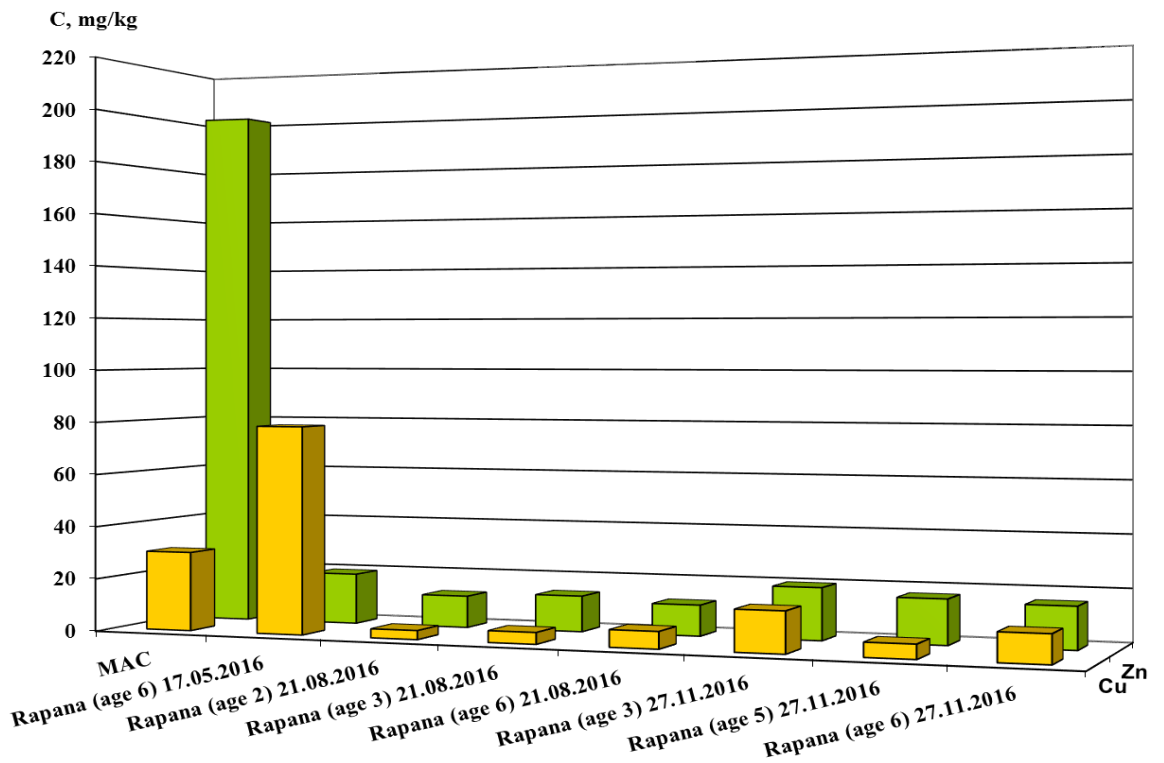


Рисунок 6.7 – Концентрації токсичних металів (Cu, Zn) в тканинах рапанів (о. Зміїний)

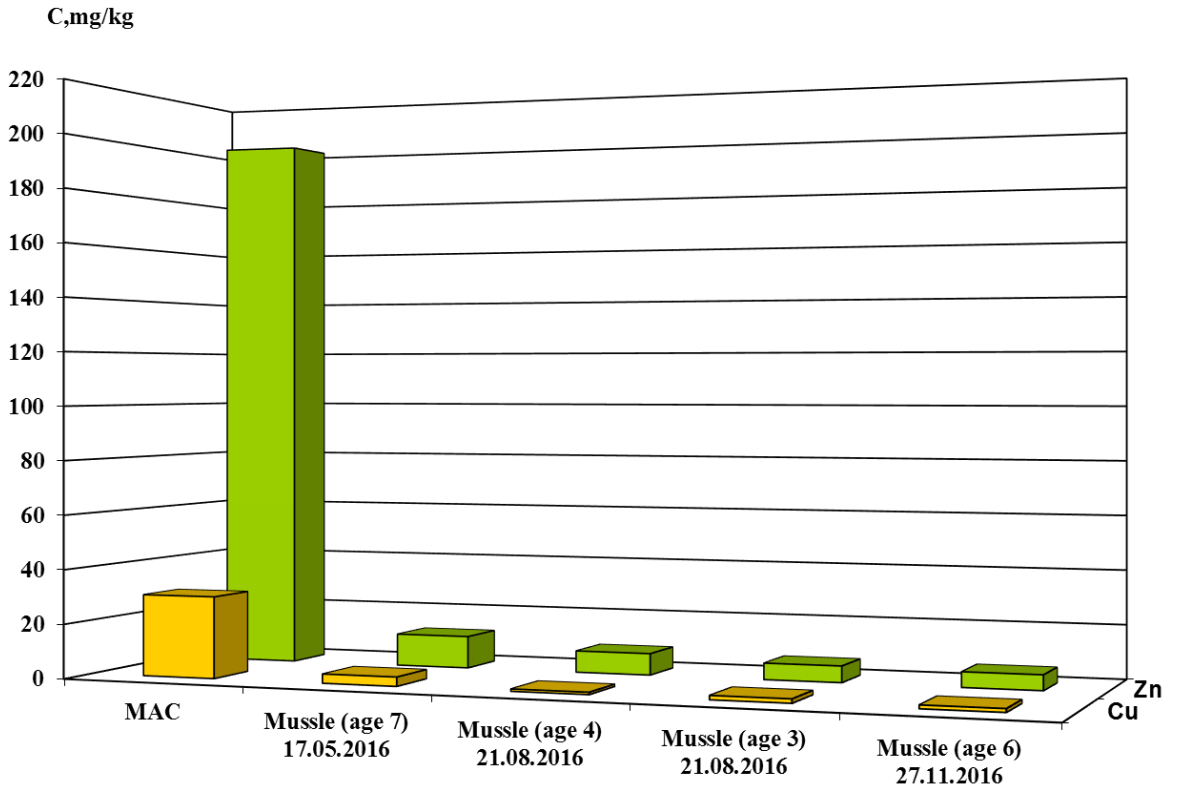


Рисунок 6.8 – Концентрації токсичних металів (Cu, Zn) в тканинах мідій (о. Зміїний)

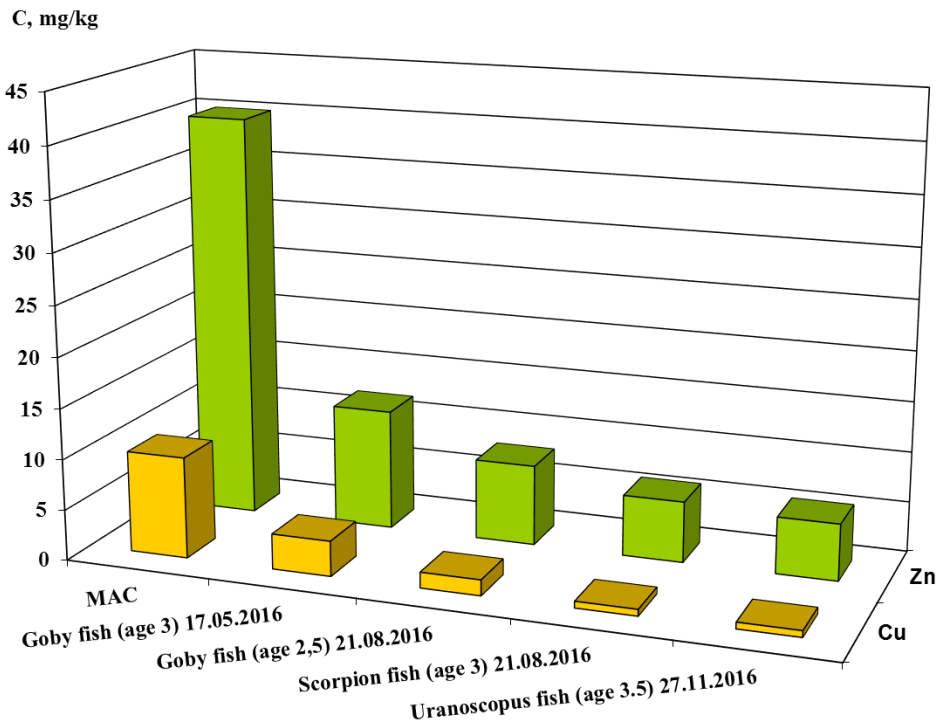


Рисунок 6.9 – Концентрації токсичних металів (Cu, Zn) в тканинах риб (о. Зміїний)

6.2.2 Середня концентрація токсичних металів у біологічних зразках протягом (2012 – 2016) рр.

Концентрації токсичних металів в пробах біоти представлені на рисунках 6.10 – 6.15.

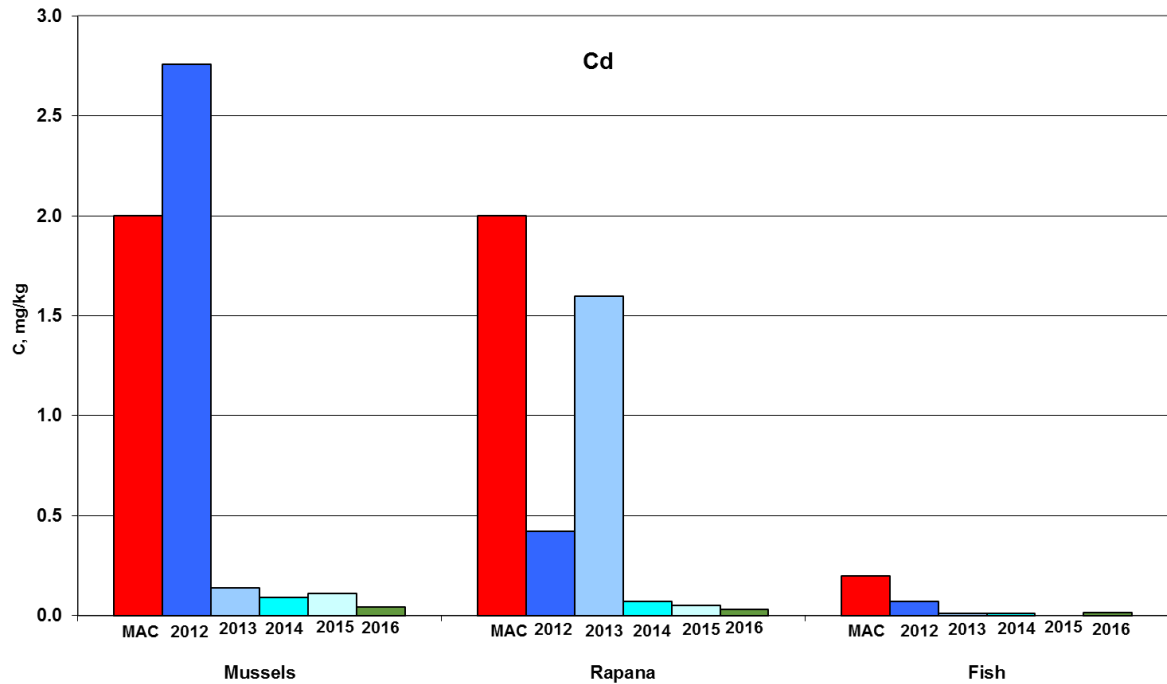


Рисунок 6.10 – Концентрації Cd у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

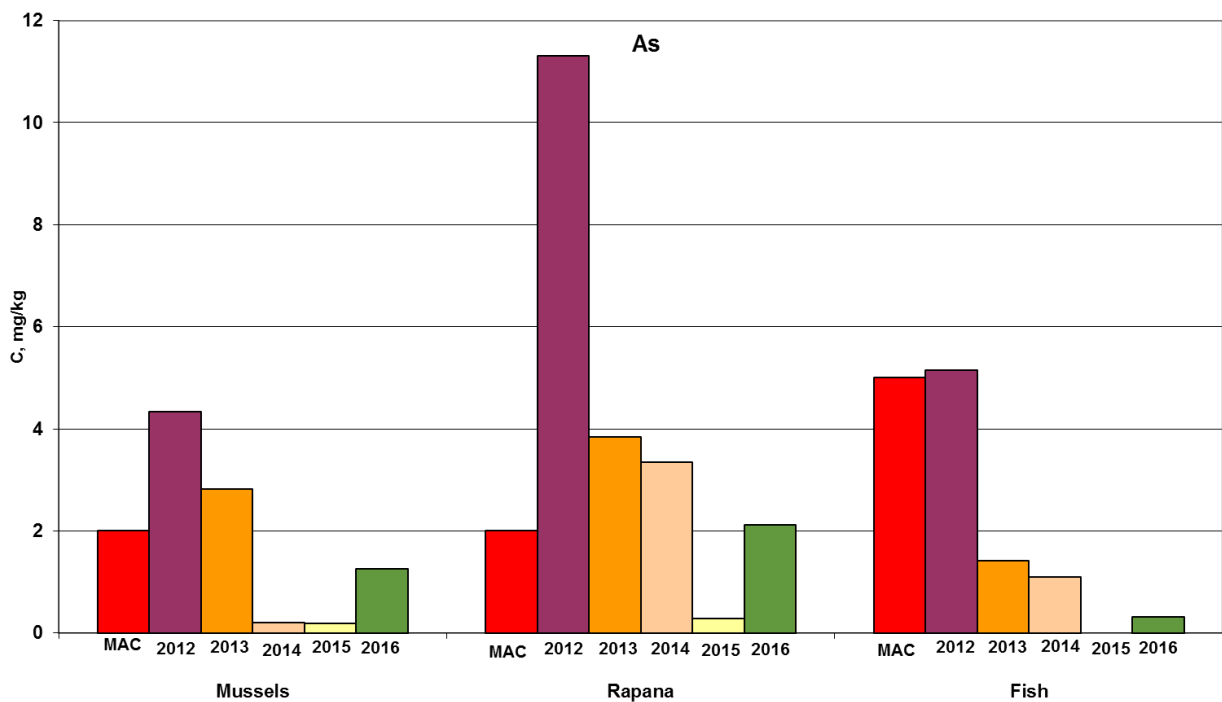


Рисунок 6.11 – Концентрації As у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

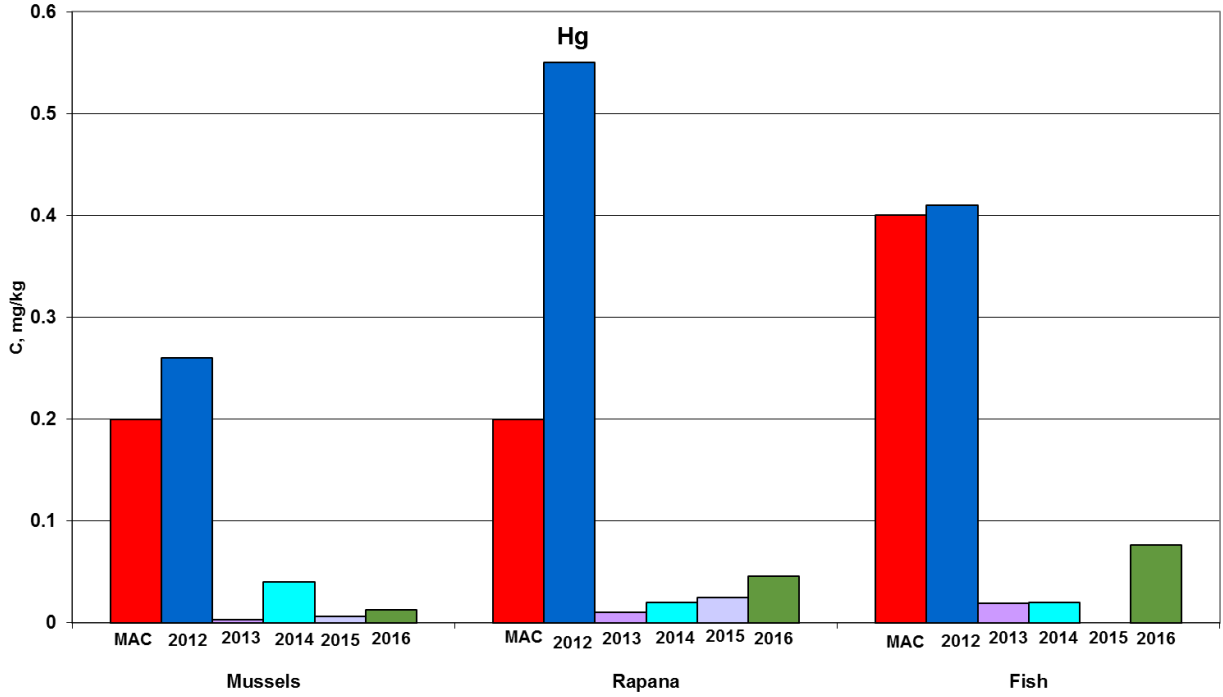


Рисунок 6.12 – Концентрації Hg у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

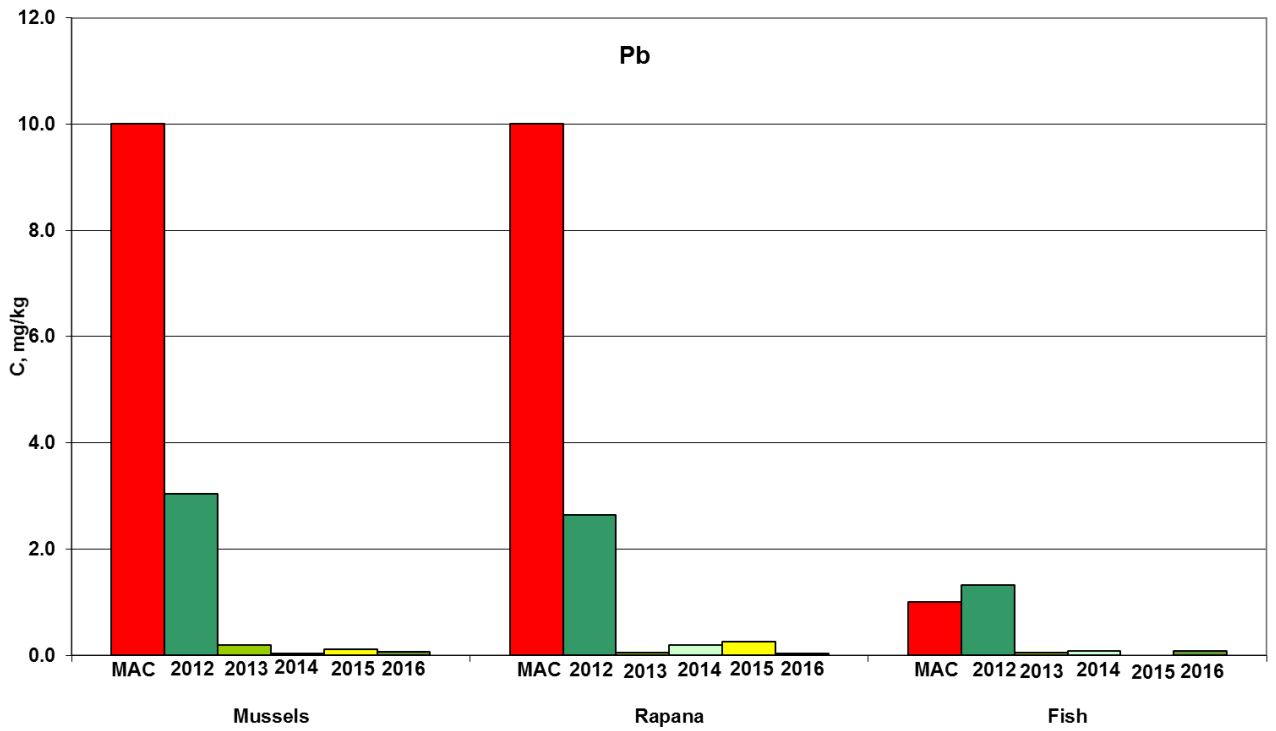


Рисунок 6.13 – Концентрації Pb у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

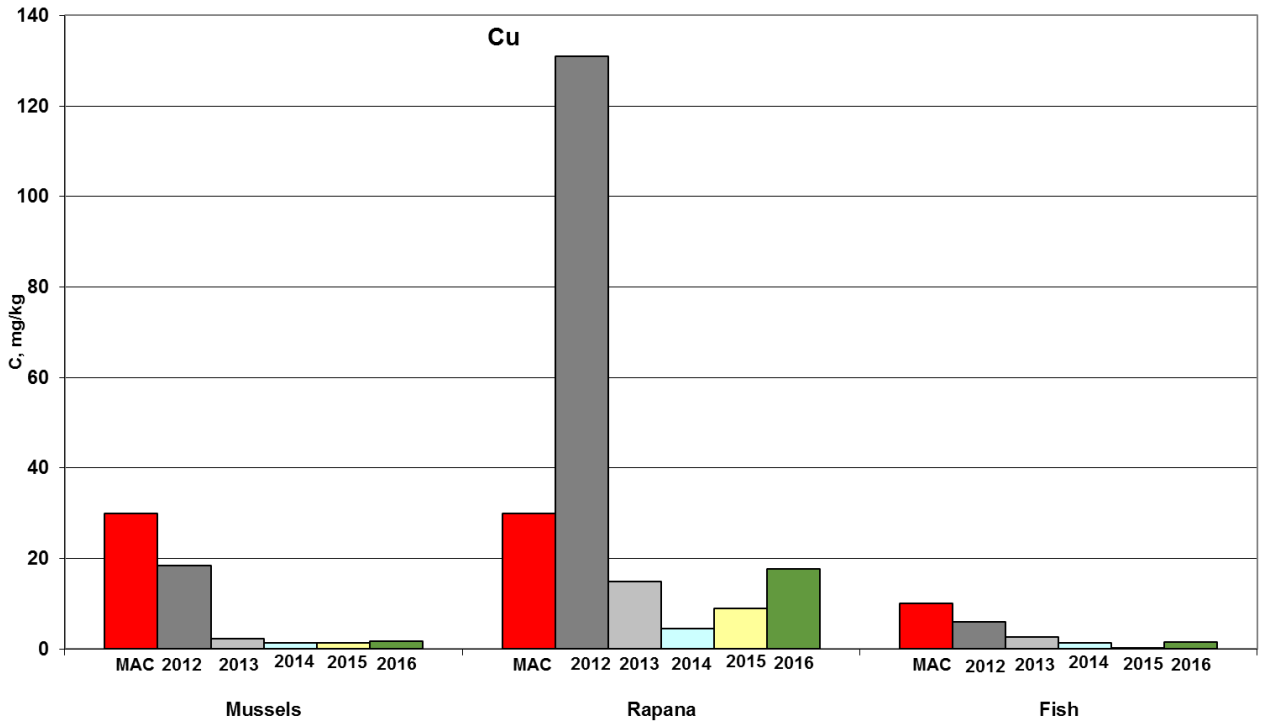


Рисунок 6.14 – Концентрації Cu у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

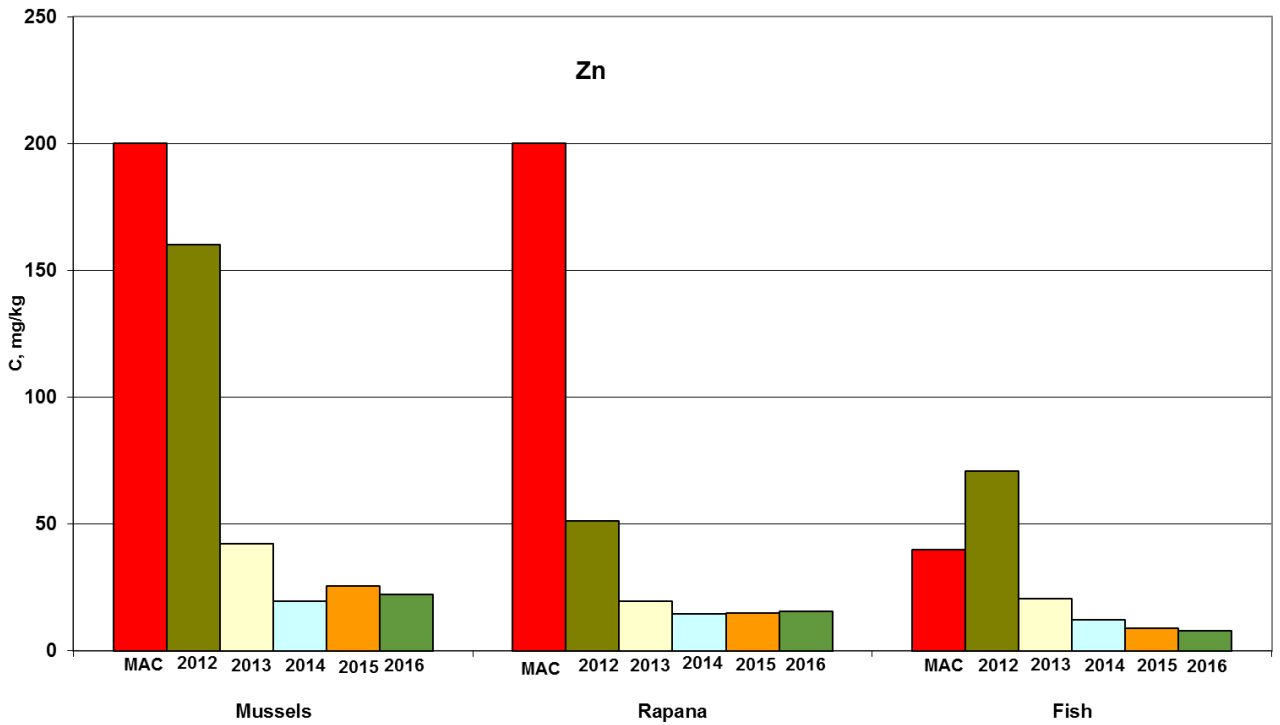


Рисунок 6.15 – Концентрації Zn у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

6.2.3 Хлор органічні пестициди і поліхлоровані біфеніли

Рівні забруднення біоти ХОП та ПХБ наведені на рисунках 6.16 – 6.21.

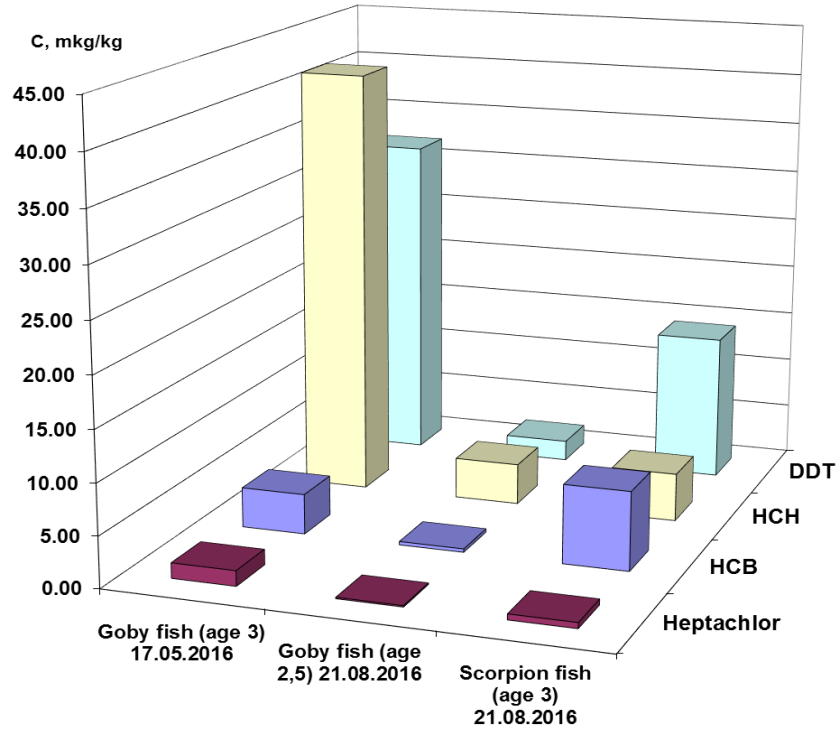


Рисунок 6.16 – Концентрації ХОП в тканинах риби (о. Зміїний)

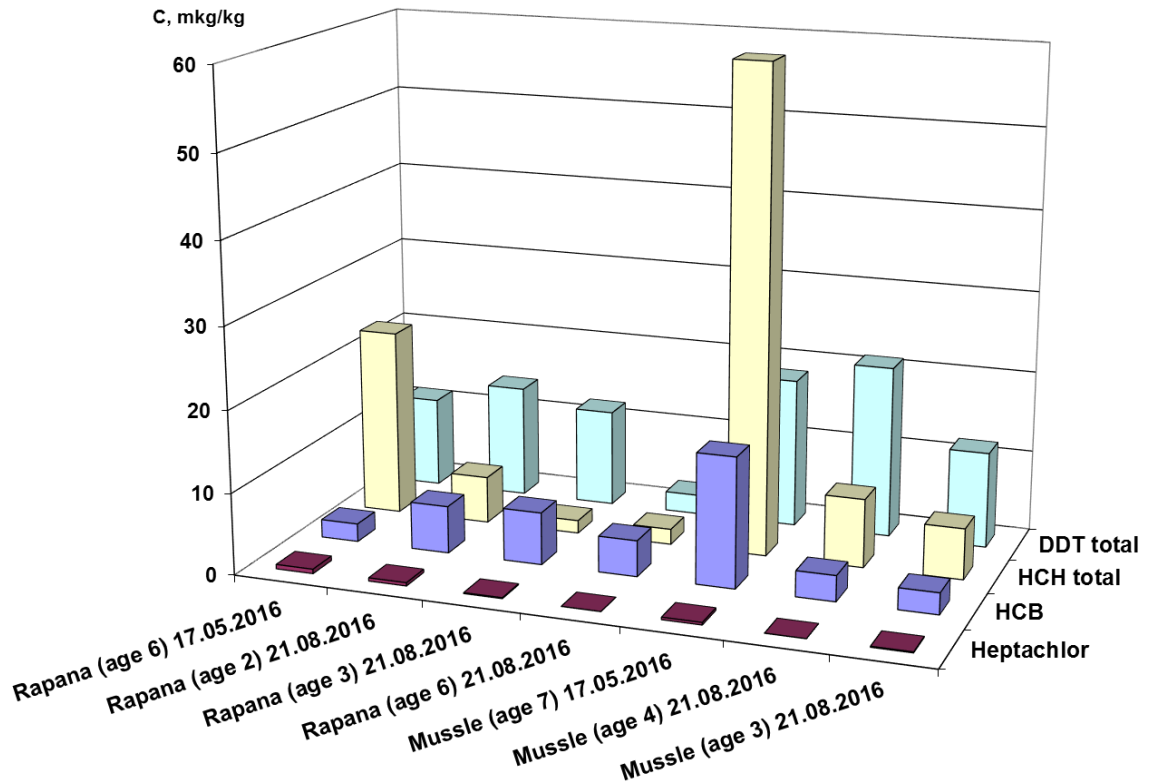


Рисунок 6.17 – Концентрації ХОП в тканинах мідій і рапани (о. Зміїний)

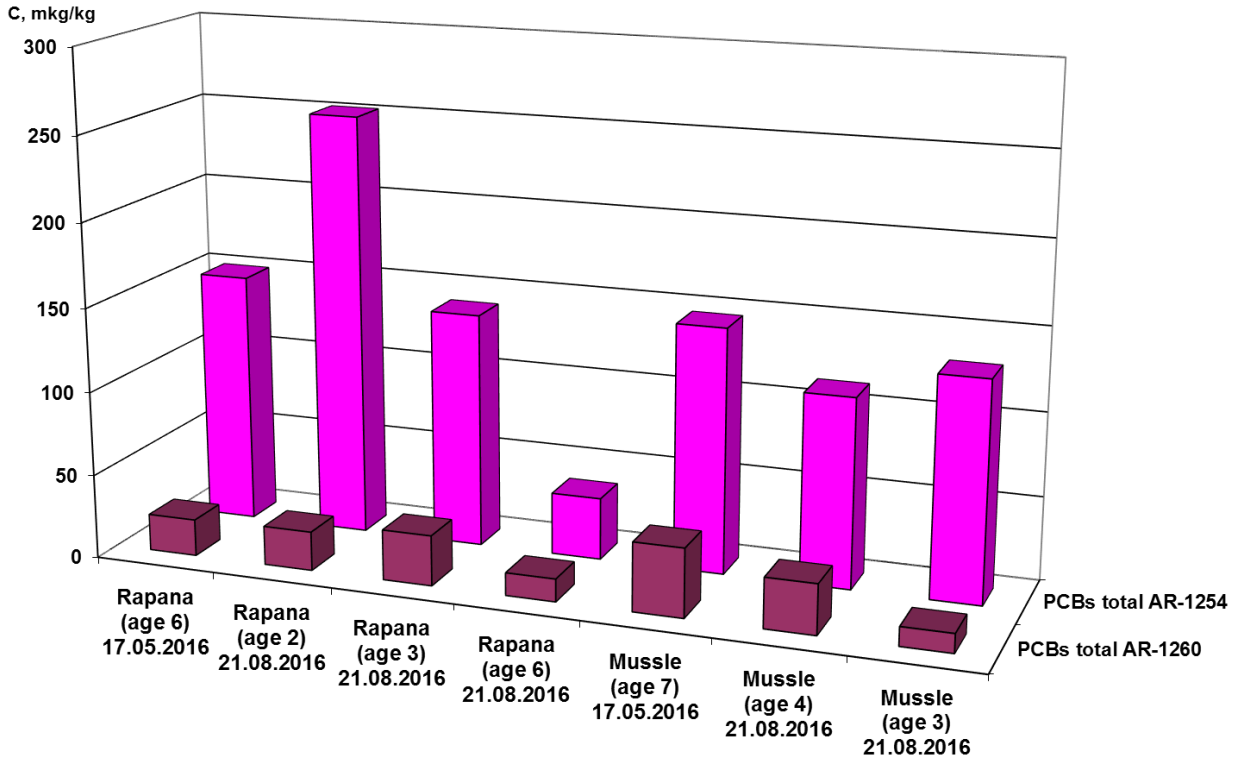


Рисунок 6.18 – Концентрації суми ПХБ в тканинах мідій і рапани (о. Зміїний)

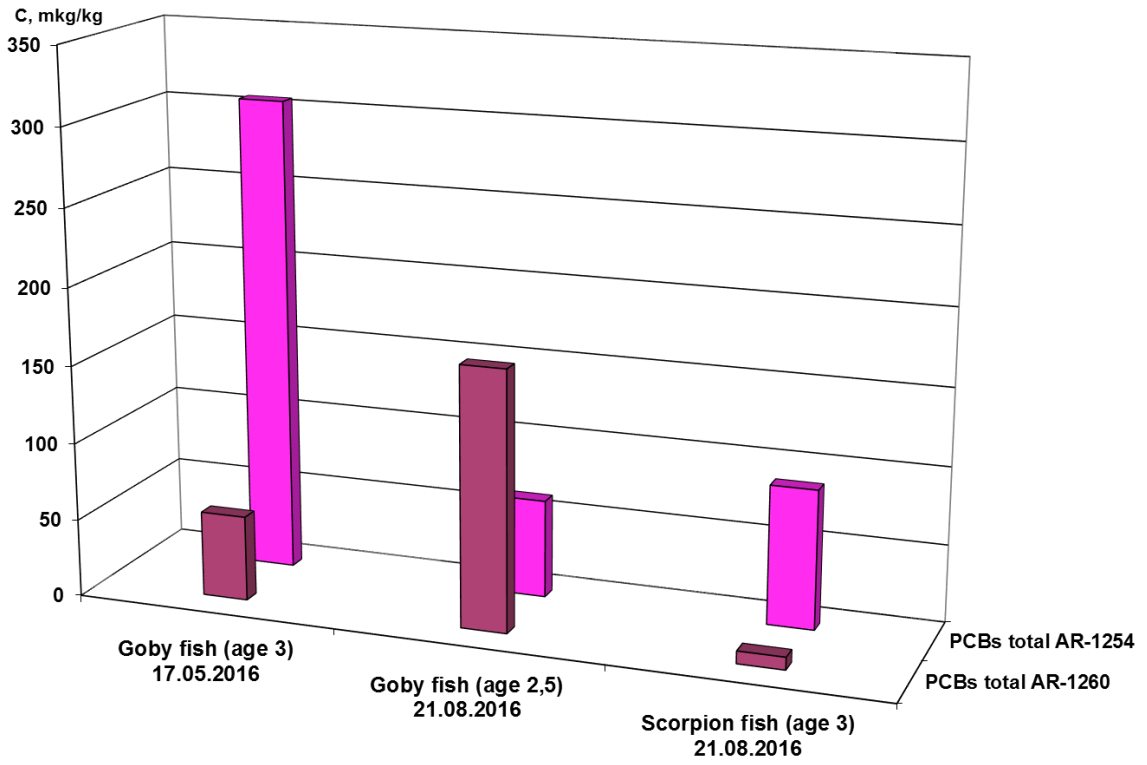


Рисунок 6.19 – Концентрації суми ПХБ в тканинах риб (о. Зміїний)



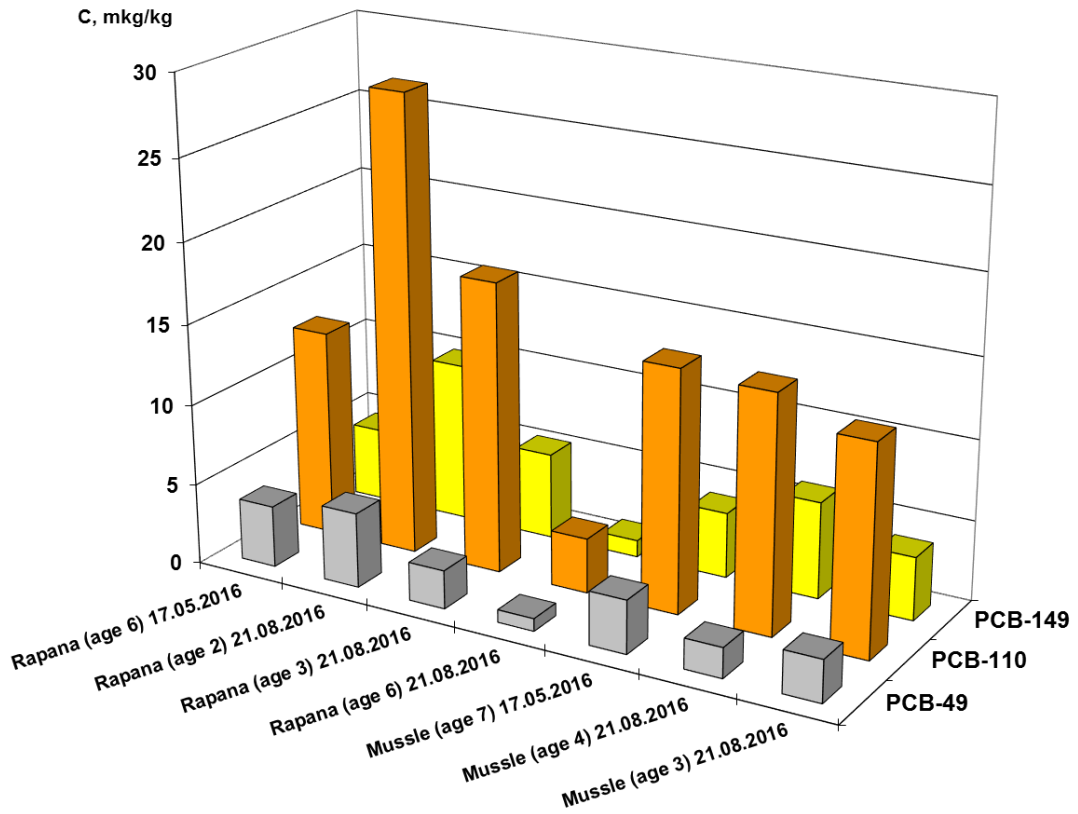


Рисунок 6.20 – Концентрації ПХБ (49, 110, 149) в тканинах мідій і рапани (о. Зміїний)

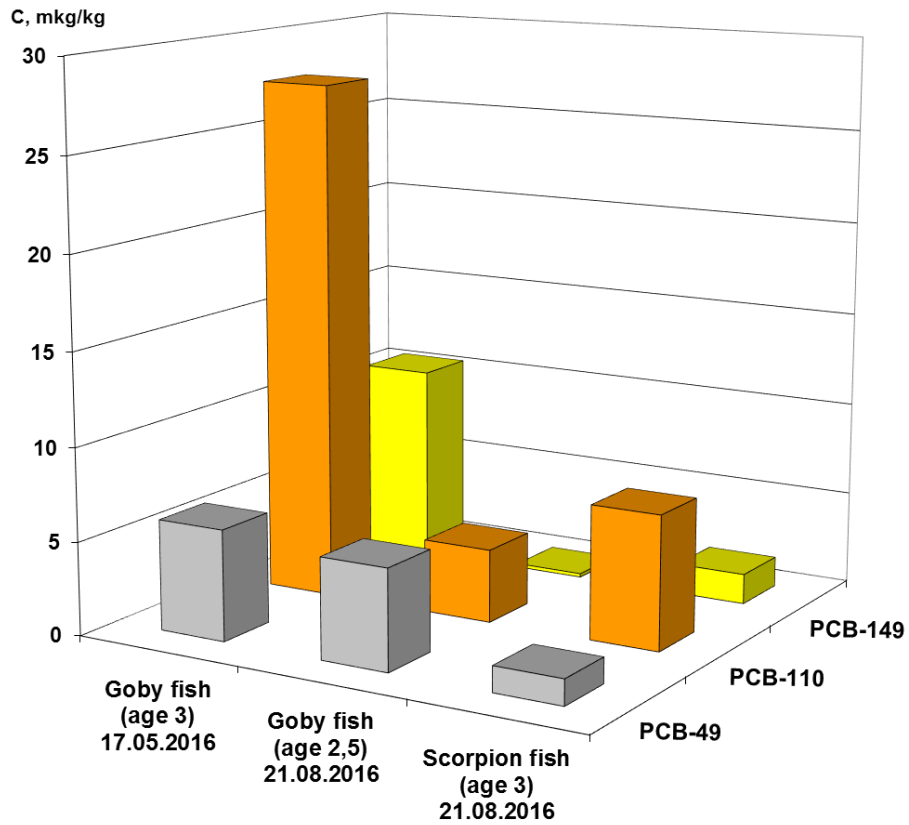


Рисунок 6.21 - Концентрації ПХБ (49, 110, 149) в тканинах риб (о. Зміїний)

6.2.4 Середні концентрації хлорорганічних пестицидів і поліхлорованих біфенілів у пробах біоти протягом 2012-2016 років

Концентрації ХОП і ПХБ в пробах біоти представлені на рисунках 6.22 та 6.27.

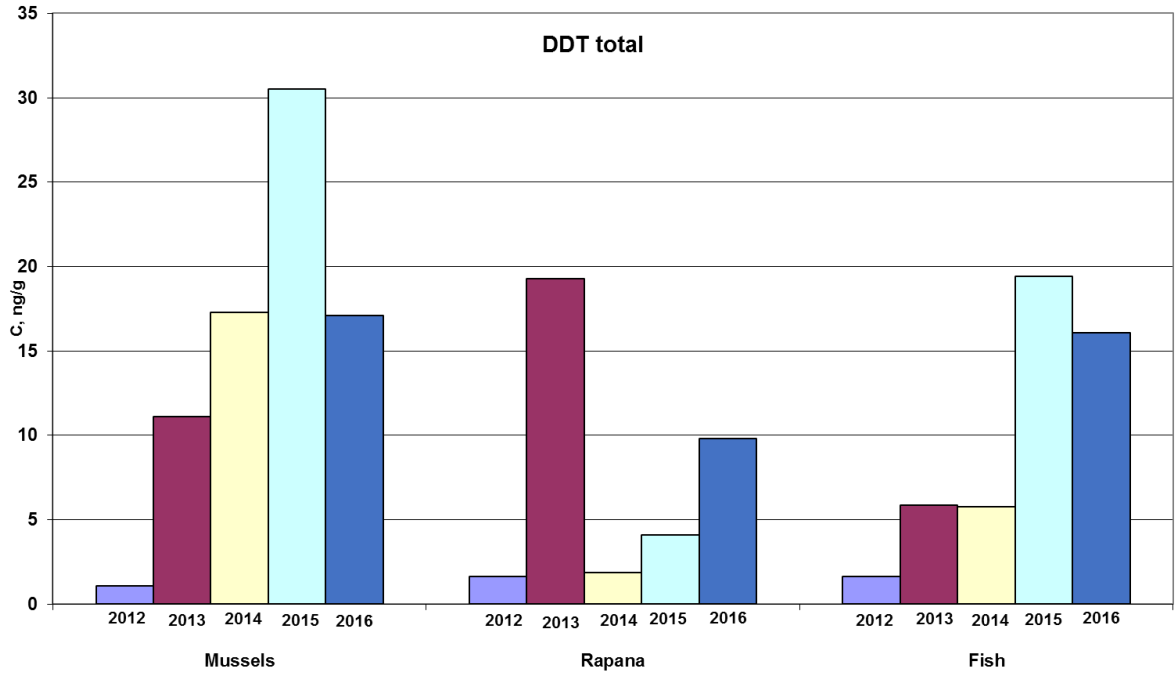


Рисунок 6.22 – Концентрації суми ДДТ у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

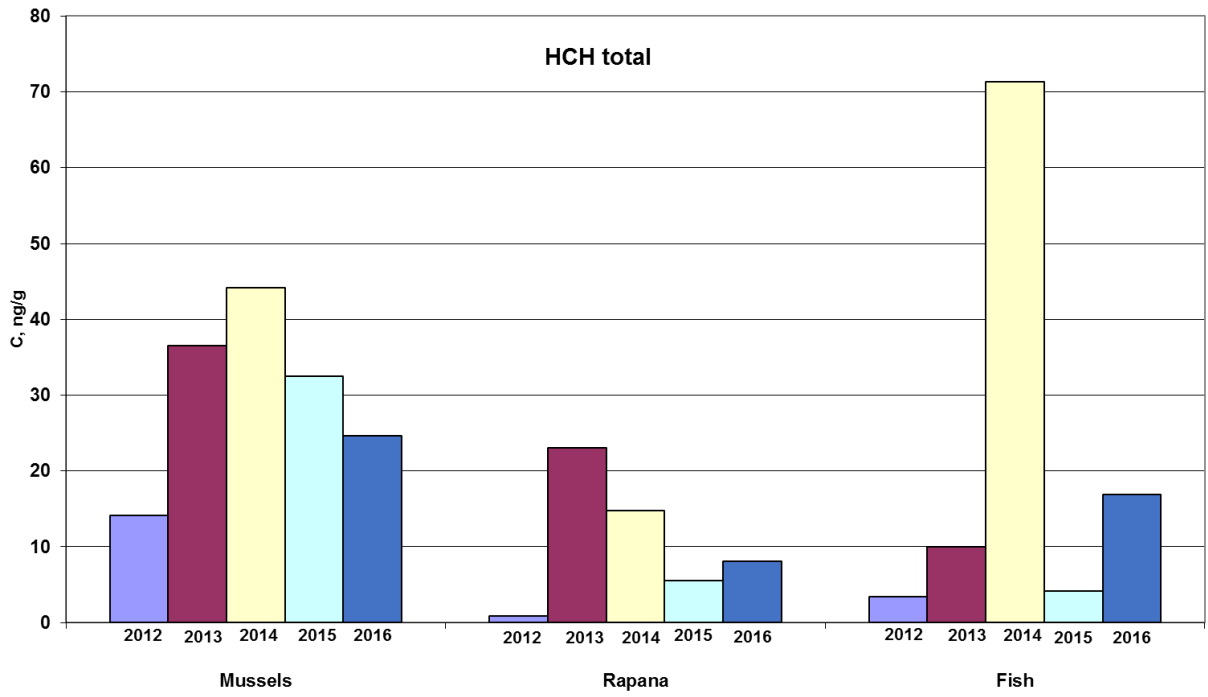


Рисунок 6.23 – Концентрації суми ізомерів гексахлорциклогексану у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

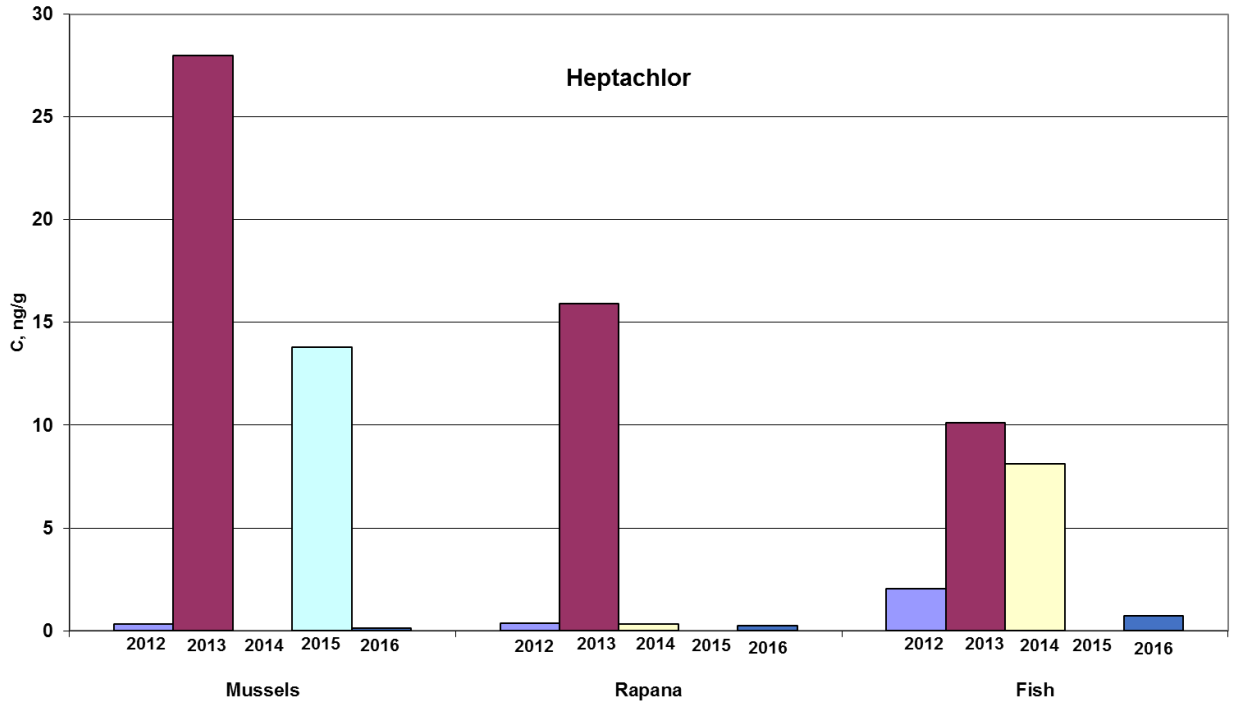


Рисунок 6.24 – Концентрації гептахлору у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

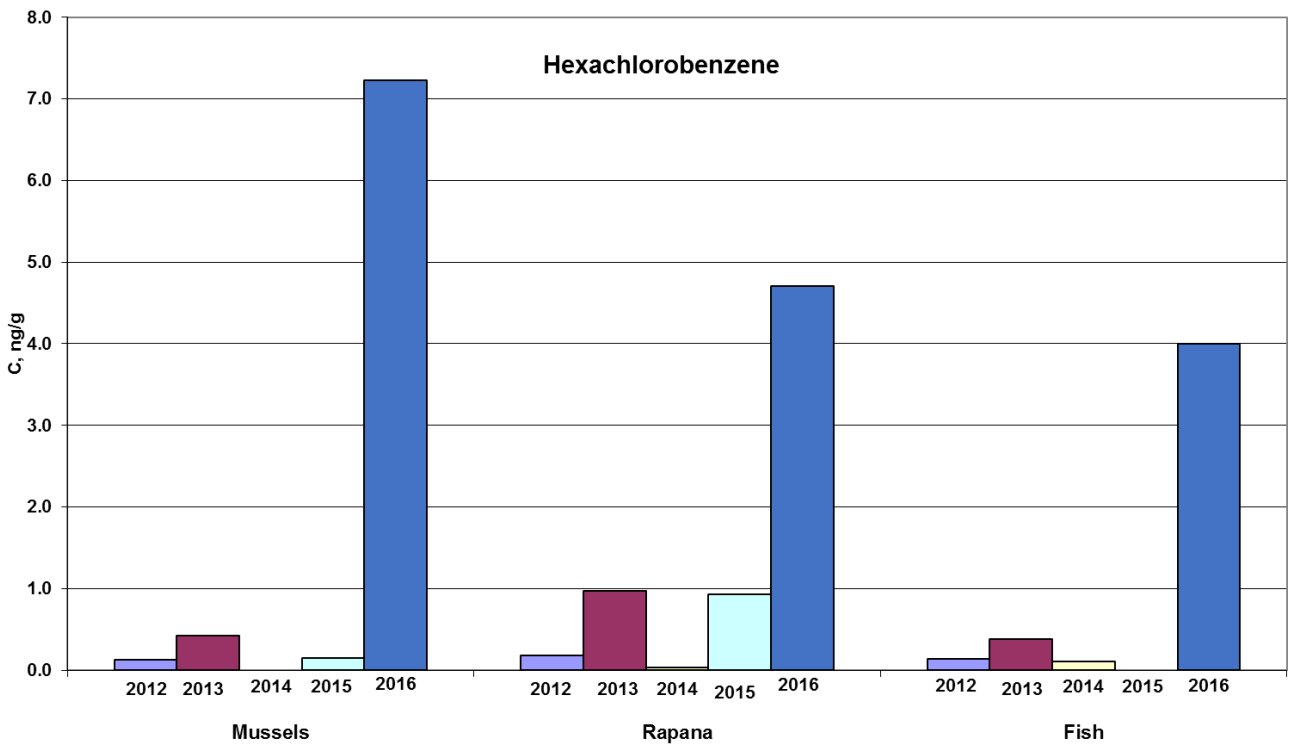


Рисунок 6.25 – Концентрації ГХБ у тканинах мідій, рапанів та риб (о. Зміїний)

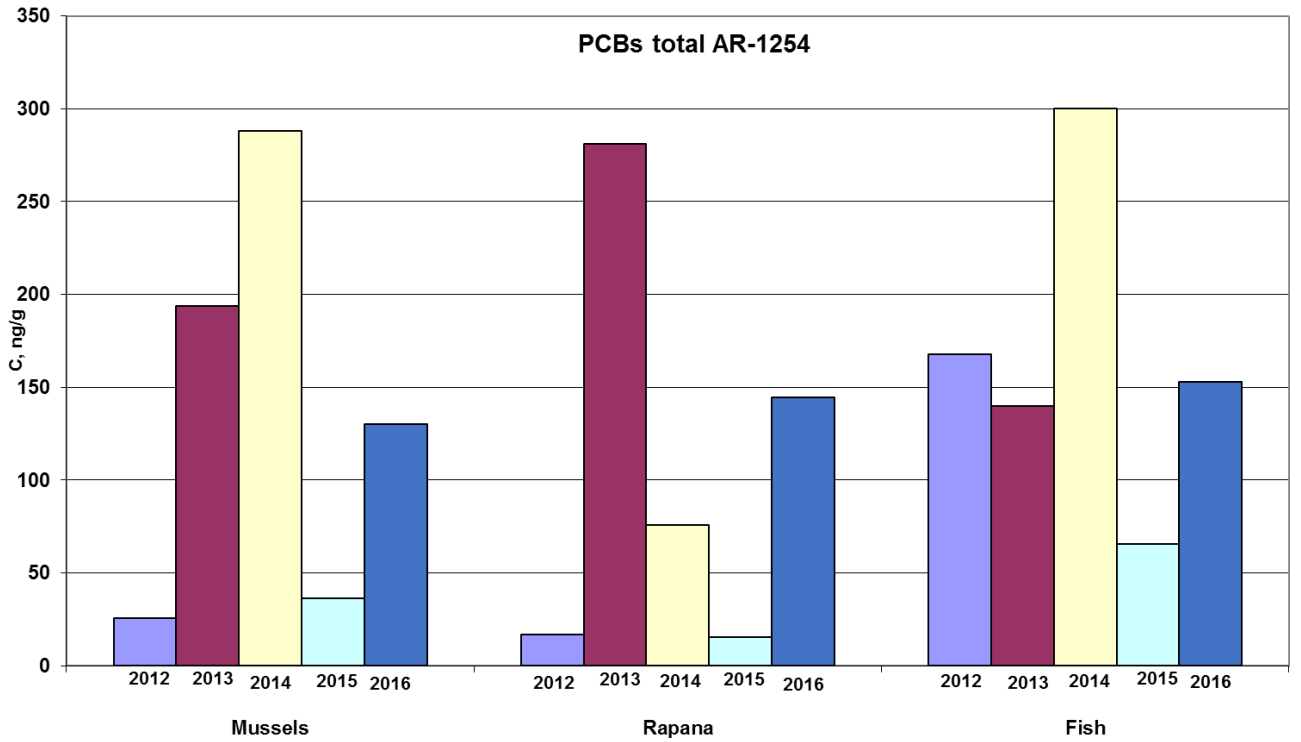


Рисунок 6.26 – Концентрації суми ПХБ (AR-1254) у тканинах мідій, рапанів та риби (о. Зміїний)

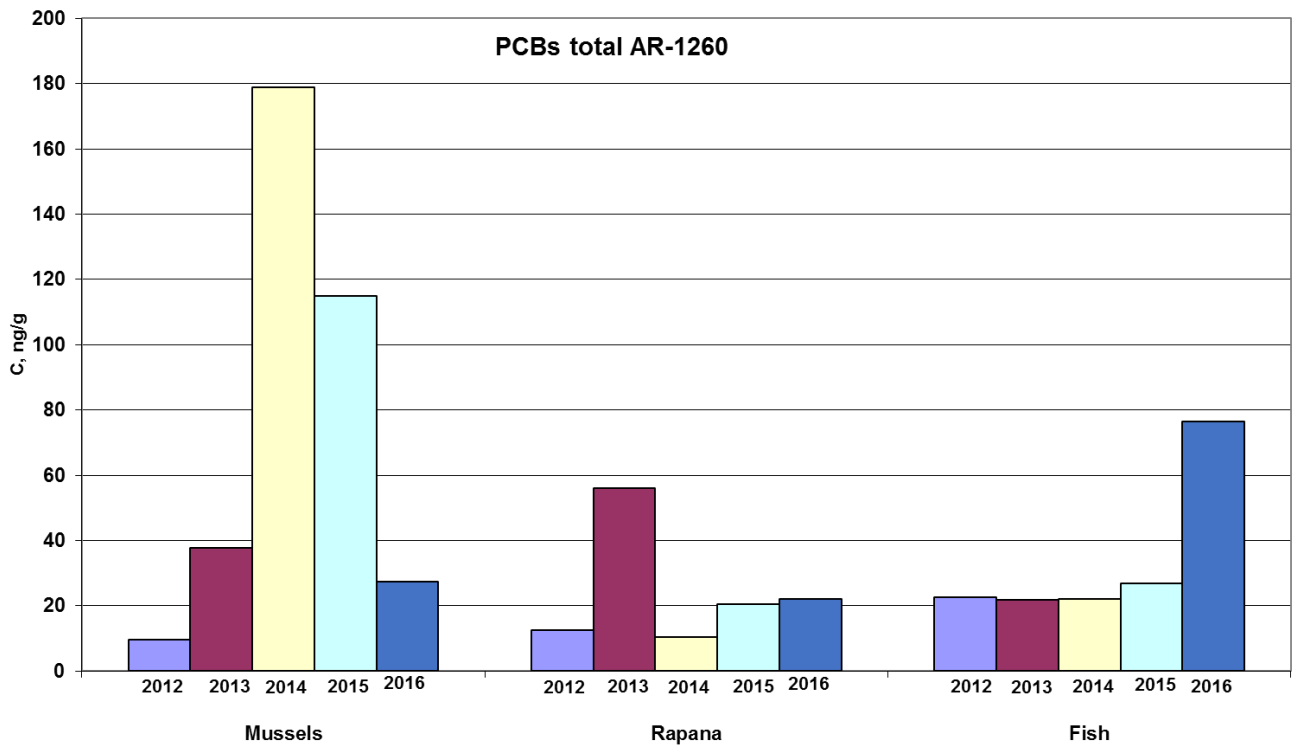


Рисунок 6.27 – Концентрації суми ПХБ (AR-1260) у тканинах мідій, рапанів та риби (о. Зміїний)

## 7 ІНША ДІЯЛЬНІСТЬ РЕГІОНАЛЬНОГО АКТИВНОГО ЦЕНТРУ З МОНІТОРІНГУ ТА ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ

### 7.1 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).

Розділ «Допомога» - відвідайте нашу службу підтримки або завантажте один з наступних файлів вручну у форматы «PDF».

Електронні адреси всіх базових секції показані нижче:

[http://rdbp.sea.gov.ua/help/pdf/help\\_MainData.pdf](http://rdbp.sea.gov.ua/help/pdf/help_MainData.pdf);

[http://rdbp.sea.gov.ua/help/pdf/help\\_QC.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/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 – 2016) рр;

- для подальшої роботи з розрахунку статистичних даних, показників і тенденцій, 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



Таблиця 7.2 – Статистика кількості параметрів за роками у воді

Група параметрів	рік										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Детергенти	1	1	1	1	1	1	1		1		
Гідрохімія	4	6	6	7	7	7	6	6	6	6	7
Гідрологія	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Біогенні речовини	4	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7
ПАВ					17	1	16				16
ПХБ					11	19	22	19	19	22	23
Пестициди					13	13	11	13	13	12	12
НВ	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

Таблиця 7.3 – Статистика кількості параметрів за роками в д/в

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

Таблиця 7.4 – Статистика кількості параметрів за роками у біоті

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



Таблиця 7.5 – Статистика кількості зразків за групами параметрів і за роками у воді

Група параметрів	рік										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Детергенти	71	79	68	149	72	219	10		10		
Гідрохімія	328	642	608	865	1 190	1 596	1 245	333	210	204	560
Гідрологія	71	279	298	227	292	371	665	134	212	312	302
Біогенні речовини	316	976	621	860	1 369	2 203	778	399	646	678	999
ПАВ					34	7	208				889
ПХБ					42	365	831	384	342	657	1 357
Пестициди					52	235	401	235	214	346	708
НВ	82	79	68	143	159	299	39	27	18	4	61
Феноли	71	79	68	48	149	168	15				
Фотосинтетичні пігменти		20									
Радіонукліди				2	7						
Токсичні метали	82	79	68	150	112	492	433	194	180	480	525

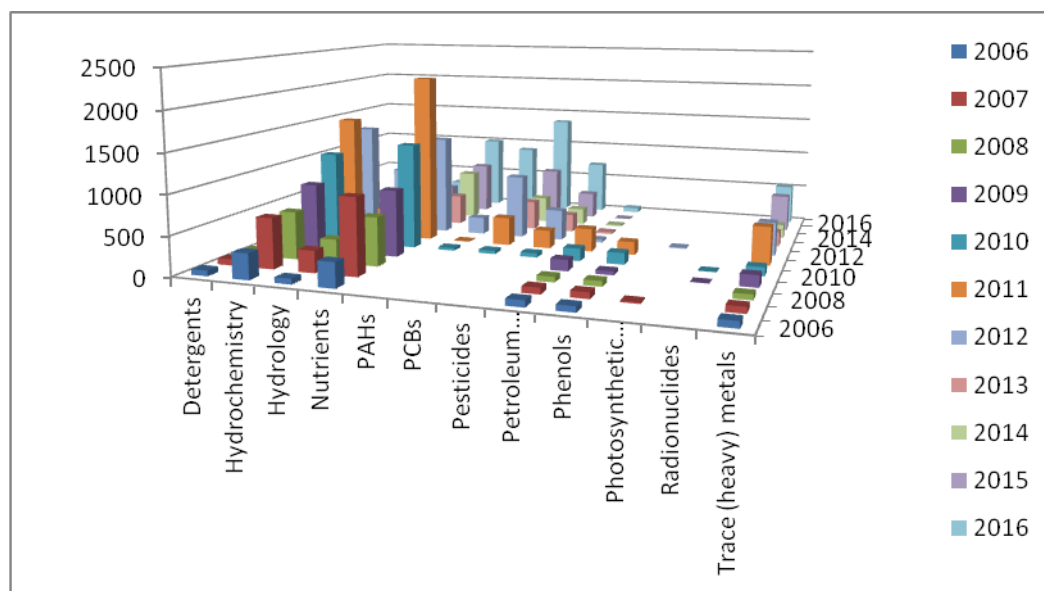


Рисунок 7.1 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у воді

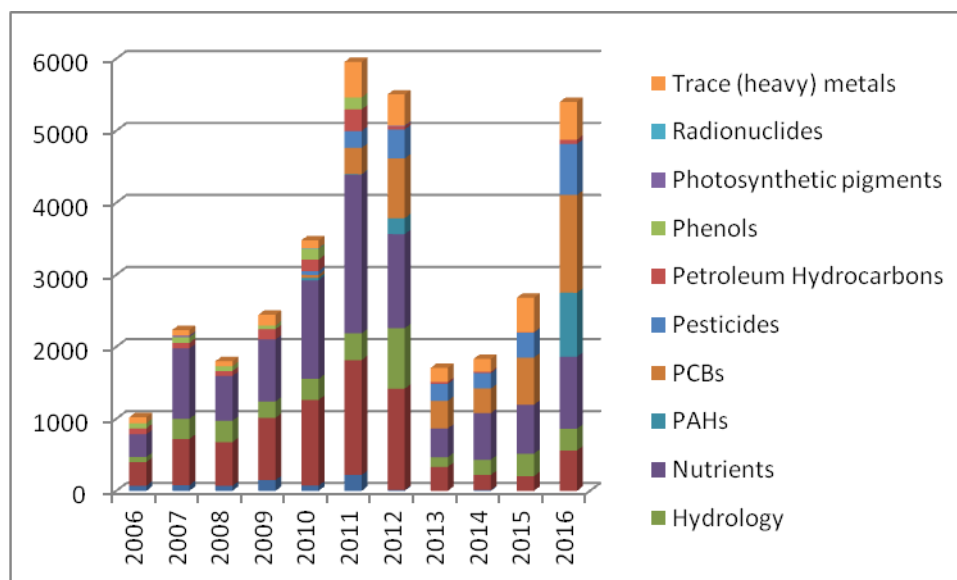


Рисунок 7.2 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у воді

Таблиця 7.6 – Статистика кількості зразків за групами параметрів і за роками в д/в

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

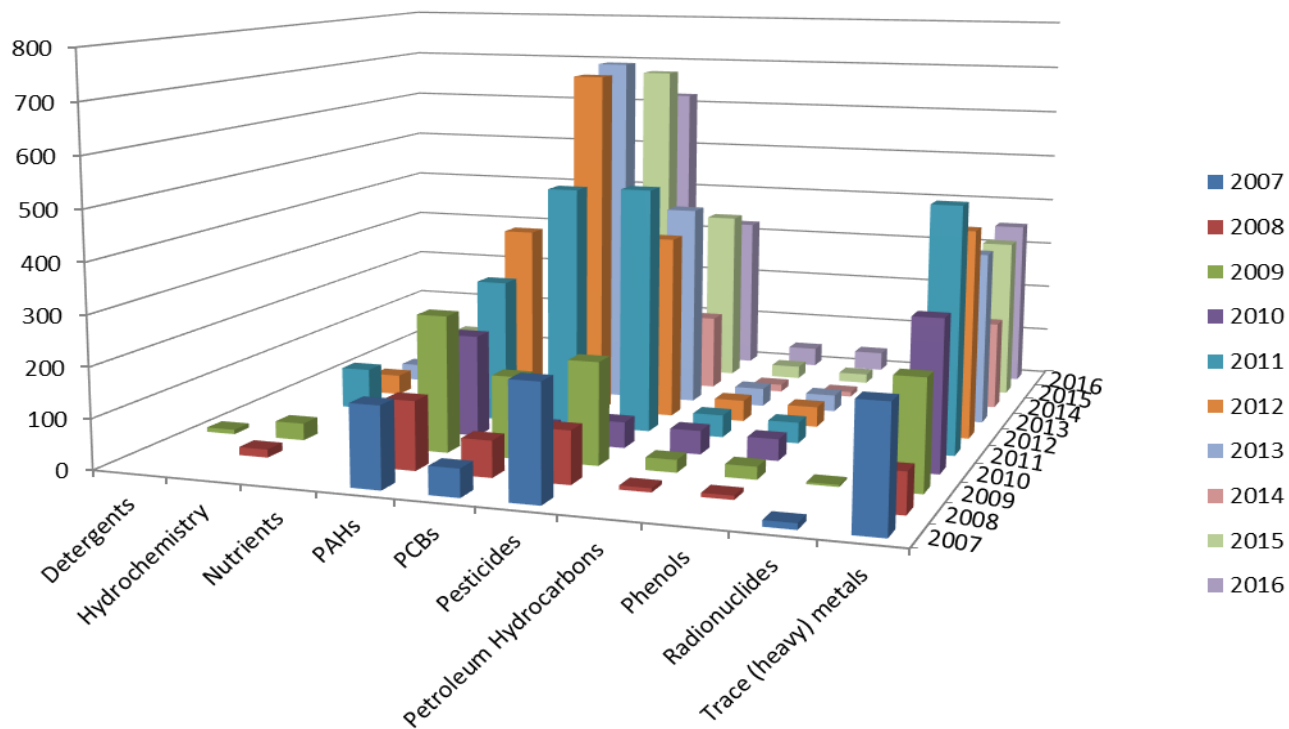


Рисунок 7.3 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і роками в д/в

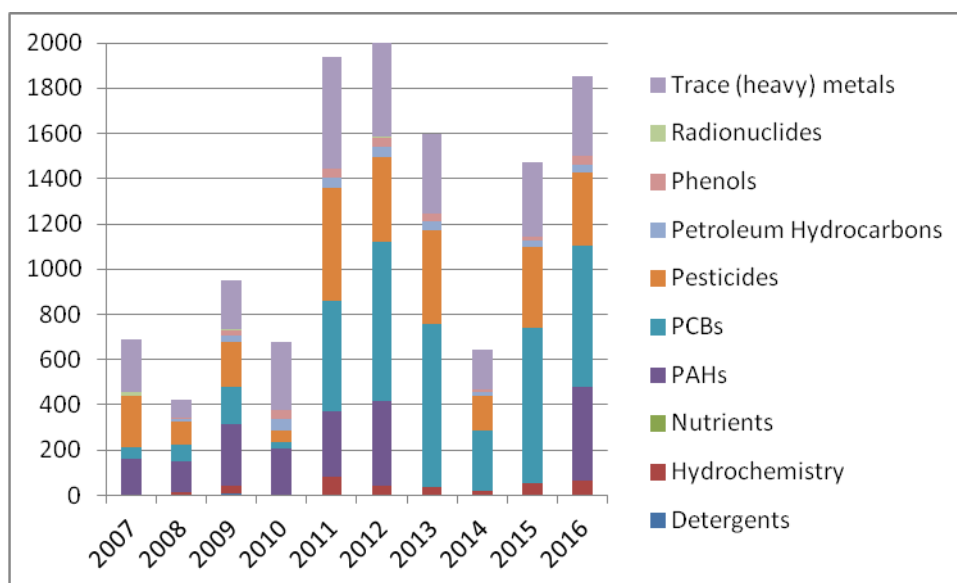


Рисунок 7.4 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів в д/в

Таблиця 7.7 – Статистика кількості зразків за групами параметрів і за роками у біоті

Група параметрів	рік				
	2012	2013	2014	2015	2016
ПХБ	160	361	320	128	414
Пестициди	88	209	176	69	216
Токсичні метали	106	193	176	70	190
ПАВ					288

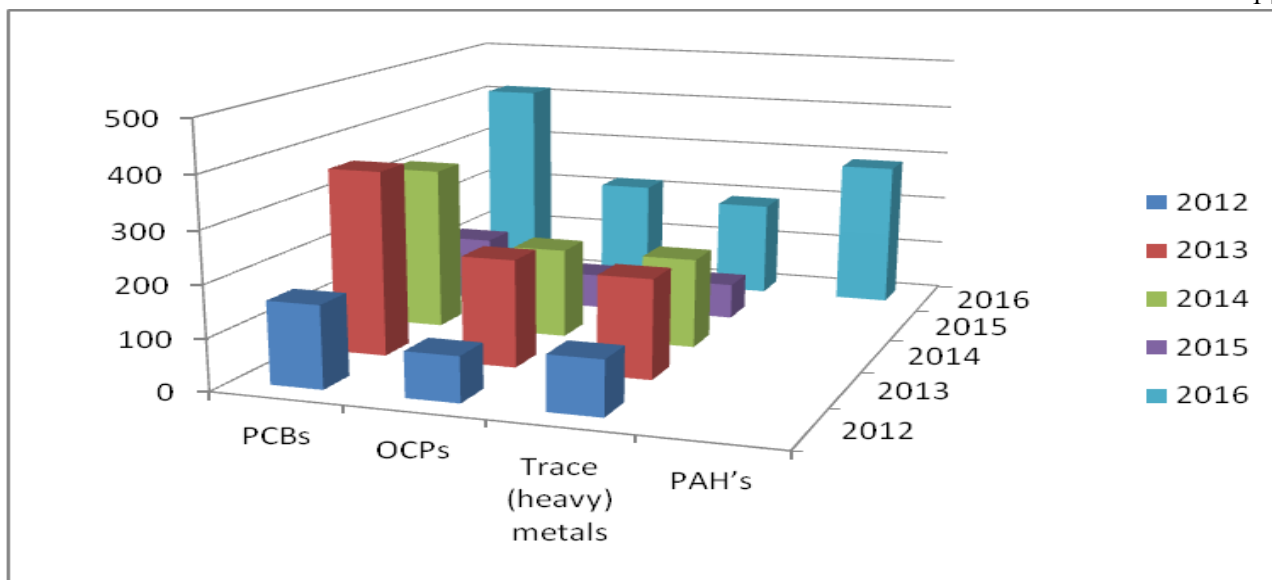


Рисунок 7.5 – Розподіл кількості зразків по групах параметрів і роках у біоті

### 7.3 Проект «EMBLAS-II»

За тендером №: 9/15 від 23.07.2015 "Покращення моніторингу навколишнього середовища Чорного моря" (грантова угода між програмою розвитку ООН та Українським науковим центром екології моря від 21 липня 2015 року, розпорядження від 23.07.2015 N 52-A).

Загальна мета проекту - покращити захист навколишнього середовища Чорного моря. Проект спрямований на загальну потребу підтримки захисту та поліпшення якості навколишнього середовища Чорного моря.

Основні види діяльності, виконані в проекті у 2016 році:

- розробка шаблонних файлів за різних напрямками (гідрологія, гідрохімія, фітопланктон тощо). Гармонізація наборів метаданих;
- створена структура бази даних, на основі файлів шаблонів;
- розробка програмного забезпечення для полегшення передачі даних з файлів шаблонів у базу даних;

- вставка даних до сервісних таблиць бази даних;
- інформація про проект додана на новий веб-сайт УкрНЦЕМ.

#### 7.4 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 1: збір даних та підготовка метаданих.

Оброблені УкрНЦЕМ метадані та підготовлені cdi/odv файли для показників води за період (2001 – 2015) рр., 162 станції та 66 параметрів. Оброблено УкрНЦЕМ метадані та підготовлено cdi/odv файли для д/в за період (2008 – 2015) рр., 70 станцій та 50 параметрів. Всі дані пройшли контроль якості, сформовані файли були розміщені на сервері УкрНЦЕМ для майбутнього доступу за допомогою диспетчера завантажень.

Робота з контролю якості та корекції даних з Люмініцією Буг, яка відповідає за аналіз даних Чорного моря. Під час роботи були виправлені наступні дані параметрів, як бензо(а)пірен (120 файлів), цезій 137 (68 файлів), ДДТ/ДДД/ДДЕ (188 файлів), сума НВ (172 файлів), важкі метали (9 файлів).

## 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 хімічного забруднення 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 2017 році була актуалізована і поповнена база даних за результатами регіонального моніторингу України у 2016 році. Представлений звіт про виконання національної частини програми регіонального моніторингу забруднення вод Чорного моря у 2016 році. Розроблене і впроваджене інформаційне – картографічне забезпечення регіональної системи моніторингу Чорного моря – <http://rdbp.sea.gov.ua/index.php>.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря : довідковий посібник [Текст] / відповід. ред. І.Д. Лоєва, І.Г. Орлова, М.Ю. Павленко, В.В. Український та ін. – Київ : КНТ, 2008. – 616 с.
- 2 Украинский В.В. Межгодовые изменения и тенденции в эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря [Текст] / В.В.Украинский, Н.Н. Гончаренко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – № 7. – С. 211–219
- 3 Water Framework Directive. Directive 2000 / 60 / EC (22 December 2000) / European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. – EC : Official Journal, 2000. – 327 p.
- 4 Giere O. Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments / O. Giere // Berlin Heidelberg: Springer. Verlag, 2009. – 527 p.
- 5 Мокиевский В. Экология морского мейобентоса / В. Мокиевский. – Москва : КМК, 2009. – 286 с.
- 6 Мейобентос: методическое пособие по полевой практике / В.О. Мокиевский, Г.Д. Колбасова, С.В. Пятаева и др.; Беломор. биол. станция им. Н.А. Перцова Моск. гос. ун-та им. М. В. Ломоносова, Ин-т океанологии им. П. П. Ширшова Рос. акад. наук. - Москва : КМК, 2015. - 199 с.
- 7 Vollenveider R.A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale turbidity and generalized water quality index [Text] / R.A. Vollenveider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // Enviromentrics. – 1998. – № 9. – P. 329–357

ДОДАТОК А  
Публікації в 2016 році

1 Шурда К.Э. Анализ причин возникновения и оценка экологических рисков в Украине (на примере Одесской обл.) / К.Э. Шурда // East European Scientific Journal. – 2016. – Vol. 4, № 2(6). – P. 185-192

2 Шурда К.Э. Инструменты эффективной организации регионального регулирования рекреационной деятельности / К.Э. Шурда // Вісник Одеського державного екологічного університету : зб. наук. пр. – Одеса, 2016. – Вип. 20. – С. 29-39

3 The CoCoNET solution for management and access heterogenous marine datasets and metadata : публікація до розділу «Метадані згідно ISO 19115, ISO19139 для карт екологічної чутливості» / Bollettino di Geofisica. Teorica ed applicate. Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale. — 2016. – Vol. 57. – С. 135

4 Gladilina E. V. Abundance and summer distribution of alocalstock of Black Sea bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae), in coastal waters near Sudak (Ukraine, Crimea) / E. V. Gladilina, P. E. Gol'din // Vestnik Zoologii. – 2016. – № 50. – P. 49–56

5 Гольдін П. Є. Підземні кити України / П. Є. Гольдін // Вісник НАН України. – 2016 – № 10 . – С. 51–59

6 Gol'din P. Habitat shapes skull profile of small cetaceans: evidence from geographical variation in Black Sea harbour porpoises (*Phocoenaphocoenarelicta*) / P.Gol'din, K. Vishnyakova // Zoomorphology. – 2016. – № 135(3). – С. 387–393

7 Gol'din P. The latest dated historical record of the wildcat (*Felis silvestris*) from Crimea / P. Gol'din, E. Gladilina, D. Startsev // Proceedings of the Theriological School. – 2015. – № 13. – С. 57–60

8 Gol'din P. *Mirocetus riabinini* and early evolution of Neoceti / P. Gol'din // The Evolution of Marine Mammals Honoring Guram Mchedlidze : symposium : (29 September – 1 October 2016 y., Tbilisi, Georgia ). – Tbilisi, 2016. – P. 5



9 Gol'din P. New data on marine mammals from the Miocene of Moldova / P Gol'din, T. Obadă, V. Mararescul // The Evolution of Marine Mammals Honoring Guram Mchedlidze : symposium : (29 September – 1 October 2016 y., Tbilisi, Georgia ). – Tbilisi, 2016. – P. 19

10 Теренько Г.В. Гущина Е.Г. Цветение воды, вызванное синезеленой водорослью *Dolichospermum flosaquae* (Brébisson ex Bornet et Flahault) P. Wacklin, L. Hoffmann et J. Komárek в Одесском заливе Чёрного моря в мае-июне 2013 г. Г.В. Теренько, Е.Г. Гущина // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды : мат. межд. науч. конф. : (12-17 сентября 2016 г., Нарочь, Беларусь). – Нарочь, 2016. – С. 185 – 187

11 Yanko-Hombach V.V. Foraminifera as indicators of environmental stress in marine ecosystems: new evidence from the Romanian and Ukrainian (Black Sea) shelf, / Yanko- V.V. Hombach, S. P. Kovalishina, T.O. Kondaryuk // From the Caspian to the Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary : proceedings of the Fourth Plenary Conference IGCP : ( 2-9 October 2016 y., Tbilisi, Georgia). – Tbilisi, 2016. – P. 207 – 212