УДК 556.11, 502.2.08; 504.423

КП 70.03.07

№ держреєстрації 0119U103548

Інв. №

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор УкрНЦЕМ
канд.геогр.наук, старш.наук.співроб.
_____ В.М. Коморін

____._____ 2021 року

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ПІДГОТОВКА ЗВІТІВ РЕГІОНАЛЬНОГО АКТИВНОГО ЦЕНТРУ ПО МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНЦІ ЗАБРУДНЕННЯ У 2019 Р. У ФОРМАТІ СЕКРЕТАРІАТУ ЧОРНОМОРСЬКОЇ КОМІСІЇ

Науковий керівник
начальник ВАД та ОМ Ю.М. Деньга

2020

Рукопис закінчено 28 грудня 2020 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ,
протокол № ____ від _____

СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець, начальник відділу аналітичних досліджень та організації моніторингу (ВАДтаОМ)	_____	Ю.М. Деньга (розділ 1, 2, 3, 6)
Виконавці: Заступник директора - керівник Морського інформаційного аналітичного центру (МІАЦ),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)
Наук. співроб.наукових досліджень та охорони морських біоценозів, канд. біол. наук	_____	М.О. Грандова (розділ 4, 5)
Начальник відділу геоінформаційного аналізу	_____	О.В. Лепьошкін (картографічний матеріал)
Завідувач сектором баз даних моніторингу Причорноморських країн відділу інформаційного забезпечення наукових досліджень	_____	О.В. М’яснікова (розділ 2, 3, 6)
Завідувач лабораторії хіміко-аналітичних досліджень ВАДтаОМ	_____	Ю.В. Олейнік (розділ 3)
Наук. співроб. відділу аналізу морських екосистем та антропогенного навантаження МІАЦ	_____	А.С. Тітяпкін (розділ 2,3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 96 с., рис. 38, табл. 29, джерел 24.

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 2019 році виконано 4 експедиції в Чорному морі (57 станцій моніторингу). Мета досліджень: оцінка стану та тенденції його змін для визначення основних першочергових заходів щодо зменшення антропогенного впливу на морське середовище.

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

ЗМІСТ

С.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 6

ВСТУП 9

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ 10

1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2019 році 10

1.2 Кількість станцій (місця відбору, карта) 10

1.3 Перелік параметрів моніторингу 15

1.4 Національні установи 16

1.5 Презентація даних 16

1.6 Фінансування 16

1.7 Розмір фінансування 17

1.8 Гарантія якості та організація контролю якості в залучених лабораторіях 17

1.9 Міжнародна інтеркалібрація 18

1.10 Імена авторів щорічної доповіді 18

1.11 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2019 році 18

2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ 26

2.1 Матеріали та методи 27

2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти дунаю у травні 2019 року 29

2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти дунаю у листопаді 2019 року 33

2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2019 році 36

3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2019 РОКУ 41

3.1 Екологічний стан морських вод за змістом забруднювачів 41
3.2 Екологічний стан донних відкладень за змістом забруднювачів 45
3.3 Екологічний стан біологічних обєктів за змістом забруднювачів 52
4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ПРИБЕРЕЖНИХ СПІЛЬНОТ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ДАНИМИ 2019 РОКУ 54
4.1 Матеріали та методи 54
4.2 Фітопланктон 55
4.3 Зоопланктон 60
4.4 Макрозообентос 65
4.5 Концентрація хлорофілу-α 73
5 ЕВТРОФІКАЦІЯ 78
6 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ 83
6.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень чорноморської інформаційної системи 83
6.2 Огляд потоків даних моніторингу регіональної бази даних по забрудненню України в 2019 році 84
ВИСНОВКИ 89
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 90
ДОДАТОК А 93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВАД та ОМ – відділ аналітичних досліджень та організації моніторингу;

АМВІ – індекс стану біоценозів на станції;

АМЕ та АН – аналізу морських екосистем та антропогенного навантаження;

БСК5 – біохімічне споживання кисню;

БДМПК – бази данних моніторингу Причорноморських країн;

ГДК – гранично допустимі концентрації;

ГІА – геоінформаційний аналіз;

ГХБ – гексахлорбензол;

α-ГХЦГ – α гексахлорциклогексан;

β-ГХЦГ – β гексахлорциклогексан;

д/в – донні відкладення;

ДДТ – р,р-діхлордіфенілтрихлоретан;

ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;

ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;

ДЕС – добрий екологічний стан;

ЕН – екологічний норматив;

ЄС – європейський союз;

ІЗНД – інформаційне забезпечення наукових досліджень;

КНР – китайська народна республіка;

МІАЦ – морський інформаційно-аналітичний центр;

МОК – міжурядова океанографічна комісія;

НВ – нафтові вуглеводні;

НДС – науково-дослідне судно;

НДР – науково-дослідна робота;

НДМС – наукових досліджень морського середовища;

НД та ОМБ – наукових досліджень та охорони морських біоценозів;

НОМПЕЕ та А – наукових основ морського природокористування,

екологічної експертизи та аудиту;

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

ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;

ПЗЧМ – північно-західна частина моря;

ПЗШ – північно-західний шельф;

ПХБ – поліхлорбіфеніли;

РАЦ МОЗ – Регіональний активний центр з моніторингу та оцінки забруднення (RAC PMA – Regional Activity Centre of Pollution Monitoring and Assessment);

РБД-З – регіональна база даних по забрудненню;

РІС – розробки інформаційних систем;

СГД - сектор гідрофізичних досліджень;

$С_{орг.}$ – вуглець органічний;

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;

США – сполучені штати америки;

ТМ – токсичні метали;

УкрНЦЕМ– Український науковий центр екології моря;

ХАД – хіміко-аналітичних досліджень;

ХОП – хлорорганічні пестициди;

ЧМК – Чорноморська Комісія;

ACCOBAMS – Соглашение по Сохранению Китообразных в Чёрном и Средиземном морях, а также прилегающей Области Атлантики (Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area);

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: мг·$м^{-3}$– для планктонних та мг $м^{-2}$ – для бентосних;

BSIMAP – Чорноморська Програма Комплексного Моніторингу та Оцінки;

BSIS - Чорноморська інформаційна система;

BS-SAP – Стратегічний план дій по відновленню і захисту Чорного моря;

CS - Contamination Score (оцінка забруднення);

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

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

GES – добрий екологічний статус (Good Environmental Status);

Kz - коефіцієнт забруднення;

MAC – максимальна допустима концентрація (Maximum Allowed Concentration);

WFD – Водна Рамочна Директива;

MSFD - Рамкова Директива про морську стратегію;

PCB – Polychlorobiphenyl;

TRIX – індекс трофності вод;

WORMS - Світовий реєстр морських видів.

ВСТУП

Метою науково-дослідної роботи (НДР) є підтримка системи моніторингу морського середовища в 2019 році, яка була спрямована на вивчення основних екологічних проблем Чорного моря – евтрофікації вод та хімічного забруднення морського середовища.

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

До Секретаріату Стамбульської Комісії представлений Звіт про виконання національної частини програми регіонального моніторингу забруднення вод Чорного моря у 2019 році.

1 ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

1.1 Кількість експедицій виконаних для моніторингу та оцінки забруднення в 2019 році

УкрНЦЕМ провів дві експедиції по моніторингу та оцінці забруднення Чорного моря у 2019 році. Експедиції проводились у травні та листопаді 2019 року та досліджували відкриту морську зону поблизу дельти Дунаю.

В Звіт включено результати двох експедицій в рамках проекту «EMBLAS- Plus»: експедиція «NMS-UA» на дослідницькому судні "Огюст Пікард" в національних водах України та спільна міжнародна експедиція «JBSS-GE-UA» на НДС "Mare Nigrum".

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

1.2 Кількість станцій (місця відбору, карта)

Існуюча мережа станцій екологічного моніторингу Чорного моря (BSIMAP), в українській частині, в 2019 році включає 57 станцій. Опис цих станцій представлений в таблиці 1.1. Місця розташування станцій представлені на рисунках 1.1, 1.2.

Таблиця 1.1 – Українські станції BSIMAP у 2019 році

н/п	Номер станції	Широта	Довгота	Місце розташування	Виконавець
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Дельта Дунаю (травень 2019 року)					
1	6	45,3531	29,8617	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
2	7	45,3392	29,7650	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
3	7-1	45,3358	29,7745	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
4	7-2	45,3290	29,7867	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
5	8	45,3225	29,7996	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
6	10-8	45,3237	29,8683	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
7	10-9	45,3247	29,8726	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
8	10-15	45,3216	29,8716	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
9	10-22	45,3193	29,8756	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
10	17	45,2561	29,8407	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
11	18	45,2727	29,8162	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
12	19	45,2917	29,7860	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Дельта Дунаю (листопад 2019 року)					
1	6	45,3525	29,8625	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
2	7	45,3375	29,7642	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
3	7-1	45,3358	29,7742	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
4	7-2	45,3283	29,7867	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
5	8	45,3230	29,7987	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
6	10-8	45,3243	29,8679	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
7	10-9	45,3261	29,8725	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
8	10-15	45,3221	29,8720	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
9	10-22	45,3189	29,8756	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
10	17	45,2636	29,8462	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
11	18	45,2735	29,8159	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
12	19	45,2917	29,7901	Дельта Дунаю	УкрНЦЕМ
Експедиція «NMS-UA 2019» (вересень-жовтень 2019 року)					
1	NMS-UA-1	46,6272	31,1738	Дніпровський район (CW7)	УкрНЦЕМ
2	NMS-UA-2	46,6011	31,0315	Дніпровський район (CW7)	УкрНЦЕМ
3	NMS-UA-3	46,5530	30,7692	Дніпровський район (CW6)	УкрНЦЕМ
4	NMS-UA-4	46,4942	30,7493	Дніпровський район (CW6)	УкрНЦЕМ
5	NMS-UA-5	46,4517	30,7693	Дніпровський район (CW5)	УкрНЦЕМ
6	NMS-UA-6	46,4438	30,7722	Дніпровський район (CW5)	УкрНЦЕМ
7	NMS-UA-7	46,4385	30,7722	Дніпровський район (CW5)	УкрНЦЕМ
8	NMS-UA-8	46,4275	30,7683	Дніпровський район (CW5)	УкрНЦЕМ
9	NMS-UA-9	46,3675	30,7303	Дніпровський район (CW5)	УкрНЦЕМ
10	NMS-UA-10	46,1967	30,6556	Дністровський район (CW5)	УкрНЦЕМ
11	NMS-UA-11	46,0636	30,4703	Дністровський район (CW4)	УкрНЦЕМ
12	NMS-UA-12	45,8733	30,2531	Дністровський район (CW3)	УкрНЦЕМ
13	NMS-UA-13	45,6031	29,7839	Дунайський район (CW2)	УкрНЦЕМ
14	NMS-UA-14	45,2986	29,7739	Дунайський район (TW5)	УкрНЦЕМ
15	NMS-UA-15	45,2533	30,2106	Дунайський район (CW1)	УкрНЦЕМ
16	NMS-UA-16	45,8325	31,0000	Район змішування 2	УкрНЦЕМ
17	NMS-UA-17	45,6667	31,2506	Район змішування 2	УкрНЦЕМ
18	NMS-UA-18	46,2219	31,6669	Дніпровський район (CW9)	УкрНЦЕМ
19	NMS-UA-19	46,3933	31,7242	Дніпровський район (CW8)	УкрНЦЕМ
20	NMS-UA-20	46,6114	31,4614	Дніпровський район (CW7)	УкрНЦЕМ

Кінець таблиці 1.1

н/п	Номер станції	Широта	Довгота	Місце розташування	Виконавець
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Експедиція «JBSS GE-UA 2019» (липень-серпень 2019 року)					
1	JBSS GE-UA - 1	46,35965	31,10547	Дніпровський район	УкрНЦЕМ
2	JBSS GE-UA - 2	45,21588	31,235	Центральний район	УкрНЦЕМ
3	JBSS GE-UA - 3	44,21623	31,30413	Західний район відкритих вод	УкрНЦЕМ
4	JBSS GE-UA - 4	44,12163	31,56317	Західний район відкритих вод	УкрНЦЕМ
5	JBSS GE-UA - 5	43,39983	31,81945	Західний район відкритих вод	УкрНЦЕМ
6	JBSS GE-UA - 6	43,41833	32,87318	Західний район відкритих вод	УкрНЦЕМ
7	JBSS GE-UA - 7	43,36972	34,77332	Центральний район відкритих вод	УкрНЦЕМ
8	JBSS GE-UA - 8	43,5384	36,05857	Центральний район відкритих вод	УкрНЦЕМ
9	JBSS GE-UA - 9	42,23565	39,88095	Східний район відкритого моря	УкрНЦЕМ
10	JBSS GE-UA - 10	42,1137	40,33688	Східний район відкритого моря	УкрНЦЕМ
11	JBSS GE-UA - 11	41,93312	40,83672	Південно-східний район	УкрНЦЕМ
12	JBSS GE-UA - 12	41,78355	41,21962	Південно-східний район	УкрНЦЕМ
Острів Зміїний (2019 рік)					
1		45,2575	30,2050	ПЗШ Чорного моря	ОНУ, УкрНЦЕМ

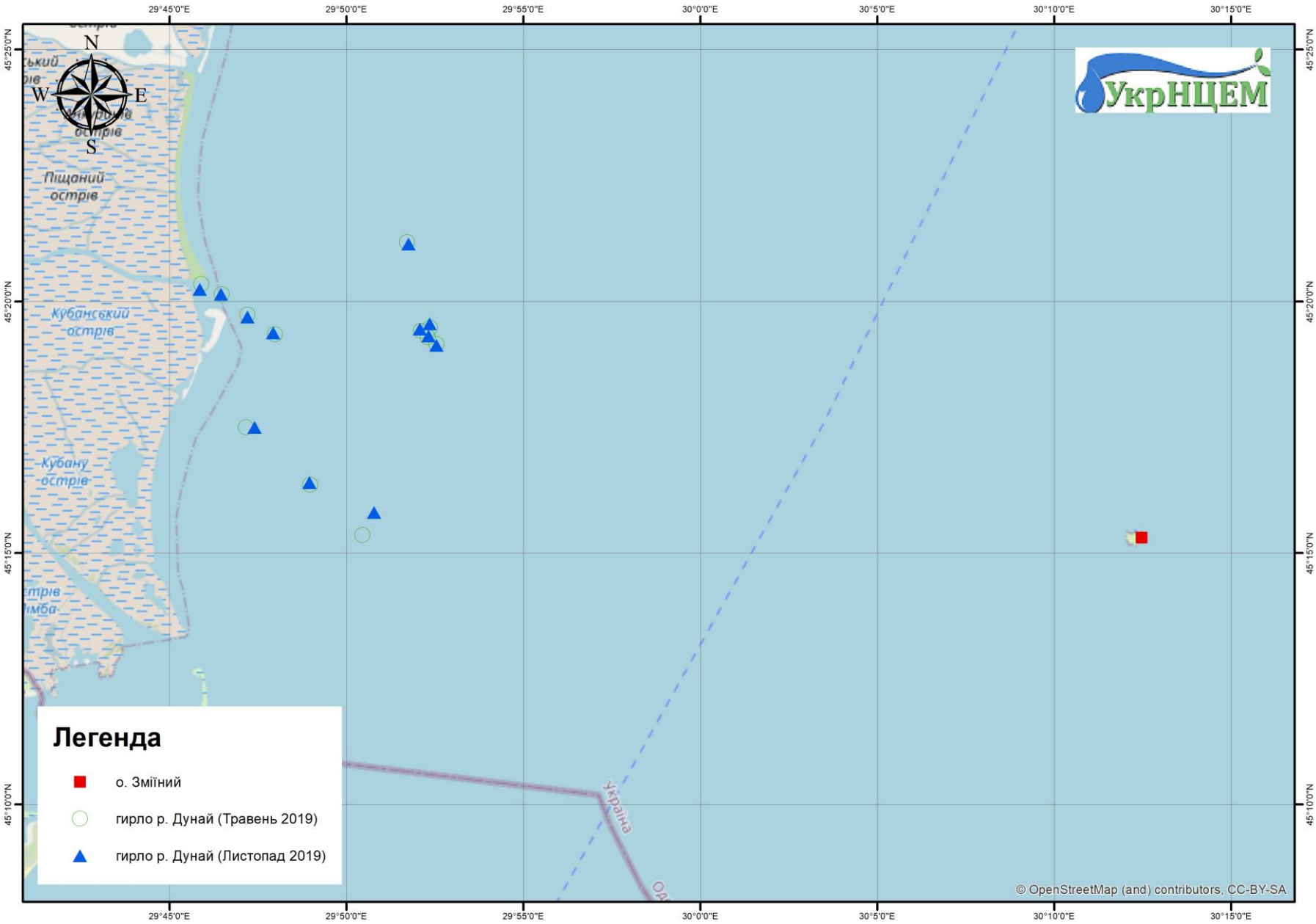


Рисунок 1.1 – Станції у 2019 році дельти Дунаю та о.Зміїний

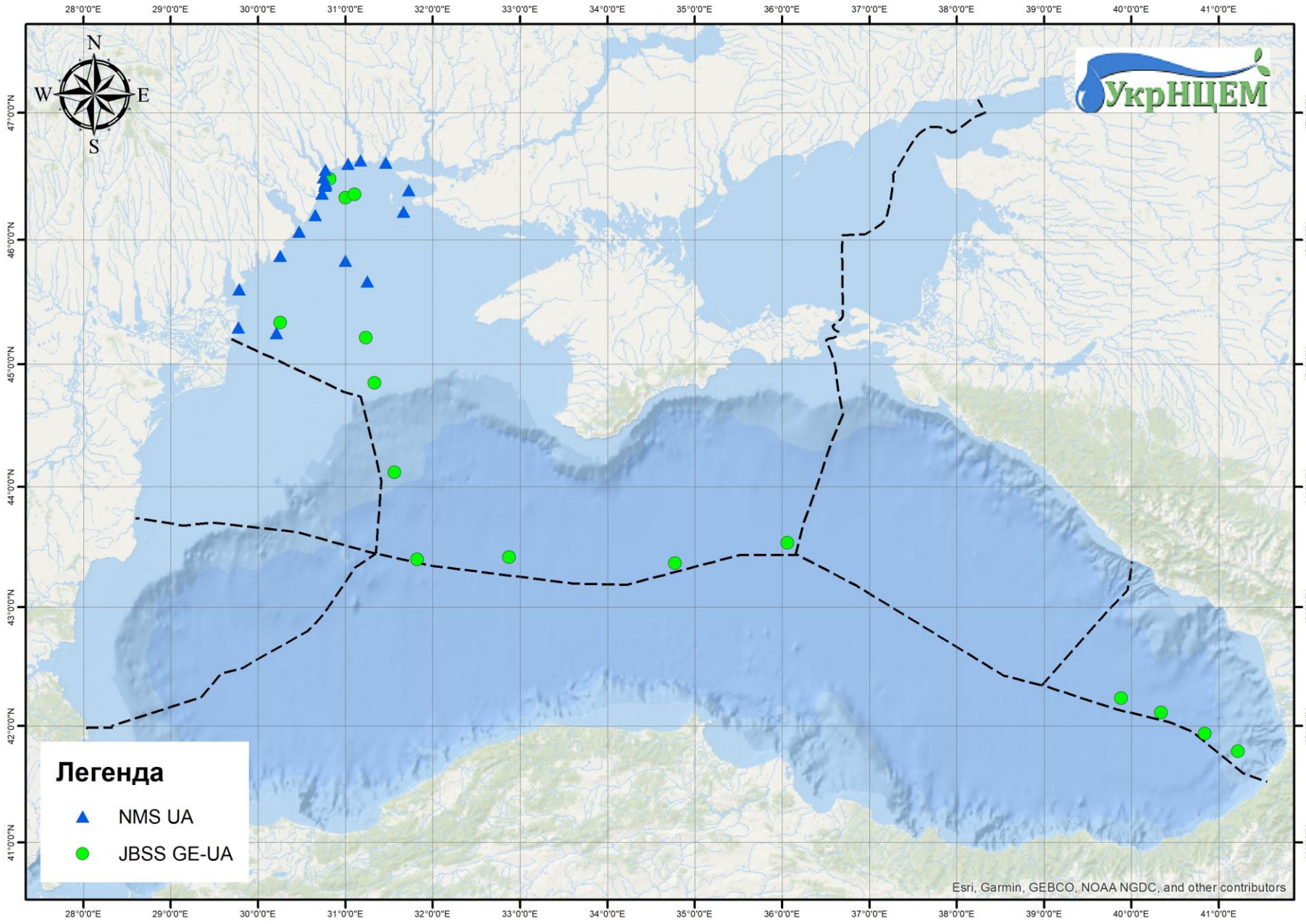


Рисунок 1.2 – Станції EMBLAS 2019 році

1.3 Перелік параметрів моніторингу

Перелік параметрів моніторингу та кількість виконаних проб у порівнянні з 2018 роком представлені в таблиці 1.2.

Таблиця1.2 – Кількість проб на підставі даних українського моніторингу в 2019 та 2018 роках

Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб		Параметр	Кіл-ть проб			
	2019 р.	2018 р.		2019 р.	2018 р.		2019 р.		2018 р.	
Гідрохімічні (вода)			**Метали (вода)**			**ПАВ[1)]**	**вода**	**д/в**	**вода**	**д/в**
Температура	255	92	Fe	88	51	Нафталін	90	51	46	26
Солоність	203	92	Mn	0	0	Аценафтілен	90	51	46	26
Водневий показник pH	211	92	Zn	88	51	Флуорен	90	51	46	26
Розчинений кисень (O_2)	162	48	Co	88	51	Аценафтен	90	51	46	26
Завислі речовини	86	48	As	88	51	Фенантрен	90	51	46	26
Прозорість	65	44	Hg	88	51	Антрацен	90	51	46	26
$БСК_5$[2)]	38	45	Cu	88	51	Флуорантен	90	51	46	26
Сорг.[3)]	94	48	Cd	88	51	Пірен	90	51	46	26
Сірководень	60	0	Pb	88	51	Бензо[a]антрацен	90	51	46	26
Фосфати	211	92	Ni	88	51	Хризен	90	51	46	26
Фосфор загальний	197	92	Cr	88	51	Бенз(б)флуорантен	90	51	46	26
Азот амонійний	211	92	Al	0	0	Бенз(к)флуорантен	90	51	46	26
Азот нітритний	211	92	**Інші органічні забруднювачі (вода)**			Бенз[a]пірен	90	51	46	26
Азот нітратний	200	92	Феноли	0	0	Дибензо[a,h] антрацен	90	51	46	26
Загальний азот	200	92	СПАР[4)]	0	0	Індено(1,2,3-c,d) пірен	90	51	46	26
Кремній	167	48	Сума НВ[5)]	30	0	Бензо[ghi]перилен	90	51	46	26
Метали (д/в)			**ПХБ[7)]$_{сум.}$ (вода)**			**ХОП[6)]**				
Zn	49	26	Ar-1254[14)]	91	51	ДДТ[8)]	91	51	49	26
Co	49	26	Ar-1260[15)]	91	51	ДДД[9)]	91	51	49	26
As	49	26	ПХБ (21 шт.)	29	21	ДДЕ[10)]	91	51	49	26
Hg	49	26	**ПХБ $_{сум.}$ (д/в)**			Ліндан	91	51	49	26
Cu	49	26	Ar-1254[13)]	49	26	α-ГХЦГ[11)]	91	51	49	26
Cd	49	26	Ar-1260[14)]	49	26	β-ГХЦГ[12)]	91	51	49	26
Pb	49	26	ПХБ (21 шт.)	29	29	ГХБ[15)]	91	51	49	26
Ni	49	26	**Інші органічні забруднювачі (д/в)**			Гептахлор	91	51	49	26
Al	49	26	Феноли	46	24	Альдрін	91	51	49	26
Fe	49	26	Сума НВ	24	24	Дільдрін	91	51	49	26
Cr	49	26	$С_{орг.}$	0	12	Ендрін	0	0	0	0

[1)] Поліциклічні ароматичні вуглеводні.
[2)] Біохімічне споживання кисню.

[3] Вуглець органічний.

Кінець таблиці 1.2

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

1.4 Національні установи

До Української моніторингової системи включені дві установи:

а) Відділ аналітичних досліджень та організації моніторингу (ВАД та ОМ) УкрНЦЕМ Міністерства енергетики та захисту довкілля (з 2020 Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України), начальник відділу Юрій Деньга;

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

1.5 Презентація даних

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

1.6 Фінансування

Фінансування забезпечувалось Міністерством енергетики та природних ресурсів України та Міністерством транспорту України.

1.7 Розмір фінансування

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

1.8 Гарантія якості та організація контролю якості в залучених лабораторіях

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

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

– використання високоякісних аналітичних стандартів для калібрування приладів;

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

– процедура калібрування і коригування вимірювальних приладів та підтримка безперервних записів цих калібрувань;

– процедура виконання аналізу холостих проб та проб з добавками;

– використання сертифікованих еталонних матеріалів та будування графіків контролю якості;

– використання дублюючих проб;

– участь в заходах з перевірки кваліфікації.

1.9 Міжнародна інтеркалібрація

В 2019 році регіональний активний центр з моніторингу та оцінки забруднення (РАЦ МОЗ) організував і прийняв участь у:

1. IAEA- NAEL ILC-IAEA-MESL-2019-01-OC – визначення стійких органічних забруднень (ПХБ, хлорорганічних пестицидів, ПБДЕ та ПАУ) у зразках риби.

1.10 Імена авторів щорічної доповіді

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

1.11 Участь у міжнародних конференціях, семінарах і зустрічах у 2019 році

Відрядження співробітників УкрНЦЕМ за кордон:

– участь у 7-мій зустрічі з питань розвитку досліджень та взаємодії у

Чорному морі з 14 по 16 січня 2019 р., м. Брюссель (Бельгія), директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М.

– участь у засіданні Керівного комітету проекту BSB-165 «Створення системи інноваційного трансграничного моніторингу перетворень річкових екосистем Чорного моря під впливом розвитку гідроенергетики та зміни клімату «HydroEcoNex» з 15 по 19 січня 2019 р., м. Кишинів (Республіка Молдова), начальника відділу АД та ОМ Деньги Ю.М., начальника відділу НД та ОМБ Ковалишиної С.П.

– участь у фінальній зустрічі EMODNET Chemistry-3 з 28 січня по 02 лютого 2019 р. м. Мадрид (Іспанія), начальника відділу ІЗНД Нерокіна О.О.

– участь в початковій нараді за темою «Підтримка імплементації європейської директиви з морської стратегії в Чорному морі через створення регіональної системи моніторингу китоподібних і моніторинг шуму для досягнення GES – CeNoBS» з 10 по14 лютого 2019р., м.Брюссель (Бельгія), наукових співробітників Вишнякової К.О. та Гольдіна П.Є.

– участь у засіданнях Керівного комітету та Першої робочої зустрічі виконавців проекту EMBLAS – Plus, з 20 по 23 лютого 2019 р., м. Стамбул (Туреччина), директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М.

– участь у зустрічі групи експертів Міжурядової океанографічної комісії ЮНЕСКО з 12 по 15 березня 2019 р., м. Париж (Франція), директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М.

– участь в Модулі «Охорона китоподібних» в рамках програми навчання з екології та підтримки ACCOBAMS, з 17 по 22 березня 2019 р., м. Стамбул (Туреччина) наукового співробітника відділу ГІА МІАЦ Вишнякової К.О. та наукового співробітника СГД відділу НДМС Гладіліної О.В.

– угодження запланованих робіт з лідер партнером в рамках грантової угоди в межах проекту BSB-165 «Створення системи інноваційного трансграничного моніторингу перетворень річкових екосистем Чорного моря під впливом розвитку гідроенергетики та зміни клімату» - «HydroEcoNex», з

21 по 22 березня 2019 р., м. Кишинів (Республіка Молдова), начальника відділу НД та ОМБ Ковалишиної С.П.

– участь в Міжнародній конференції «Inter-basin Cooperationon Marine Litter: a focuson the Danube Riverand the Black Sea», з 03 по 05 квітня 2019 р. м. Софія (Болгарія), молодшого наукового співробітника сектору дослідження атмосферного забруднення приморських територій ВНОМПЕЕ та А Котельнікової Ю.О.

– узгодження запланованих робіт з партнером 2 (Галацький університет) та лідер партнером в рамках грантової угоди в межах проекту BSB 165 «Створення системи інноваційного трансграничного моніторингу перетворень річкових екосистем Чорного моря під впливом розвитку гідроенергетики та зміни клімату» - «HydroEcoNex», 11 квітня 2019 р., Галац (Румунія), начальника відділу АД та ОМ Деньги Ю.М.

– участь у тренінгу для бенефіціарів Спільної операційної програми Чорноморського басейну на 2014 – 2020 р. згідно проекту технічної допомоги Європейського Союзу «Покращення онлайн доступу громадськості до даних моніторингу стану навколишнього природного середовища та інформаційних інструментів для підтримки співпраці в Чорноморському басейні щодо скорочення забруднення морським сміттям», з 15 по 18 квітня 2019 р., м. Бухарест, (Румунія), провідного наукового співробітника сектору дослідження атмосферного забруднення приморських територій ВНОМПЕЕ та А Рубеля О.Є., головного бухгалтера УкрНЦЕМ Єлфімової Ф.П.

– проведення робіт з інтеркалібрації по визначенню хлорофілу-а, для участі у міжнародній експедиції BIO-OPTICS FOR OCEAN COLOR REMOTE SENSING ЧОРНОГО МОРЯ (BIO-OPT 2019) на борту НДС "Академік" з 13 травня по 06 червня 2019 р. м. Варна, (Болгарія), начальника відділу НД та ОМБ Ковалишиної С.П.

– участь у експедиції в межах проекту 10515 «Поліпшення екологічного моніторингу Чорного моря – Обрані заходи» (“Improving Environmental Monitoring in the Black Sea – Selected Measures, EMBLAS-

Plus"), з 24.05 по 08.06. 2019 р., наукового співробітника відділу ГІА МІАЦ Вишнякової К.О.; наукового співробітника СГД відділу НДМС Гладіліної О.В.; наукового співробітника Гольдіна П.Є.; начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О.

– участь в семінарі «Керівництво по відбору проб зважених часток у воді, в тому числі мікропластіка, за допомогою пробовідбірника - JDS 04", з 28 по 30 травня 2019 р., м. Джурджу (Румунія), молодшого наукового співробітника Катернюка Д.І.

– проходження тренінгу в рамках міжнародного проекту «CeNoBS – Підтримка імплементації Морської стратегічної рамкової директиви в Чорному морі через впровадження регіональної системи моніторингу китоподібних», з 11 по 19 червня 2019 р. м. Тульча (Румунія), наукового співробітника відділу ГІА МІАЦ Вишнякової К.О.

– участь в «Семінарі з інструментів та індикаторів для інтегрованої оцінки екологічного стану Чорного моря за проектом BSB-319 «Оцінка вразливості морської екосистеми Чорного моря до антропогенного впливу - ANEMONE», з 18 по 21 червня 2019 р. м. Стамбул (Туреччина), начальника відділу АД та ОМ Деньги Ю.М., завідувача лабораторією ХАД відділу АД та ОМ Олейніка Ю.В., завідувачки сектором гідробіологічних досліджень відділу НД та ОМБ Грандової М.О., завідувачки сектором БДМПК відділу ІЗНД М'яснікової О.В.

– участь у зустрічі урядових представників в межах проекту DANUBIUS – RI «Міжнародний центр перспективних досліджень у системі ріка – море» з 16 по 20 червня 2019 р., м. Брюссель (Бельгія), директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М.

– участь у другому навчальному курсі Європейського проекту «Sea Data Cloud», з 17 по 24 червня 2019 р., м. Остенде (Бельгія), завідувача сектором РІС відділу ІЗНД Івченко Є.О.

– участь у складі української делегації в засіданнях Робочої групи з екосистемного моніторингу антарктичної комісії з питань збереження

морських живих ресурсів Антарктиди (ККАМЛР) з 22 червня по 07 липня 2019 р. м. Конкарно (Франція), наукового співробітника відділу ГІА МІАЦ Вишнякової К.О.

– участь у 30-ої сесії Міжурядової океанографічної комісії ЮНЕСКО, з 25 червня по 01 липня 2019 р. м. Париж (Франція), директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М.

– участь в 13-му Семінарі з некропсії морських ссавців, присвяченому розтинам і взяттю проб, що фінансується Секретаріатом ACCOBAMS з 30 червня по 06 липня 2019 р., м. Льєж (Бельгія), наукового співробітника СГД відділу НДМС Гладіліної О.В.

– участь в Робочій Партнерській зустрічі проекту BSB-138 MARLITER «Покращення онлайн доступу громадськості до даних моніторингу стану навколишнього природного середовища та інформаційних інструментів для підтримки співпраці в Чорноморському басейні щодо скорочення забруднення морським сміттям», з 01 по 07 липня 2019 р., м. Констанца (Румунія), м. Варна (Болгарія), наукового співробітника сектору дослідження атмосферного забруднення приморських територій ВНОМПЕЕ та А Рубеля О.Є.

– участь у Молодіжнійї літній школі «Дністр-2019», в рамках проекту «Створення системи інноваційного трансграничного моніторингу перетворень річкових екосистем Чорного моря під впливом розвитку гідроенергетики та зміни клімату» (Акронім - «HydroEcoNex», код eMS BSB 165) з 10 по 15 липня 2019 р. с. Моловата Ноуе, Дубоссарський район (Молдова), начальника відділу АМЕ та АН МІАЦ Гончарова О.Ю.

– участь у міжнародній спільній українсько-грузинської науковій експедиції в центральній частині Чорного моря по Проекту EMBLAS plus на НДС “Маре Нігрум” по маршруту “Одеса-Батумі-Одеса” з 24 липня по 08 серпня 2019 р., директора Коморіна В.М., завідувача лабораторією ХАД відділу АД та ОМ Олейніка Ю.В., завідувача сектором охорони морських біоценозів ВНД та ОМБ Трет’як І.П., наукового співробітника сектору

гідробіологічних досліджень відділу НД та ОМБ Набокіна М.В., наукового співробітника лабораторії ХАД відділу АД та ОМ Літвінової М.О., молодшого наукового співробітника відділу АМЕ та АН Павловської М.О.

– участь у семінарі з оцінки морського сміття, зокрема мікро-сміття, з 26 по 27 липня 2019 р., м. Констанца, (Румунія), директора УкрНЦЕМ Коморіна В.М., молодшого наукового співробітника сектору дослідження атмосферного забруднення приморських територій ВНОМПЕЕ та А Котельнікової Ю.О.

– участь в межах проекту BSB-165 «Створення системи інноваційного транскордонного моніторингу перетворень річкових екосистем Чорного моря під впливом розвитку гідроенергетики і змін клімату – HydroEcoNex» з 13 по 14 серпня 2019 р., м. Кишинів, (Молдова), начальника відділу АД та ОМ Деньги Ю.М., начальника відділу НД та ОМБ Ковалишиної С.П., начальника відділу АМЕ та АН МІАЦ Гончарова О.Ю.

– участь у міжнародній конференції Робочої групи з рибних залишків Міжнародної ради Археозоологів (Fish Remains Working Group ICAZ). З 26 серпня по 04 вересня 2019 р., м. Портленд, (штат Орегон, США), наукового співробітника СГД відділу НДМС Гладіліної О.В.

– участь у семінарі «Seminar on Promotion of Blue Economic Developmenr via ICM for Ukraine» з 06 вересня по 01 жовтня 2019 р., м. Сямень провінції Фуцзянь (КНР), начальника відділу АМЕ та АН МІАЦ Гончарова О.Ю., наукового співробітника відділу ГІА Вишнякової О.В.

– участь в навчальному курсі OTGA: «Огляд даних океанських течій» з 15 по 22 вересня 2019 р., м. Остенде (Бельгія), начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О.

– участь в Європейських днях досліджень та інновацій, а також у десятому засіданні Ініціативи «Синій ріст» з досліджень та інновацій у Чорному морі, з 24 по 29 вересня 2019 р., м. Брюссель (Бельгія), начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О.

– участь в аналізі проб великого об’єму, що відібрані в міжнародній

експедиції за проектом EMBLAS plus в 2019 р. на НДС “Маре Нігрум”, з 22 по 28 вересня 2019 р., м. Іспра (Італія), наукового співробітника лабораторії ХАД відділу АД та ОМ Літвінової М.О.

– участь в міжнародній експедиції по Чорному морі на румунському НДС «Маре Нігрум» для виконання наукових досліджень в гирлах річок північно-західного шельфу Чорного моря за проектом BSB-319 «Оцінка вразливості морської екосистеми Чорного моря до антропогенного впливу - ANEMONE», з 29 вересня по 08 жовтня 2019 р. м. Констанца (Румунія), завідувача лабораторією ХАД відділу АД та ОМ Олейніка Ю.В., наукового співробітника лабораторії ХАД відділу АД та ОМ Колосов В.А., наукового співробітника сектору гідробіологічних досліджень відділу НД та ОМБ Набокіна М.В.

– участь у роботі Міжнародної конференції «Вплив гідроенергетики на функціонування річкових екосистем» в рамках проекту BSB-165 «Створення системи інноваційного транскордонного моніторингу перетворень річкових екосистем Чорного моря під впливом розвитку гідроенергетики і змін клімату – HydroEcoNex» з 08 по 09 жовтня 2019 р., м. Кишинів (Молдова), начальника відділу АД та ОМ Деньги Ю.М., начальника відділу НД та ОМБ Ковалишиної С.П., начальника відділу АМЕ та АН МІАЦ Гончарова О.Ю.

– участь у семінарі з питань закислення океану, який відбувся в Sven Loven Centre for Marine Infrastructure Гетеборзького університету, з 8 по 11 жовтня 2019 р., м. Крістенбург (Швеція), начальника відділу НОМПЕЕ та А Павленко М.Ю.

– участь в конференції Cross –border Maritime Spatial Planning for Black sea (MARSLAN-BS II), з 09 по 11 жовтня 2019 р. у м. Софія (Болгарія), начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О.

– участь у 8-й сесії керівної групи OBIS для IODI в Інституті морських та прибережних досліджень - INVEMAR з 05 по 08 листопада 2019 р., м.Санта – Марті (Колумбія), начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О.

– тренування а рамках проекту EMBLAS-Plus з питань пасивного

відбору проб (Passive Sampling) та аналізу отриманих зразків з 16 по 20 листопада 2019 р., м. Геленджик (Росія), завідувача лабораторією ХАД відділу АД та ОМ Олейніка Ю.В., наукового співробітника лабораторії ХАД відділу АД та ОМ Літвінової М.О.

– участь у засіданні керівної групи ODINBLACKSEA в проектному бюро МОК ЮНЕСКО для IODE, з 18 по 21 листопада 2019 р., м. Остенде (Бельгія), нач. відділу ІЗНД Непрокін О.О.

– участь в семінарі, пов'язаного з конференцією (07-08 грудня 2019 р.) та у Всесвітній конференції по морським ссавцям (9-12 грудня 2019 року), м. Барселона (Іспанія), наукового співробітника відділу ГІА Вишнякової К.О.

– участь у стартовій зустрічі проекту Black Sea CONNECT, з 08 по 12 грудня 2019 р., м. Брюссель (Бельгія), начальника відділу ІЗНД Непрокіна О.О.

Перелік наукових публікацій співробітників УкрНЦЕМ в 2019 році наведений у Додатку А.

2 СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ТА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Система моніторингу морського середовища у 2019 році була спрямована на вивчення основних екологічних проблем Чорного моря - евтрофікації вод та хімічного забруднення морського середовища.

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

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

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

Зоопланктон виловлювався з використанням сітки Джеді.

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

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

У лабораторіях УкрНЦЕМ було проведено:

- науковий аналіз метеорологічних умов та гідрофізичного режиму досліджуваних областей;
- хімічний аналіз проб морської води на вміст завислих у воді речовин, нітратів, загального азоту і фосфору;
- аналіз проб морських вод, д/в і біоти для визначення пріоритетних забруднюючих речовин (сума НВ, $C_{орг.}$, феноли, ХОП, ПХБ, ПАВ, слідові залишки металів);

- гранулометричний аналіз д/в;
- визначення фотосинтетичних пігментів (хлорофіл a, b, c, феофітину і каротиноїдів);
- аналіз чисельності та видового складу фітопланктону в пробах морської води;
- вивчення видового складу і біомаси зоопланктону;
- вивчення чисельності та видового складу донних угруповань (макрозообентосу, макрофітобентосу і мікрофітобентосу, мейобентосу).

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

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

2.1 Матеріали та методи

Основне обладнання:

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

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

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

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

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

ж) спектрофотометр: “DR 600”;

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

к) pH-метр: “pH-530”;

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

Протягом 2019 року УкрНЦЕМ провів 2 експедиції згідно програми моніторингу морського середовища біля глибоководного судноплавного каналу Дунай–Чорне море (через рукав «Бистрий»).

Перша експедиція проводилася у травні 2019 року. Станції дослідження представлені на рисунку 2.1.

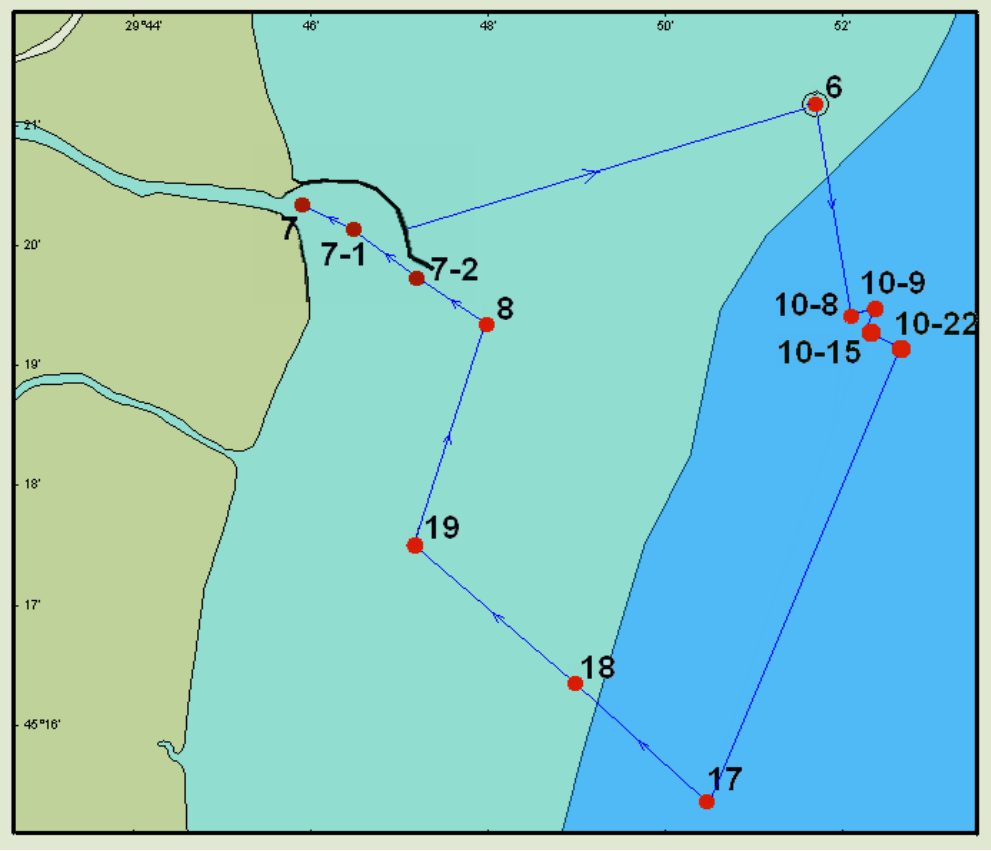


Рисунок 2.1 – Схема станцій моніторингу в районі дельти Дунаю у травні 2019 р.

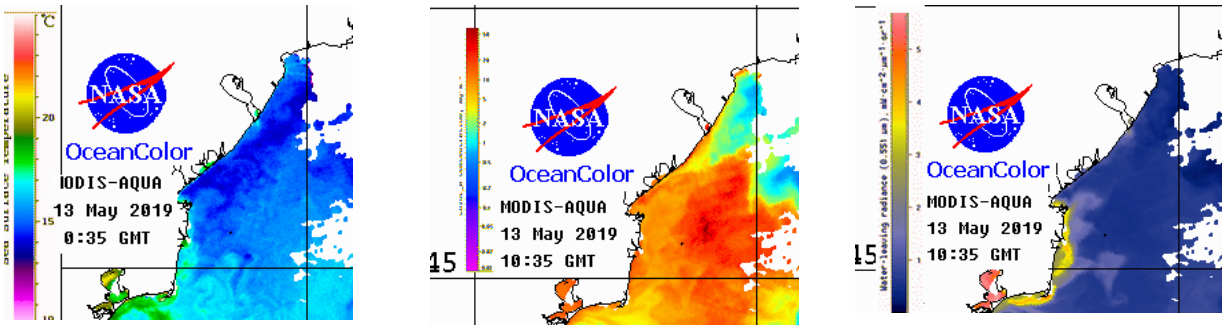
2.2 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у травні 2019 року

На рисунках 2.2 та 2.3 наведені супутникові дані поверхні моря (температура води, хлорофіл-а та довго хвилевого випромінювання).

Рисунок 2.2 – Зображення кольору поверхні води в Придунайському районі за даними супутникових знімків AERONET (США) 13.05.2019 р.

Уздовж прибережної зони Кілійської дельти відзначається вузька смуга теплої води зі значеннями температури 16-17 °С (рис. 2.3 а). На видаленні від берега спостерігалось вторгнення з півночі більш холодних вод з температурою 14-15 °С. На півночі вони розташовувалися в 15-20-ти мильній зоні вздовж усього узбережжя Одеського регіону від мису Великого Фонтану.

Вміст хлорофілу-а в прибережній зоні на узмор'ї Дунаю коливалося в межах 4 - 5 мг/м^3, а в більш морської зоні на узмор'ї Дунаю досягало максимальних значень - 30 мг/м^3 (рис. 2.3 б). Розподіл довго хвилевого випромінювання водної поверхні в значній мірі відповідав термічному стану вод (рис. 2.3 в).

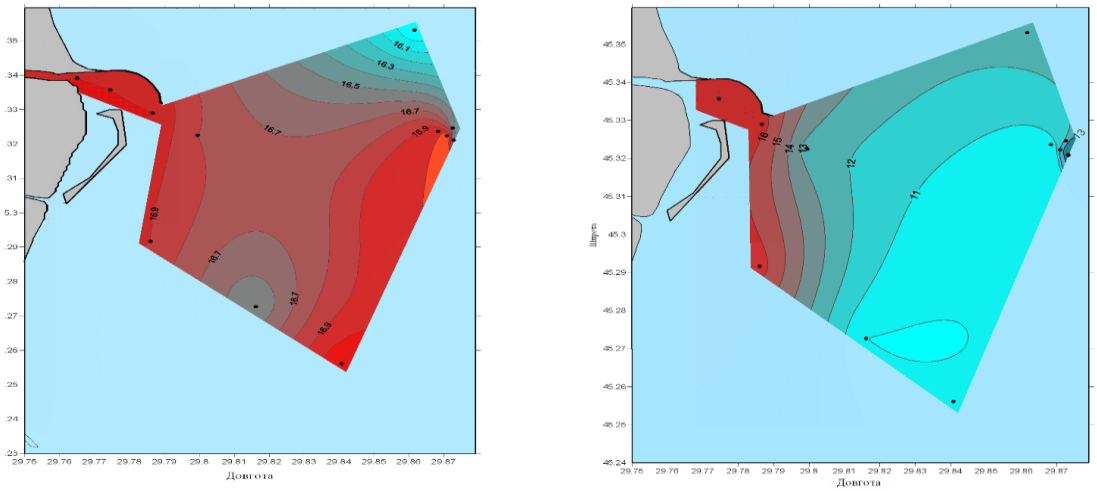


а) б) в)

Рисунок 2.3 – Розподіли характеристик просторової мінливості вод 13.05.2019 р. у поверхневому шарі ПЗЧ Чорного моря за даними супутника MODIS: а) температура; б) хлорофіл-А; в) довгохвильове випромінювання.

Просторовий розподіл гідрофізичних характеристик в поверхневому і придонному шарах на полігоні наведено на рисунку 2.4. Температура води в поверхневому шарі в середньому співпадала с просторовим розподілом даних супутникових вимірювань і знаходилась в діапазоні 16-17 °С. Декілька підвищені значення температури води (16,8 -17,0 °С) в поверхневому шарі на узмор'ї спостерігалися в прибережній зоні і на крайній східній частині полігону.

Води придонного шару в мористій частині полігону (на глибинах більше 20 м) мали температуру 10-11 °С. На мілководді в прибережній зоні температура води придонного шару співпадала с температурою поверхневих вод.



а) б)

Рисунок 2.4 – Розподіл температури води на Придунайському полігоні 14.05.2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Прозорість вод, що вимірювалась білим диском (Секі), на узмор'ї Дунаю змінювалась у прибережних водах в зоні суднохідного каналу в межах 0,5-0,7 м, а в мористих районах прозорість вод поступово підвищувалась до 2,7-3,1 м (рис. 2.5).

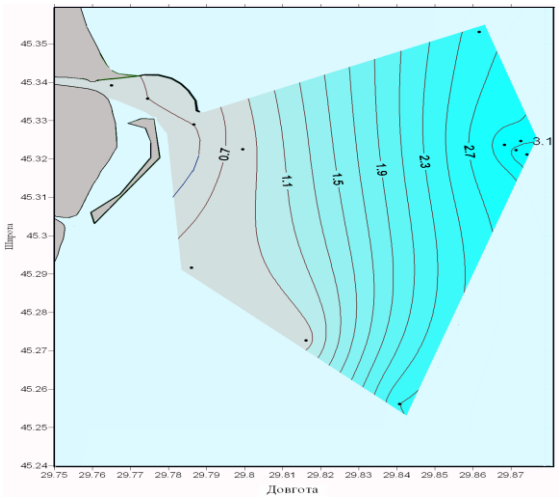
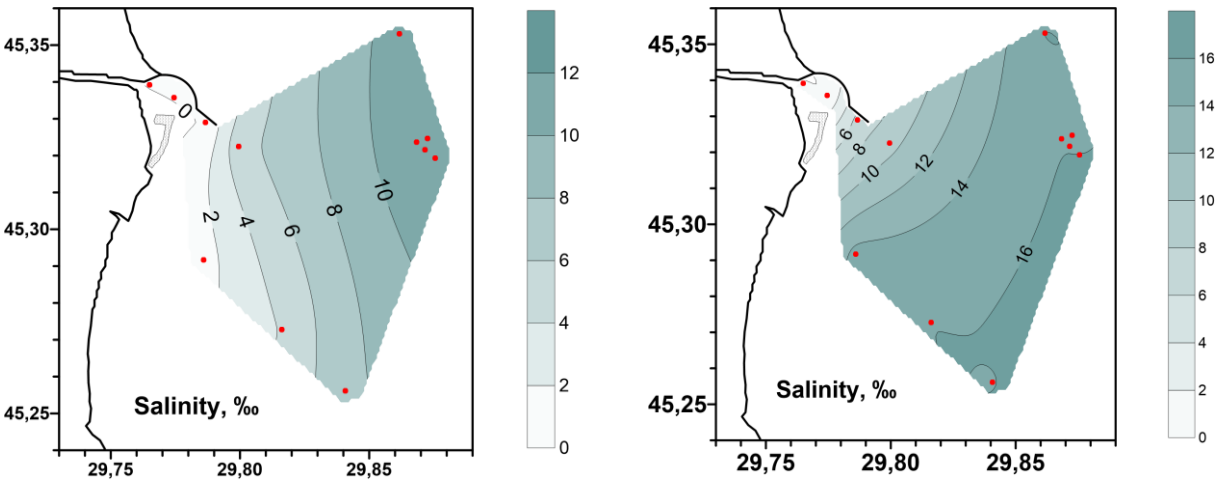


Рисунок 2.5 – Розподіл прозорості вод (по диску Секкі) полігоні на «Дунайський» у травні 2019 р.

Солоність вод на полігоні поступово зростала з віддаленням від гирла Бистрого і в поверхневому шарі у східній частині перевищувала 11 ‰. В придонному шарі, відносно поверхні, солоність вод була вище і в східній

частині полігону на глибинах понад 20 м була більш 16 ‰ (рис. 2.6).



а) б)

Рисунок 2.6 – Розподіл солоності на полігоні «Дунайський», травень 2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Друге експедиційне дослідження проведено восени (листопад) 2019 року. Розташування станцій представлено на рисунку 2.7.

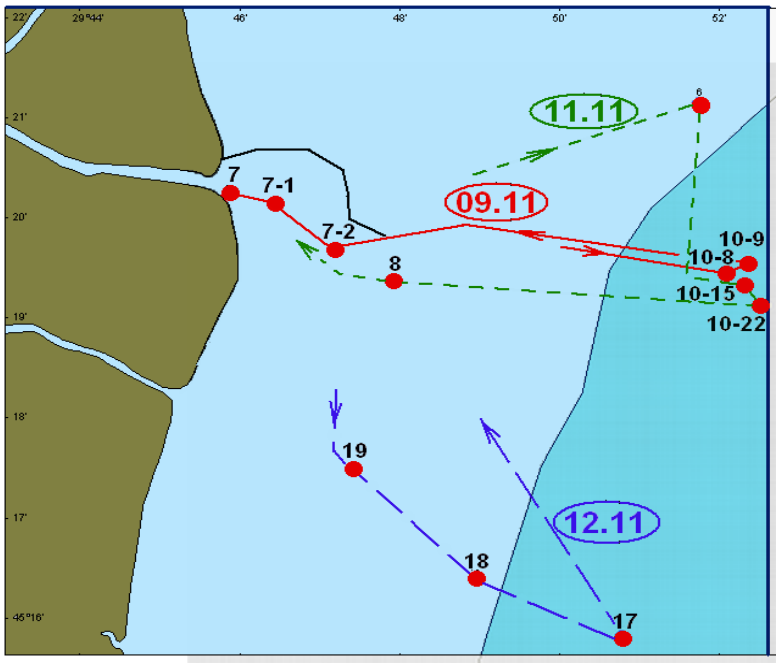


Рисунок 2.7 – Схема станцій моніторингу в районі дельти Дунаю у листопаді 2019 р.

2.3 Гідрофізичні характеристики морської частини дельти Дунаю у листопаді 2019 року

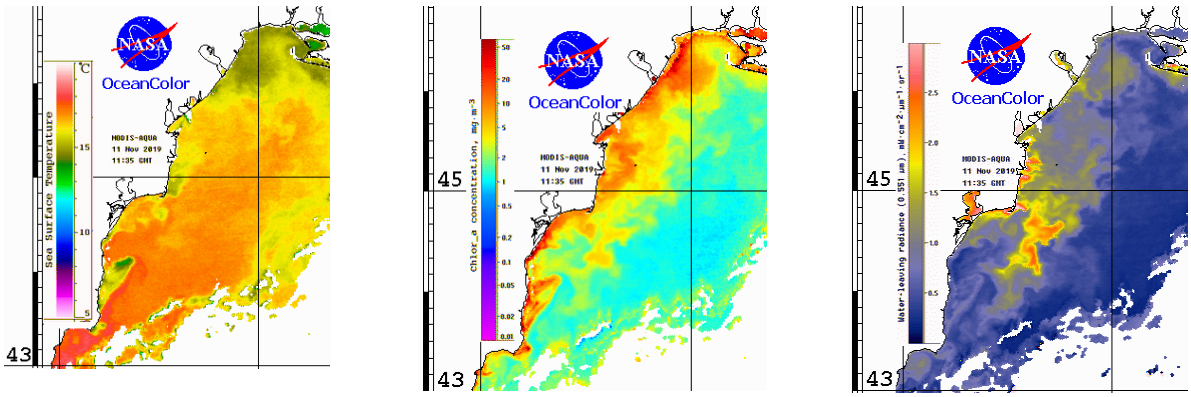
Роботи виконувалися в три етапи - 09, 11 і 12 листопада через погані погодні умови.

Для оцінки великомасштабних характеристик просторової мінливості вод поверхневого шару в західній половині північно-західного шельфу (ПЗШ) представлені картини супутникових спостережень за середню добу виконання полігону (рис. 2.8).

Дані про температуру води показують поки незначне (на 1-2 °С) зниження значень (до 15-16 °С) в прибережній зоні Дунайського морського узбережжя у порівнянні з водами відкритого шельфу і значне накопичення трохи більш холодних (14,5-15,0 °С) вод Дніпро-Бузького стоку в північних районах ПЗШ (рис. 2.8 а). Зниження температури прибережних вод у порівнянні з водами відкритого шельфу властиво осінньому періоду року.

Підвищений вміст хлорофілу-А до 10-15 мг/м3 відзначається в хвилеподібній 10-мильній зоні на відстані 10-20 миль від берегової лінії (рис. 2.8 б), що свідчить про те, що активний розвиток фітопланктону відбувається вже в морі, а не є продуктом притоку річкових вод. Аналогічний процес має місце в зоні Дніпро-Бузького розвантаження - максимум хлорофілу-А візуалізується в області накопичення трансформованих річкових вод уздовж західного узбережжя від Одеси до Цареградського гирла.

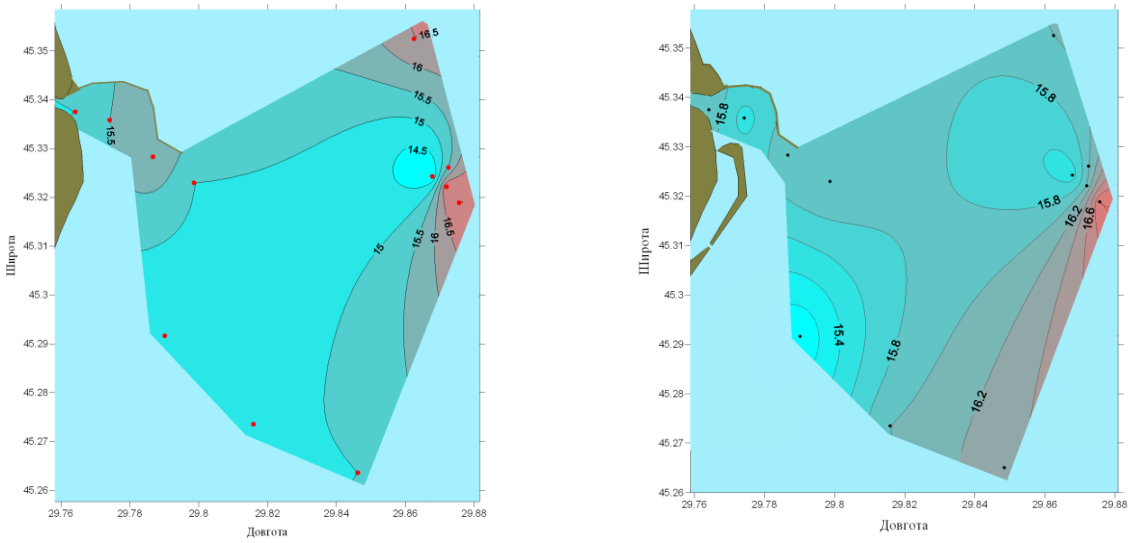
Води Дунайського розвантаження мають високу радіаційну здатність (рис. 2.8 в), в той час як у вод, які надходять із Дніпра, в зоні накопичення спостерігається лише незначне перевищення випромінювання у порівнянні з оточуючими водами шельфу.



а) б) в)

Рисунок 2.8 – Розподіли характеристик просторової мінливості вод 11.11.2019 р. у поверхневому шарі ПЗЧ Чорного моря за даними супутника MODIS: а) температура; б) хлорофіл-А; в) довгохвильове випромінювання.

Термічний стан вод представлено просторовими розподілами на поверхневому та придонному горизонтах (рис. 2.9). У мористих районах полігону температура поверхневих вод становила 15,5-16,5 °С, в області судноплавного ходу – 15,0-15,5 °С. Температура придонних вод була вище на 0,3-0,5 °С (рис. 2.9 б).



а) б)

Рисунок 2.9 – Розподіл температури води у морській частині дельти Дунаю, 09-12.11.2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Прозорість вод змінювалася від 1 метру в області судноплавного ходу, до 4-5 м у районі станцій дампінгу (рис. 2.10). На південних станціях дампінгу (ст. № 10-15 і 10-22) прозорість вод зменшувалася до 2-3 метрів.

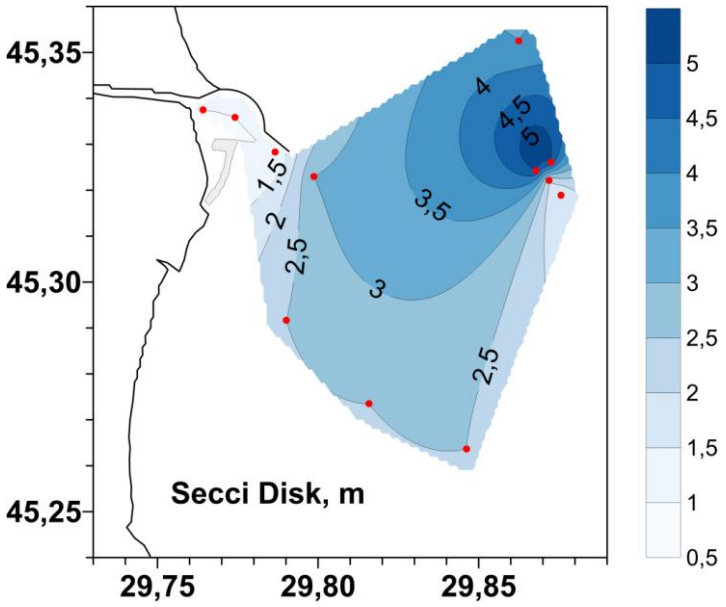
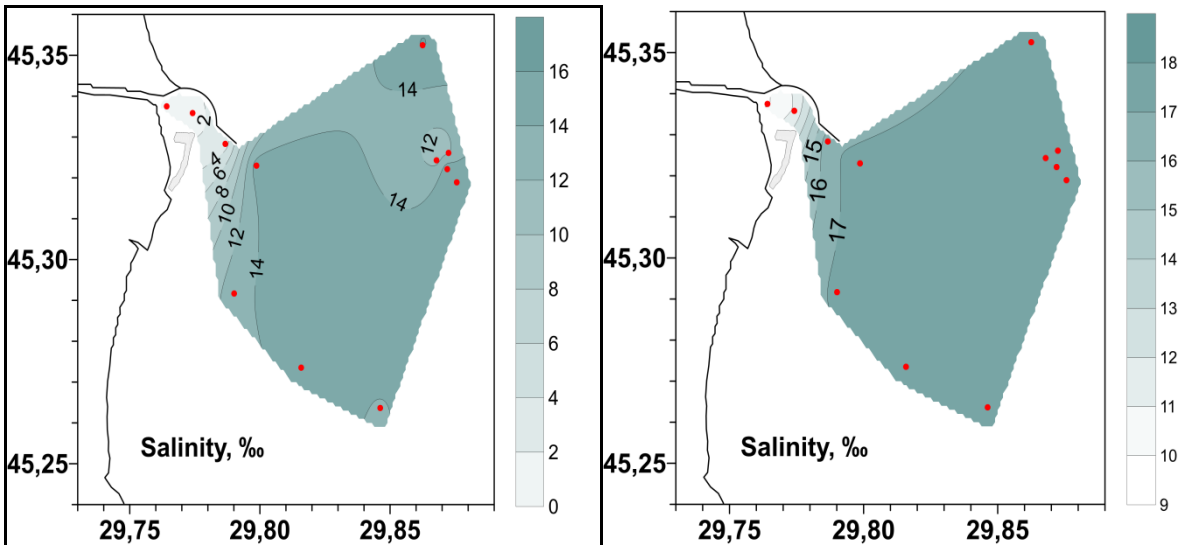


Рисунок 2.10 – Розподіл прозорості вод (по диску Секкі) на Придунайському полігоні 09-12.11.2019 р.

Солоність вод на полігоні поступово зростала з віддаленням від гирла Бистрого і в поверхневому шарі у східній частині перевищувала 12-14 ‰. В придонному шарі, відносно поверхні, солоність вод була вище і в східній частині полігону на глибинах понад 20 м була більш 17 ‰ (рис. 2.11).



а) б)

Рисунок 2.11 – Розподіл солоності води на Придунайському полігоні листопад 2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

2.4 Результати гідрохімічних досліджень в українських водах в 2019 році

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

Діапазон варіацій загальних параметрів в українських національних водах в 2019 році представлений в таблицях 2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1 – Діапазон варіацій загальних параметрів в поверхневому шарі українських національних вод у 2019 р.

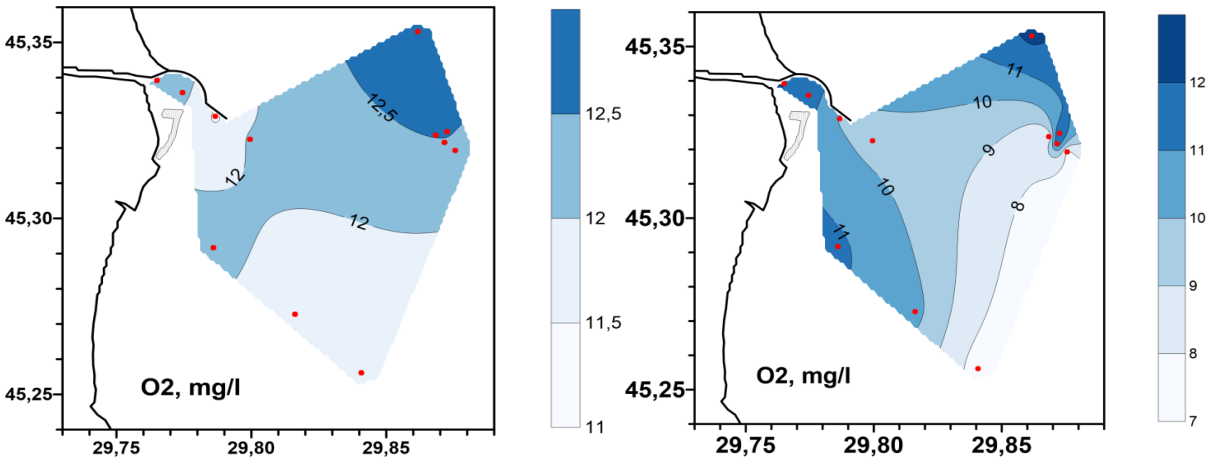
	T, ^{0}C	Солоність, $^0/_{00}$	pH	O_2, μM	БСК$_5$, μM	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (травень 2019)						
Мінімальне	15.9	0.05	8.26	356.9		10.0
Максимальне	17.1	11.7	8.69	402.5		170.0
Середнє	16.8	6.33	8.42	379.9		55.3
Дельта Дунаю (листопад 2019)						
Мінімальне	14.0	0.73	8.07	223.7		2.19
Максимальне	17.0	16.1	8.25	380.6		9.88
Середнє	15.5	11.0	8.21	282.6		6.80
Острів Зміїний 2019						
Мінімальне	11.4	11.1	8.05			
Максимальне	27.4	17.7	8.60			
Середнє	20.6	15.9	8.37			

Таблиця 2.2 – Діапазон варіацій загальних параметрів в придонному шарі українських національних вод в 2019 р.

	Т, ^{0}C	Солоність, $^0/_{00}$	pH	O_2, μM	БСК$_5$, μM	Завислі у воді речовини, мг/л
Дельта Дунаю (травень 2019) [1]						
Мінімальне	10.0	0.04	8.10	235.0		7.0
Максимальне	17.0	16.0	8.28	382.8		159.0
Середнє	13.4	11.8	8.20	323.3		47.1
Дельта Дунаю (листопад 2019)[2]						
Мінімальне	6.00	9.91	8.11	154.5		5.00
Максимальне	17.0	17.6	8.29	375.6		35.0
Середнє	15.1	16.2	8.17	216.1		11.7
Острів Зміїний [3] 2019						
Мінімальне	11.3	14.3	8.07			
Максимальне	25.7	17.8	8.61			
Середнє	20.1	16.4	8.35			

[1)] На глибині 5,0 м – 22,3 м
[2)] На глибині 4,5 м - 23,5 м.
[3)] На глибині 8,0 м.

Концентрації розчиненого кисню в поверхневих шарах вод коливались від 223,7 μM до 402,5 μM (табл. 2.1). Максимум кисню був зареєстрований в районі дельти Дунаю у травні на станції 6, (рис. 2.12 а), мінімум – у листопаді на станції 18 (рис. 2.13 а). В придонному шарі розчинений кисень змінювався від 154,5 μM до 382,8 μM (табл. 2.2). Максимум кисню в районі дельти Дунаю був зареєстрований у травні на станції 6 (рис. 2.12 б), мінімум – у листопаді на станції 10-8 (рис. 2.13 б).



а) б)

Рисунок 2.12 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у травні 2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

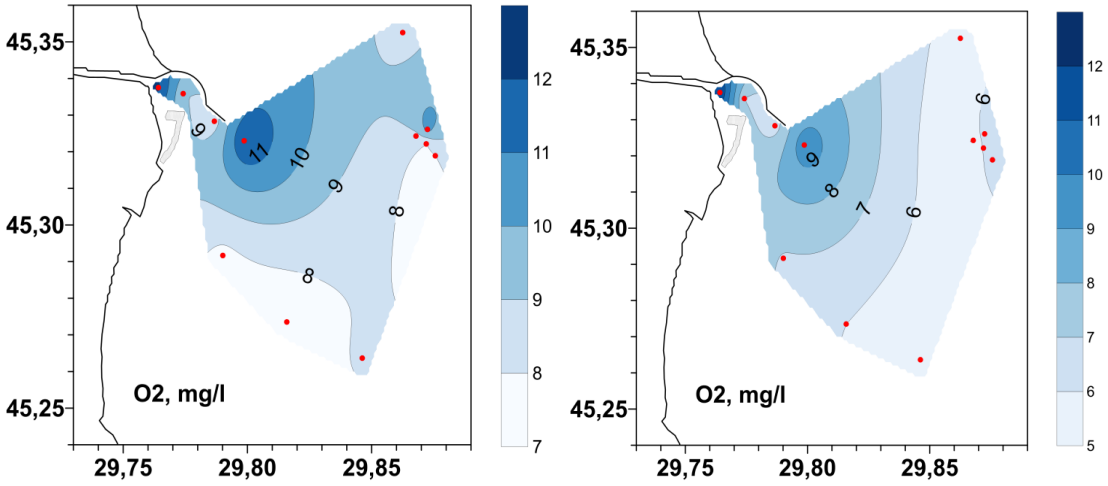
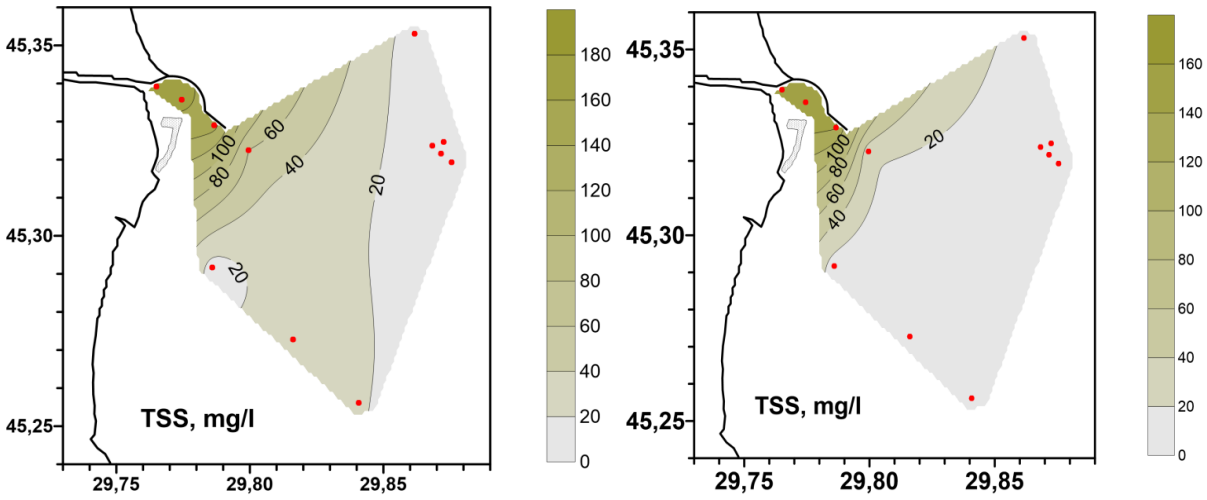


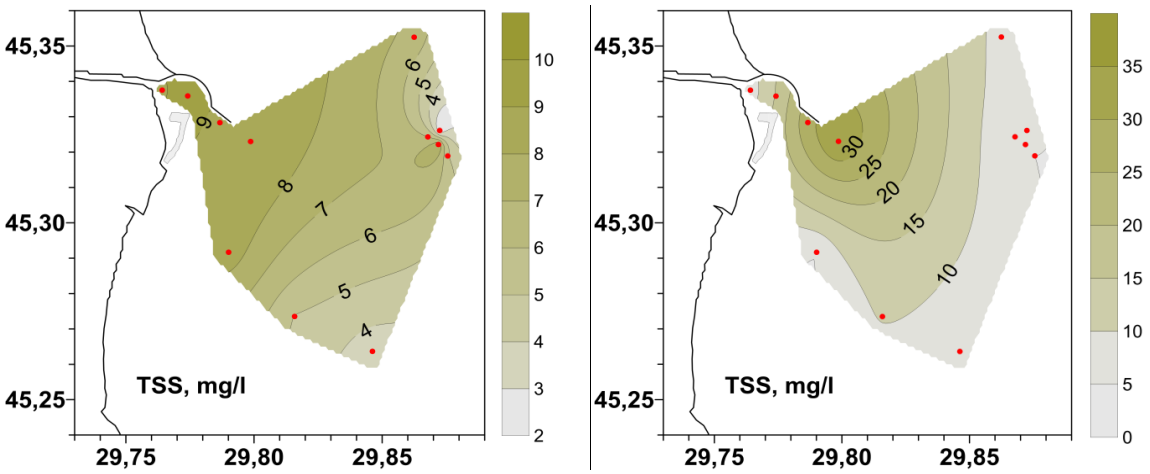
Рисунок 2.13 – Просторовий розподіл розчиненого у воді кисню (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у листопаді 2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Концентрації завислих у воді речовин в районі дельти Дунаю були максимальними у травні на станції 7 (170 мг/л і 159 мг/л) в поверхневому і придонному шарах води, відповідно (табл. 2.1, табл. 2.2, рис. 2.14). Мінімальні концентрації завислих у воді речовин в поверхневому шарі спостерігались на станції 10-9 у листопаді 2,19 мг/л, в придонному шарі на станції 10-22 5,0 мг/л також у листопаді (табл. 2.1, табл. 2.2, рис. 2.15).



а) б)

Рисунок 2.14 – Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у травні 2019 р. а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.



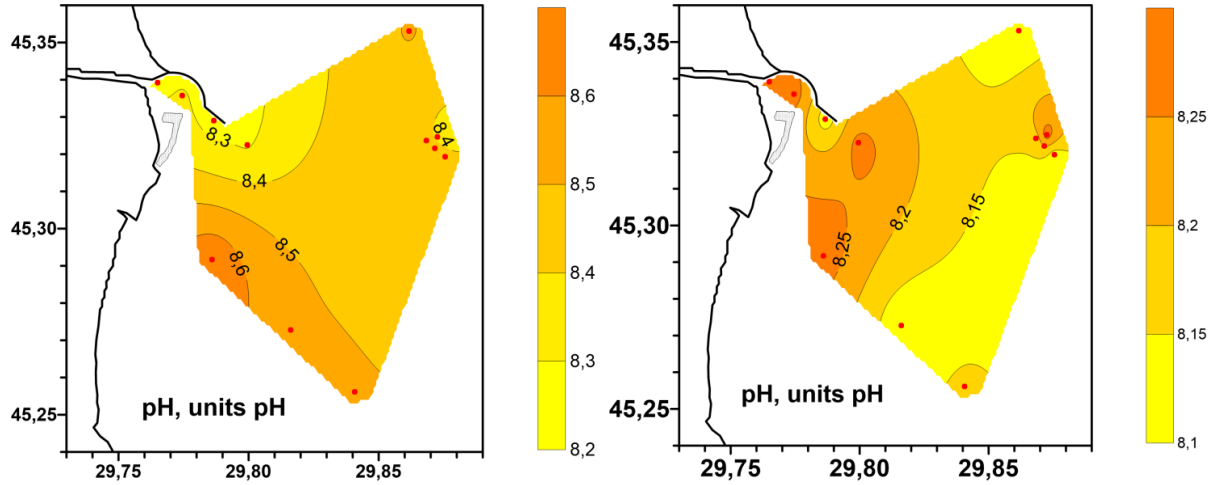
а) б)

Рисунок 2.15 – Просторовий розподіл завислих у воді речовин (мг/л) у морській частині дельти Дунаю у листопаді 2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

Концентрації водневого показника pH в районі дельти Дунаю були мінімальними у листопаді в поверхневому шарі води – 8,07 на станції 10-9 (табл. 2.1, рис. 2.16) і в придонному шарі води у травні – 8,10 на станції 6 (табл. 2.2, рис. 2.17).

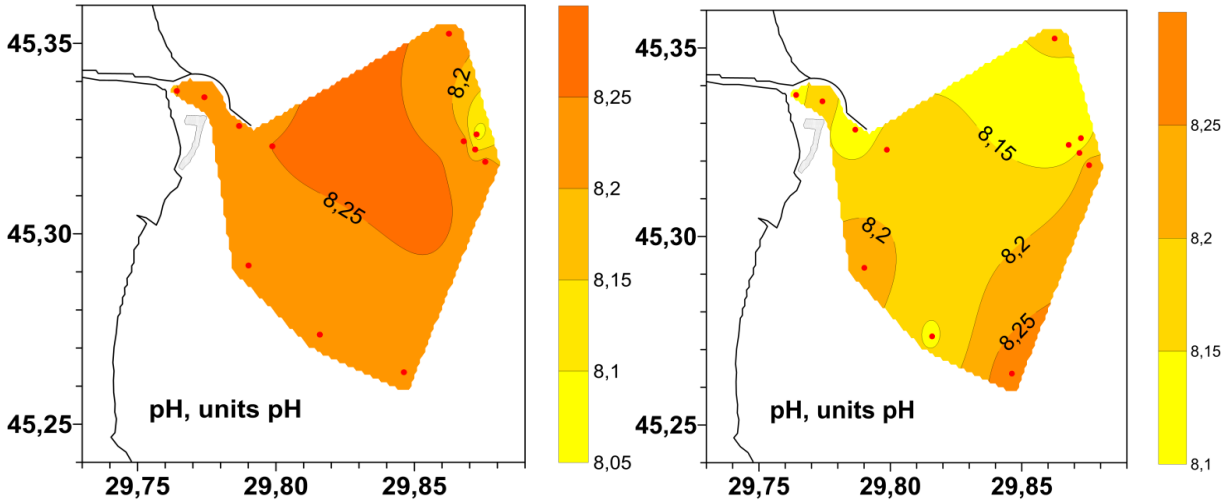
Максимальні показники були зафіксовані у травні 8,69 на станції 19 в

поверхневому шарі води (табл. 2.1, рис. 2.16) , в придонному шарі води – 8,29 у листопаді на станції 17 (табл. 2.2, рис. 2.17).



а) б)

Рисунок 2.16 – Просторовий розподілpH (од. pH) у морській частині дельти Дунаю у травні 2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.



а) б)

Рисунок 2.17 – Просторовий розподілpH (од. pH) у морській частині дельти Дунаю у листопаді 2019 р.: а) у поверхневому шарі; б) у придонному шарі.

3 ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ 2019 РОКУ

3.1 Екологічний стан морських вод за змістом забруднювачів

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

Для оцінки використовувалася методика оцінки за допомогою коефіцієнта забруднення (Kz) (методика яку використовує УкрНЦЕМ для оцінки екологічного стану) та частково методика CHASE за оцінкою Contamination Score (CS) по відношенню до директиви ЄС 2013/39/EU.

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

Формула розрахунку:

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

Де: CR - коефіцієнт забруднення

Екологічний стан морської води за допомогою Кз оцінюється:

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

За методикою CHASE екологічний стан морської води, донних відкладень та біоти за допомогою CS оцінюється :

- Дуже добрий, коли CS меньше 0,5
- Добрий, коли CS від 0,5 до 1,0
- Задовільний, коли CS від 1,0 до 5,0
- Поганий, коли CS від 5,0 до 10,0
- Дуже поганий, коли CS більше 10,0

В таблиці 3.1 наведена оцінка екологічного стану районів Чорного моря в 2019 році за методиками УкрНЦЕМ та CHASE.

Згідно з таблицею 3.1, рівень забруднення води в районі CW4 відповідав задовільному екологічному стану через забруднення ХОП, а також у Західному районі відкритого моря та в Центральному районі відкритого моря через забруднення ПАУ.

У районах CW8, Дніпровському, Центральному та Східному забруднення відкритих морських вод були на рівні доброго екологічного стану через незначне забруднення ХОП.

Рівні забруднення вод в районах CW1, TW5, CW2, CW3, CW5, CW6, CW7, CW9, зона змішування 2, Центральний район відкритого моря та Південно-Східний районі відповідали дуже доброму екологічному стану.

При використанні оцінки CS (табл. 3.1) видно, що вплив на хімічне забруднення районів мають ті самі групи сполук, що і в оцінці Kz, але вплив цих груп є більш значним, через різницю в формулах розрахунків Kz і CS.

Таблиця 3.1 – Оцінка екологічного стану водних об’єктів та причорноморських районів у 2019 р.

Оцінка УкрНЦЕМ	Kz ТМ	Kz ХОП	Kz ПХБ (Ar1254, Ar1260)	Kz ПАВ	CS ТМ	CS ХОП	CS ПАВ
CW1	0,07	0,44	0,17	0,16	0,14	1,08	0,41
TW5	0,17	0,18	0,09	0,23	0,34	0,44	0,60
CW2	0,19	0,47	0,13	0,26	0,38	1,16	0,70
CW3	0,00	0,13	0,04	0,03	0,00	0,32	0,09
CW4	0,04	1,18	0,42	0,39	0,09	2,88	1,04
CW5	0,1	0,15	0,09	0,10	0,20	0,36	0,27
CW6	0,38	0,15	0,05	0,39	0,76	0,38	1,03
CW7	0,31	0,14	0,07	0,11	0,62	0,35	0,30
CW8	0,07	0,51	0,21	0,12	0,14	1,26	0,33
CW9	0,03	0,24	0,08	0,07	0,05	0,59	0,18
Дніпровський район	0,21	0,64	0,28	0,66	0,43	1,56	1,75
Район змішування 2	0,35	0,24	0,06	0,10	0,70	0,59	0,28
Центральний район	0,16	0,89	0,28	0,61	0,33	2,18	1,61
Західний район відкритих вод	0,10	0,62	0,20	1,6	0,20	1,52	4,23
Центральний район відкритих вод	0,10	0,27	0,10	1,54	0,2	0,65	4,07
Східний район відкритих вод	0,18	0,35	0,12	0,51	0,36	0,86	1,34
Південно-східний район	0,14	0,43	0,13	0,41	0,28	1,05	1,07

Інтегрована оцінка екологічного стану морської води у 2019 році показана на рисунку 3.1.

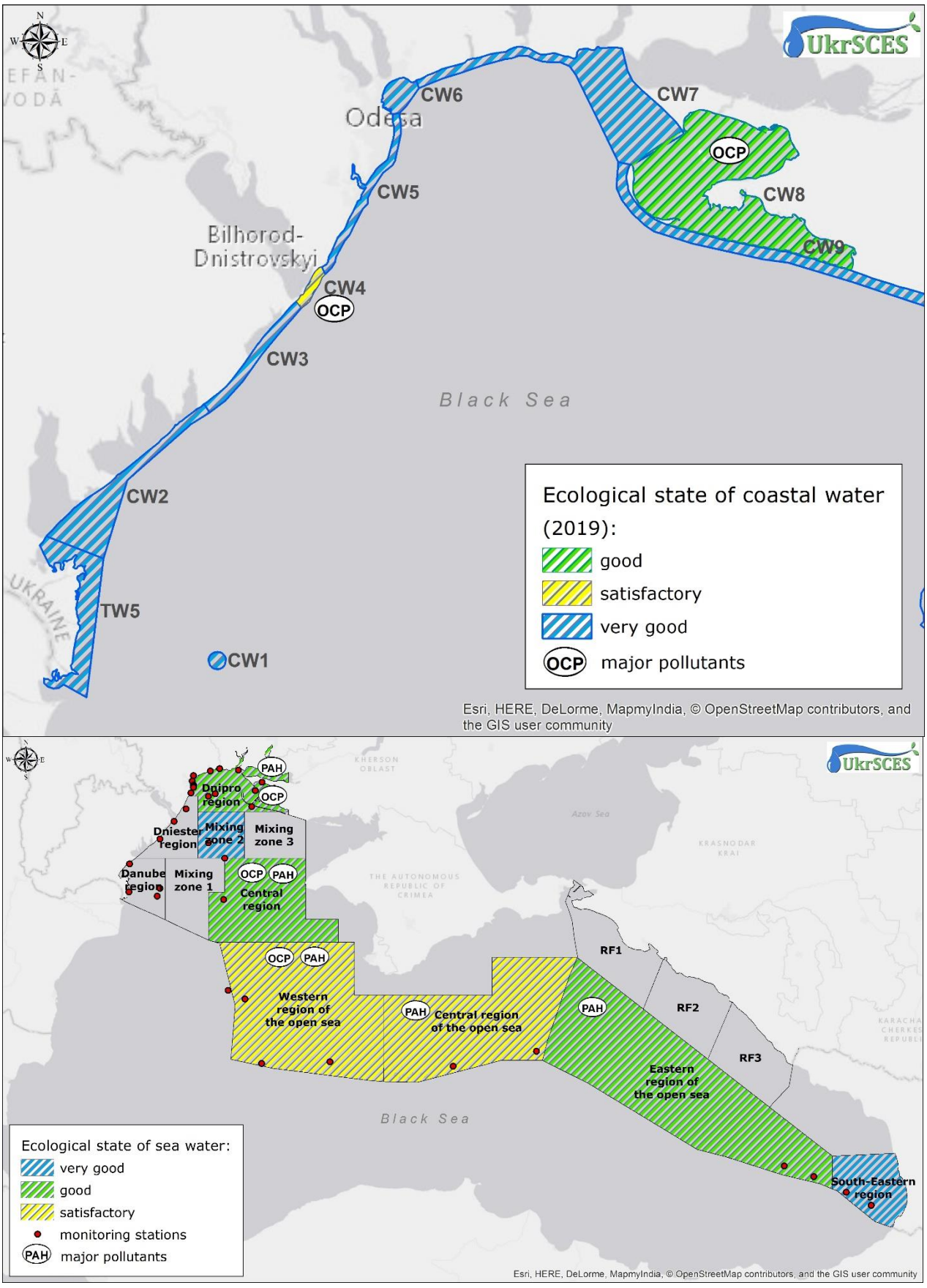


Рисунок 3.1 – Комплексна оцінка екологічного стану морської води у 2019 р.

3.2 Екологічний стан донних відкладень за змістом забруднювачів

Середні значення ∑ ПАВ, B(a)Peq, суми канцерогенних ПАВ та хімічні маркери, розраховані за середніми значеннями концентрацій ПАВ для донних відкладень для районів у 2019 році, представлені в таблиці 3.2.

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

З таблиці 3.2 видно, що сума канцерогенних ПАВ перевищує B(a)Peq і це свідчить про наявність сполук, які, потрапляючи в біологічний об'єкт, можуть накопичуватися та спричиняти незворотні зміни в генетичному апараті.

Таблиця 3.3 містить оцінку характеру забруднення ПАВ та ймовірні джерела забруднення геохімічними маркерами за районами на 2019 рік [1].

Як видно з таблиці 3.3:

- за середніми даними концентрації ПАВ в донних відкладах районів, переважають забруднення, які надходять в результаті горіння (сміття, рослин (трави), нафтопродуктів, тощо). Однак змішаний характер забруднень донних відкладень (відкладення містили забруднюючі речовини, що надходять без участі процесів горіння) виявлено в CW1, CW2, TW5, Дунайському районі, Західному районі відкритого моря, Центральному районі відкритого моря, Східному районі відкритого моря та Південно-Східному районі в 2019 році.

Таблиця 3.2 – Середні значення по районах Σ ПАВ, B(a)Peq, суми канцерогенних ПАВ та геохімічні маркери донних відкладень в 2019 р.

Район	Σ ПАВ	B(a)Peq	Σ канцерогенних ПАВ	Ph/An	(Py+Fl)/ (Chr+Ph)	An/178	Fl/Py	Fl/(Fl+Py)	BaA/228
CW1	203,8	33,34	59,07	12,44	0,53	0,07	1,06	0,52	0,48
TW5	58,7	7,25	20,67	19,1	0,56	0,05	1,01	0,5	0,49
CW2	257,62	46,75	86,89	14,04	0,73	0,07	1,19	0,54	0,5
CW3	60,74	7,52	20,13	0,57	0,67	0,64	1,27	0,56	0,58
CW4	82,12	10,13	44,71	6,07	1,1	0,14	1,26	0,56	0,51
CW7	185,1	12,28	31,98	4,72	0,8	0,17	1,49	0,6	0,46
CW8	547,97	71,13	166,52	6,07	0,78	0,14	1,15	0,53	0,44
CW9	70,31	10,45	25,63	0,86	0,61	0,54	1,22	0,55	0,54
Дунайський район	84,2	14,27	46,59	11,55	0,97	0,08	1,43	0,59	0,47
Дніпровський район	469,08	64,98	133,74	6,49	0,65	0,13	1,09	0,52	0,45
Район змішування 2	450,74	86,62	180,26	7,36	1,18	0,12	1,18	0,54	0,59
Центральний район	380,26	77,12	146,29	6,3	0,92	0,14	1,19	0,54	0,45
Західний район відкритих вод	214,81	44,93	88,68	14,44	0,68	0,06	1,13	0,53	0,49
Центральний район відкритих вод	294,45	44,46	91,53	10,11	0,56	0,09	1,15	0,54	0,44
Східний район відкритого моря	217,93	25,48	97,97	15,48	0,59	0,06	1,34	0,57	0,41
Південно-східний район	231,1	43,75	93,34	18,16	0,35	0,05	0,92	0,48	0,51

Таблиця 3.3 – Оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень по районах в 2019 р.

Район	Рік	Оцінка Ph/An (вірогідність 66,7%)	Оцінка (Py+Flu)/ (Chr+Ph) (вірогідність 70,8%)	Оцінка An/178 (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Py (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Flu+Py (вірогідність 79,2%)	Оцінка BaA/228 (вірогідність 66,7%)	Класифікація проб за забрудненістю
CW1	2019	петрогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
CW2	2019	петрогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	забруднені
CW3	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
CW4	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
CW7	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	петрогені >1,4 ПАВ	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
CW8	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	дуже забруднені
CW9	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
TW5	2019	петрогенные ПАУ	пирогенные ПАВ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені

Кінець таблиці 3.3

Дунайський район	2019	петрогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	петрогені >1,4 ПАВ	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
Дніпровський район	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАВ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	забруднені
Район змішування 2	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАВ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	забруднені
Центральний район	2019	пирогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из дизельного масла, сланцевого масла, угля и некоторых образцов сырой нефти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	забруднені
Західний район відкритих вод	2019	петрогенные ПАУ	пирогенные ПАВ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
Центральний район відкритих вод	2019	петрогенные ПАУ	пирогенные ПАУ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	забруднені
Східний район відкритого моря	2019	петрогенные ПАУ	пирогенные ПАВ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосина та трави, більшості вуглей та древесини; креозот)	пірогенні ПАВ	мало забруднені
Південно-східний район	2019	петрогенные ПАУ	петрогенные ПАВ	ПАУ из лигнита, выбросов дизельного топлива и мазута	спалювання деревини	петрогенні ПАВ (більщість НП та продуктов їх горіння)	пірогенні ПАВ	мало забруднені

Екологічний стан донних відкладень за допомогою Кз оцінюється:

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

Оцінка екологічного стану донних відкладів по районах у 2019 році представлена в таблиці 3.4. Оцінка була проведена за методикою УкрНЦЕМ з використанням гранично допустимих концентрацій, що містяться в Екологічних нормативах (EN), та за методикою CHASE з використанням гранично допустимих концентрацій за OSPAR ERL (CEMP 2008/2009).

Таблиця 3.4 – Оцінка екологічного стану доних відкладень по районах Чорного моря в 2019 році.

Оцінка УкрНЦЕМ	Kz ТМ	Kz ХОП	Kz PCB`s (Ar1254, Ar1260)	Kz ПАВ	Оцінка CHASE
CW1	0,195079	0,363551	0,201000	0,537814	4,88
TW5	0,324475	0,164814	0,206000	0,186538	6,36
CW2	0,105864	0,060464	0,125250	0,72567	172,7
CW3	0,043631	0,111178	0,080750	0,174157	100,7
CW4	0,069249	0,119618	0,100750	0,30203	4,48
CW7	0,187729	2,686013	0,945625	0,898124	7,34
CW8	0,396817	1,110235	0,330500	1,680181	5,08
CW9	0,142675	0,077547	0,090500	0,187364	3,72
Дунайський район	0,195975	0,230343	0,251000	0,234134	3,76
Дніпровський район	0,452301	0,782710	0,659625	1,270842	1,75
Район змішування 2	0,445297	2,546999	0,550583	1,463760	8,02
Центральний район	0,506967	0,134414	0,196000	1,064878	1,44
Західний район відкритих вод	0,922090	3,781671	0,495333	0,610064	5,79
Центральний район відкритих вод	0,972476	2,088503	1,592500	0,827118	5,57
Східний район відкритого моря	0,740622	0,75235	0,771250	0,612524	4,23
Південно-східний район	0,913836	1,964821	0,407875	0,651651	2,36

Згідно таблиці 3.4 рівні забруднення відкладень в районах CW7, CW8, зоні змішування 2, західному районі відкритого моря, центральному районі відкритого моря та південно-східному районі відповідали задовільному екологічному стану через забруднення ХОП, у Дніпровському та Центральному районах - через забруднення ПАВ.

У районах CW1, CW2, CW4 забруднення відкладень були на рівні доброго екологічного стану через невелике забруднення ПАВ, а в районі TW5 та Дунайському через забруднення ПХБ.

Рівні забруднення відкладень в районах CW3 та CW9 відповідали дуже доброму екологічному стану.

Інтегрована оцінка екологічного стану донних відкладів у 2019 році наведена на рисунку 3.2.

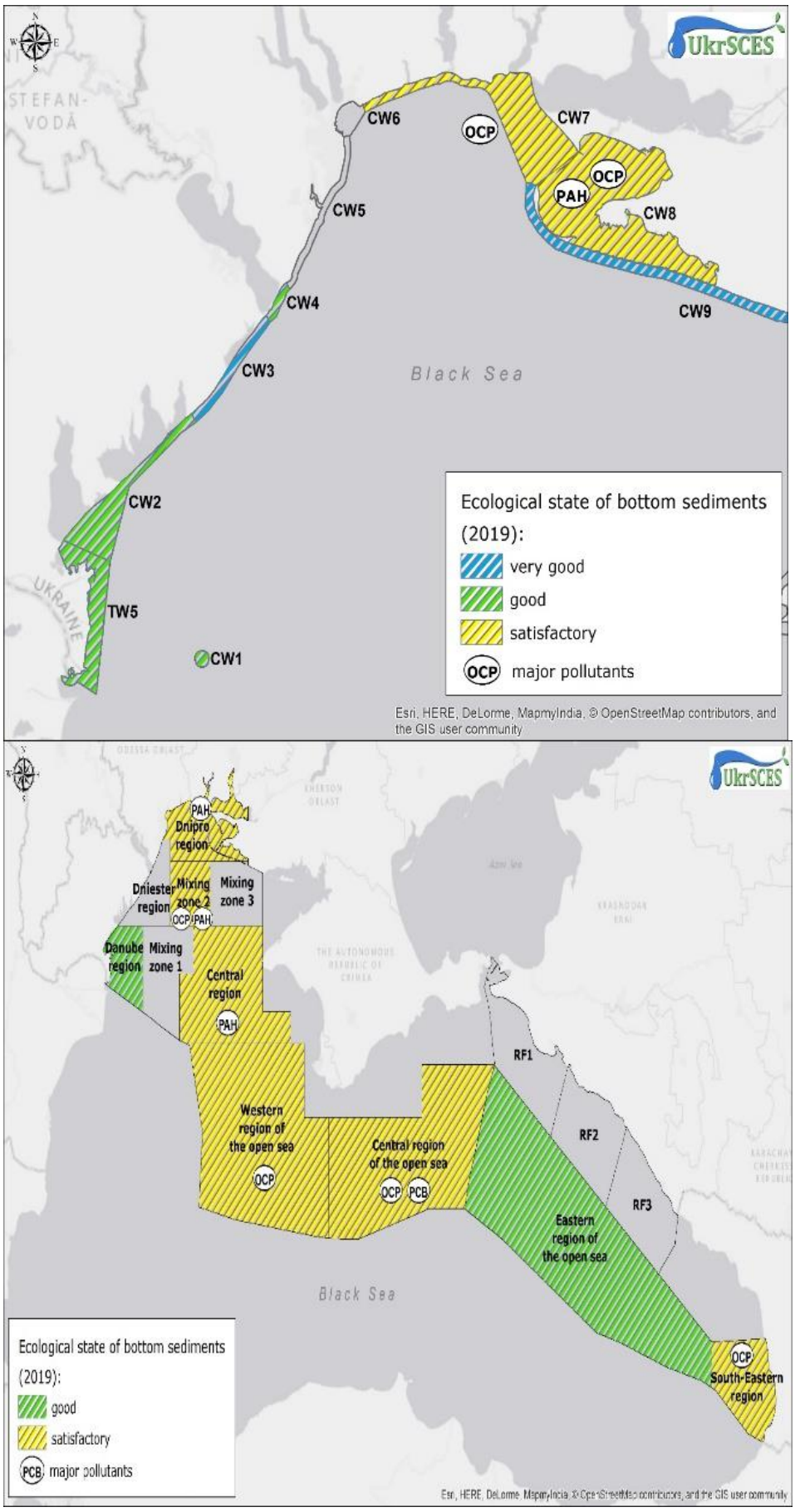


Рисунок 3.2 – Комплексна оцінка екологічного стану донних відкладень у 2019 р.

3.3 Екологічний стан біологічних обєктів за змістом забруднювачів

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

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

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

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

Екологічний стан біологічних об’єктів за допомогою Кз оцінюється:

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

В таблиці 3.5 наведена оцінка екологічного стану біологічних об’єктів в Чорному морі в 2019 році за методикою УкрНЦЕМ.

Таблиця 3.5 – Оцінка екологічного стану біологічних об’єктів в Чорному морі в 2019 році

	Kz ТМ	Kz ХОП	Kz ПХБ (Ar-1254, Ar-1260)	Kz ПАВ	CS ТМ	CS ХОП	CS ПАВ
Рапана CW5	1,51	73,9	0,82	2,07	2,61	104,48	2,93
Мідії CW6	0,29		0	0,40	0,50		0,57
Мідії CW7	0,33	1955	0,34	0,18	0,57	2765,1	0,26

Як видно з таблиці 3.5, основні забруднюючі речовини в біологічних об’єктах досліджуваних районів CW5, CW6 та CW7 у 2019 році належали до групи ХОП, а саме переважав гептахлор. В районі CW5 також спостерігалось забруднення ТМ та ПАВ, а саме кадмієм, ртуттю та бензо(а)піреном.

4 ОЦІНКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ПРИБЕРЕЖНИХ СПІЛЬНОТ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА ДАНИМИ 2019 РОКУ

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

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

4.1 Матеріали та методи

Відбір проб проводився за трьома програмами - щорічною програмою прибережного моніторингу, EMBLAS + та ANEMONE.

Для українського шельфу були запропоновані такі зони: інфраліторaль (0-15 м), верхня циркаліторaль (15-30 м), нижня циркаліторaль (30-55 м), морська циркаліторaль (55-200 м) (Мінічева & Соколов, 2019).

Необхідно було оцінити стан донних середовищ існування в кожній обраній області:

- інфраліторaль (0-15 м),
- верхня циркаліторaль (15-30 м)
- нижня циркаліторaль (30-55 м)

- офшорна циркаліторaль (55-200 м).

У цьому звіті в першу чергу описується стан перших трьох зон північно-західного регіону Чорного моря (ПЗЧМ). В інфраліторальній зоні було проаналізовано 10 станцій, розташованих уздовж узбережжя Одеської області ПЗЧМ від села Коблево до села Затока біля Дністровського лиману, який охоплює чотири різних водних масивів - CW5 (мезогалінний, відкритий, мілкий мул), CW6 (мезогалінний, відкритий, мілкий, глинисто-муловий) CW7 (мезогалінний, закритий, неглибокий мул) і TW21 (транзитні води). У верхній та нижній циркаліторальній зоні було проаналізовано чотири регіони ПЗЧМ: Дністер, Дунай, Дніпро-Буг та змішані води (рис. 4.1).

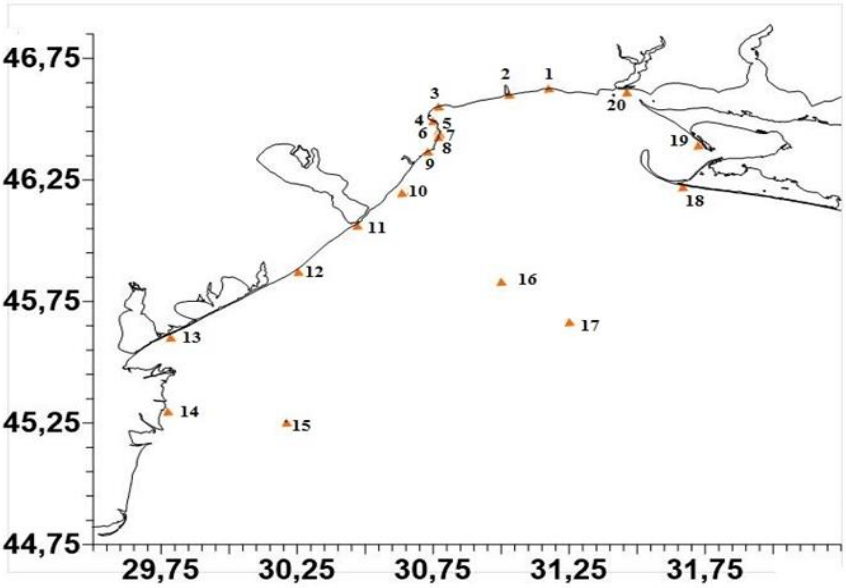


Рисунок 4.1 – Загальна схема станцій відбору проб, виконана врамках моніторингових досліджень України під час зйомки в серпні-вересні 2019 р.

4.2 Фітопланктон

У 2019 році обстеження фітопланктону Чорного моря проводилось цілорічно на двох станціях моніторингу в прибережній зоні Одеської області. Також навесні та восени сезонні спостереження проводились на 11 станціях

моніторингу, розташованих уздовж узбережжя від села Коблево до села Затока. Також у вересні відбулася експедиція в шельфових водах. Гідробіологічні проби були відібрани та оброблени за стандартними методами. Проби фітопланктону збирали вертикальними рядами, що складалися з декількох глибин відбору проб. Глибини були обрані з ідеєю зібрати матеріал з основних гідрофізичних шарів. На шельфі зразки відбирали із верхнього змішаного шару, верхнього шару термокліну, нижнього шару термокліну, біля нижнього шару та максимуму хлорофілу (якщо цей максимум не збігався з іншими шарами відбору проб). У прибережних водах глибиною менше 3 м були зібрани лише поверхневі води. Для відбору були використані 5-літрові батометри Ніскина, прикріплені до розеткової системи гідрозонду. Кожна проба складалася з 1-2 л води, фіксувалася 40% розчином формальдегідом до кінцевої концентрації 2% у пробі і потім транспортувалась в лабораторію. Потім клітинам фітопланктону давали осісти протягом 2 тижнів, а після цього проби повільно декантували до 30–40 мл. Проби з шельфу та відкритого моря концентрували на борту лійкою інвертованої фільтрації до обсягу 50-100 мл, а потім також фіксували 40% розчином формальдегіду до кінцевої концентрації 2% у пробі. Перед підрахунком концентровані зразки концентрували ще раз, до 10-20 $см^3$ повільною декантацією.

Ідентифікація видів та підрахунок клітин проводились під світловим мікроскопом LOMO (Росія) зі збільшеннями в 600 разів у краплі об'ємом 0,05 мл. Вологу біомасу розраховували методом геометричної подібності, прирівнюючи форми клітин до відповідних геометричних форм і припускаючи, що щільність клітин дорівнює 1.

Для ідентифікації видів були використані відповідні довідники (Cronberg & Annadotter, 2006; Kiselev, 1950; Proshkina-Lavrenko, 1955; Schiller, 1937; Steidinger & Tangen, 1997; Tomas, 1997; Tsarenko, 1990; Крахмальный, 2011) а таксономічна номенклатура відповідає онлайн базі даних Світового реєстру морських видів (WoRMS).

У відкритій акваторії пляжу Аркадія було знайдено 121 таксон мікроводоростей, які належали до 11 типів. У напівзакритій воді біля “Малого Фонтана” було виявлено 107 таксонів мікроводоростей з 12 типів. В обох водоймах домінантами були діатомові водорості (44 та 51% відповідно) та динофлагелати (20% та 21%), з великим внеском зелених водоростей (13% та 7%) та ціанобактерій (9% та 7%). Частка інших видів становила менше 5%.

Під час вивчення “гарячих точок” Одеської області восени 2019 року ми виявили 91 таксон мікроводоростей з 10 типів. Спостерігався діатомово-динофлагелатовий комплекс видів, характерних для цієї пори року. Чисельність варьювала від 22 мг*дм$^{-3}$ до 9,8 г*дм$^{-3}$, біомаса від 28 мг*м$^{-3}$ до 2,8 г*м$^{-3}$. Найвищі значення кількісних показників спостерігались у водному масиві CW7, імовірно, в результаті впливу Дністровських вод.

Під час вивчення акваторій ПЗЧМ зі змінною соленістю в Дунайському районі ми виявили 69 таксонів з 9 типів навесні та 78 таксонів з 7 типів восени. Основу видового різноманіття склали Bacillariophyta (41% та 38%) та Chlorophyta (22% та 30%), з великим внеском Dinophyta (17%) та ціанобактерії (9% та 10%). Частка інших видів становила менше 5%.

Середньорічна кількість становила 369*10^{3} клітин*дм$^{-3}$ (що в 1,6 рази менше, ніж у 2018 році), а біомаса 424 мг*м$^{-3}$ що в 2,0 рази менше, ніж у 2018 році. У 2019 році, як і за останні 8 років, у водах Одеської області спостерігалася тенденція до зменшення кількісних показників фітопланктону (рис. 4.2).

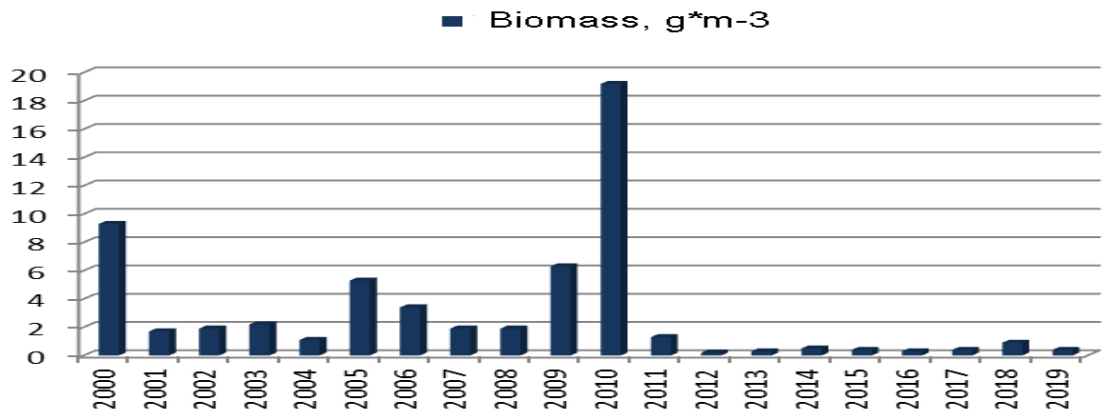


Рисунок 4.2 – Довгострокові зміни середньорічної біомаси фітопланктону в Одеській області

Сезонної сукцесії фітопланктону протягом 2019 року не спостерігалось ні на одній із станцій моніторингу. Найвищі значення чисельності та біомаси спостерігались у лютому завдяки одночасному розвитку діатомових водоростей *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl як домінанти і трьох субдомінант: *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (Bacillariophyta), *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komár.-Legner. (Chlorophyta) та *Chimonodinium lomnickii* (Wolosz.) Crav. (Dinophyta); в той же час спостерігались найвищі концентрації поживних речовин. На початку травня спостерігалося незначне збільшення чисельності через розвиток дрібних ціанобактерій *Merismopedia punctata* Meyen та зеленої водорості *M. contortum*. Невеликий приріст біомаси спостерігався в липні та серпні через вегітацію великоклітинних динофлагелатів родів *Prorocentrum, Gyrodinium, Dinophysis, Ceratium, Tripos,* та *Protoperidinium.*

На початку червня 2019 року аномальний "розквіт" *Nodularia spumigena* Mertens, який є широко поширеним евригаліновим видом ниткоподібних ціанобактерій, спостерігався в Одеській області. Він мав мозаїчний тип просторового розподілу, плями цвітіння спостерігалися по всій Одеській області. Найвища біомаса (4713 г*м$^{-3}$) була відмічена біля станції очищення стічних вод “Південна”.

Навесні середня чисельність була 127*10^{3} клітин*дм$^{-3}$, середня біомаса 169 мг*м$^{-3}$. Найбільша чисельність спостерігалася в поверхневому шарі в районі гирла через розвиток дрібних флагелятів, найвища біомаса була на найдальшій морській станції в придонному шарі через розвиток морськиз діатом *Chaetoceros curvisetus* Cleve. Восени в поверхневому шарі спостерігались як максимум чисельності, так і біомаси внаслідок розвитку прісноводних видів дрібної ціанобактерії *Merismopedia minima* Beck, і великої зеленої водорості *Monactinus simplex* (Meyen) Corda.

Середня чисельність була 3.2*10^{6} клітин*дм$^{-3}$, середня біомаса 544 мг*м$^{-3}$.

У Дністровському регіоні восени середня чисельність становила

$3.07*10^6$ клітин*дм$^{-3}$, середня біомаса 1.69 г*м$^{-3}$. Найвищі кількісні показники спостерігались на станції біля гирла Дністровського лиману, де цвіли прісноводні ціанобактерії *Jaaginema kisselevii* (Anissimova) Anagnostidis & Komárek у поверхневому шарі, коли біля нижнього шару спостеригалося цвітіння морського динофлагелата *Prorocentrum micans* Ehrenberg.

У Дніпро-Бузькому регіоні восени середня чисельність становила $1,96*10^6$ клітин*дм$^{-3}$, середня біомаса 700 мг*м$^{-3}$. Найвищі кількісні показники спостерігались у поверхневому шарі на станції поблизу Очакова завдяки розвитку чотирьох прісноводних та солоноватих видів *J. kisselevii*, *Glaucospira laxissima* (G.S.West) Simic, Komárek & Dordevic, *Dolichospermum spiroides* Klebahn, та *N. spumigena.*

Восени в районі змішаної води кількісні характеристики фітопланктону були досить низькими: середня чисельність становила $24*10^3$ клітин*дм$^{-3}$, середня біомаса 634 мг*м$^{-3}$. Максимум цих характеристик був обумовлений розвитком морського виду, малого кокколітофору *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay, Mohler у поверхневому шарі, та великого динофлагеляту *Neoceratium* в придонному шарі.

Відповідно до Постанови про моніторинг та Директиви WFD, у 2018 році були розроблені критерії ДЕС для біологічної складової морських екосистем та шкала оцінки якості води за тими ж критеріями, що і для кількісних показників фітопланктону: загальної біомаси та співвідношення біомаси діатомових водоростей та динофітів (навесні). Результати цієї оцінки наведені в наступній таблицях 4.1 та 4.2.

Таблиця 0.1 – Оцінка екологічного стану прибережних вод Одеської області за показниками фітопланктону восени 2019 року

Водний масив	Індикатор		Загальна оцінка
	Середня біомаса, мг*м$^{-3}$	Індекс Менхеніка	
CW 4	2698	0,01	дуже поганий
CW 5	411	0,05	гарний
CW 6	1423	0,01	поганий
CW 7	511	0,01	задовільний
TW 21	411	0,01	задовільний

Таблиця 0.2 – Оцінка екологічного стану ПЗЧМ за показниками фітопланктону восени 2019 року

Регіон шельфу	Індикатор		Загальна оцінка
	Середня біомаса, мг*м$^{-3}$	Індекс Менхеніка	
Змішані води	634	0,090	гарний
Дніпро-Буг	701	0,047	задовільний
Дністер	1687	0,020	поганий
Дунай	544	0,051	гарний

Таким чином, стан спільноти фітопланктону ПЗЧМ демонструє тенденцію до поліпшення, але продовжує залишатися нестабільним, особливо в районах впливу річок, де на деяких станціях продовжують спостерігатися випадки "цвітіння" води солонуватою та морською мікроводоростями, спричиненою спалахами обох прісних вод. Для більш повної оцінки необхідно проводити цілорічний моніторинг та аналіз екологічного стану морських вод на основі довгострокових спостережень.

4.3 Зоопланктон

У 2019 році мезозоопланктонні дослідження Чорного моря проводились цілорічно на двох станціях моніторингу в прибережній зоні Одеської області. Також навесні та восени сезонні спостереження проводились на 11 станціях моніторингу, розташованих уздовж узбережжя від села Коблево до села Затока. Також у вересні відбулася експедиція в шельфових водах. Гідробіологічні зразки відбирали та обробляли стандартними методами.

Зразки консервували у 4% формальдегіді, доведенному до pH 8,0-8,2, тетраборатом натрію (бури) ($Na_2B_4O_3$ 10 H_2O), розчином формаліну (1 частина 40% розчину формальдегіду та 9 частинами проби води) та зберігали у пластикових контейнерах. У лабораторії пробии концентрували до 100-150 см^3 перед тим, як розділити їх на підпроби. Камера Богорова була використана для кількісної оцінки (обчислення чисельності та біомаси, з

використанням індивідуальної ваги виду) та якісної (таксономічної структури) обробки суб-проб. Суб-проби досліджували за допомогою стереомікроскопу. Щонайменше 100 організмів від кожного з трьох домінуючих видів було враховано в кожній під-вибірці. Точність розрахункової чисельності для організмів перших трьох груп, що нараховує до 100 зразків, становить 20% (Alexandrov & Korshenko, 2006). Види були ідентифіковані відповідно до (Mordukhay-Boltovskoy, 1968, 1969, 1972).

Використано чотири показники мезозопланктону: біомаса мезозопланктону (мг * $м^{-3}$), біомаса *Noctiluca scintillans* (%), індекс Шеннона-Вівера (біт. * $екз^{-1}$). Референсні значення представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Метрики та система класифікації для прибережних морських вод базувалися на характеристиках зоопланктону (екологічний стан згідно з Водною Рамочною Директивою (WFD)

Пора Року	Високий	Гарний	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
Біомаса мезозоопланктону, мг·* $м^{-3}$					
Весна	400-300	300-150	150-70	70-10	<10(>400)
Літо	900-600	600-350	350-200	200-40	<40(>900)
Осінь	350-250	250-150	150-70	70-10	<10(>350)
Біомаса *Noctiluca scintillans*, мг·$м^{-3}$					
Цілий рік	<50	50-250	250-500	500-2500	>2500
Біомаса *Mnemiopsis leidyi*, г * $м^{-3}$					
Цілий рік	0	1-4	4-20	20-50	>50
Індекс Шеннона-Вівера, біт. * $екз^{-1}$					
Цілий рік	>3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	1.5-1	<1

Протягом 2019 року у всіх досліджених водах було виявлено 58 таксонів морських, солоноватих та прісноводних комплексів. Основа різноманітності належала Copepoda (17 таксонів). Кладоцери (10 таксонів) також були різноманітними, але завдяки солонуватим і прісноводним організмам, які спостерігалися лише біля гирл великих річок. Нефуровий мезозоопланктон був представлений 4 таксонами медуз і 1 динофлагелатом. Серед інших було виявлено 9 таксонів меропланктону, 6 таксоносів коловерток (також переважно прісноводних) та 11 таксонів інших організмів

(рис. 4.3).

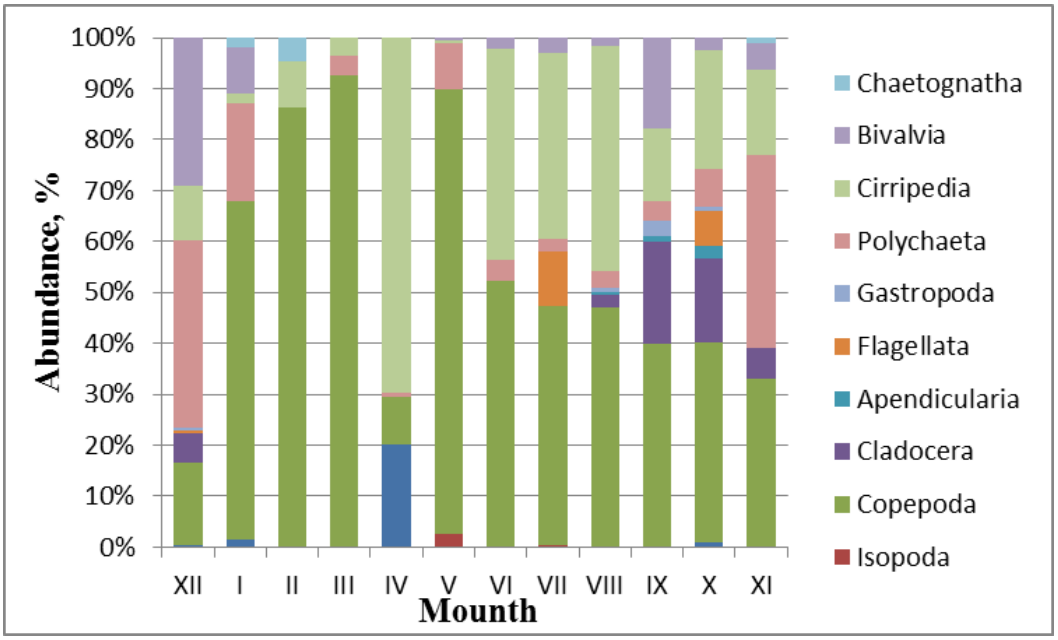
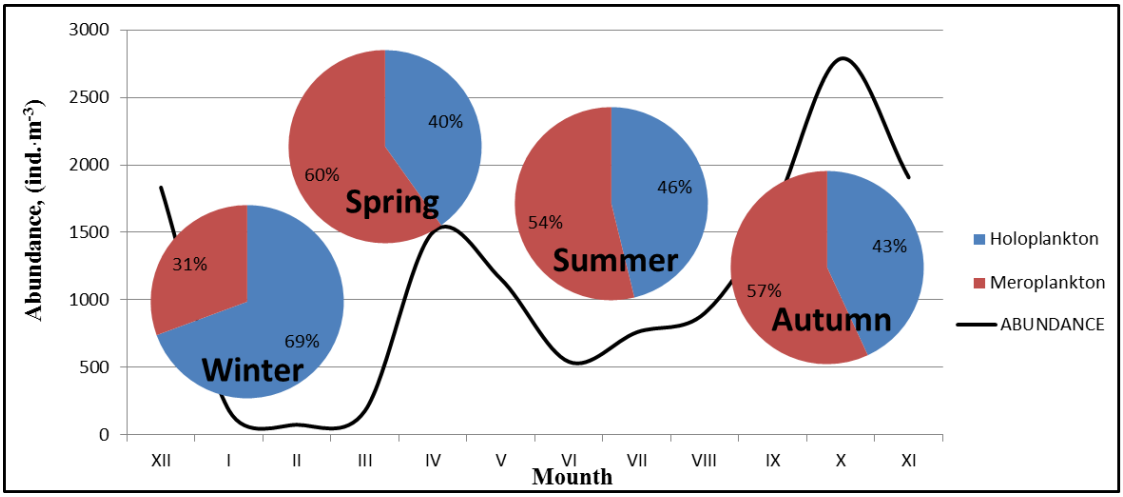


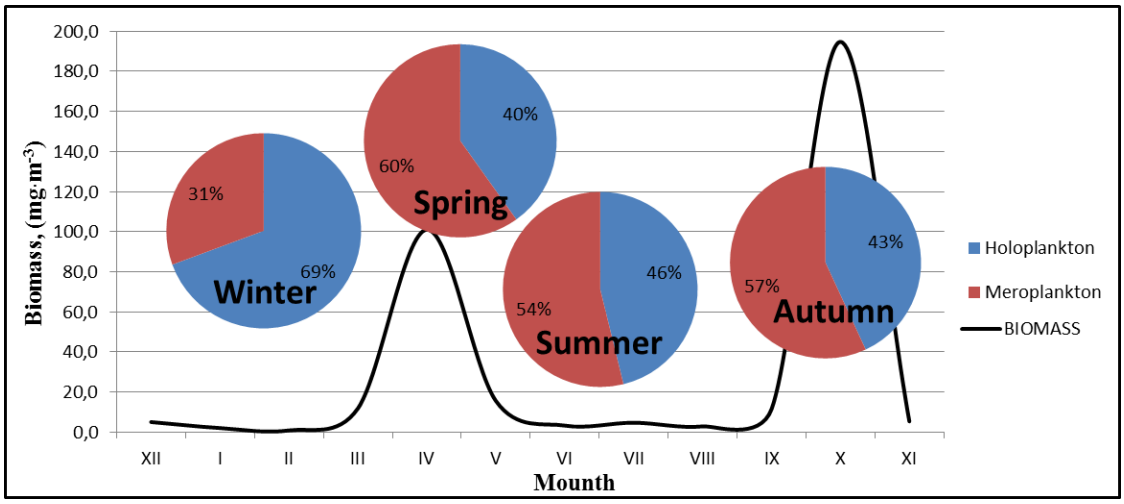
Рисунок 4.3 – Внесок різних таксонів у формування кількості мезозопланктону в прибережних морських масивах Одеської області у 2019 р.

Зима характеризувалася низькою різноманітністю, чисельністю та біомасою. Тільки копеподи родів *Acartia* та *Oithona*, копеподи порядку Harpacticoida та меропланктоні організми регулярно спостерігались у пробах. Весна розпочалась у квітні, продемонструвавши збільшення різноманітності, появу коловерток родів *Asplanchna* та *Synchaeta*, збільшення частки солонованих і прісноводних видів та загальної біомаси мезозоопланктону. Водночас спостерігався весняний максимум розвитку мезозоопланктону (101,071 мг*м$^{-3}$). У травні-червні відбулося зменшення частки солонуватих видів, збільшення частки копепод порядку *Calanoida* (здебільшого завдяки роду *Acartia*). У липні відбулося зменшення біомаси та різноманітності, зменшення частки солоноватих видів. Гетеротрофний динофлагелат *Noctiluca scintillans,* що є показником евтрофікації, з'явився у пробах, але він залишався на відносно низькому рівні (не більше 133 мг*м$^{-3}$), що свідчить про низький рівень органічного забруднення. У вересні чисельність та біомаса знову почали зростати. У жовтні трапився осінній максимум

розвитку мезозоопланктону (194,738 мг*м$^{-3}$) представлений в основному копеподами, кладоцеранами та організмами мероланктону. З кінця жовтня кількість мезозоопланктону почала зменшуватися і в листопаді набула «зимових» значень. Зміни в чисельності та біомасі зоопланктону наведені на рис. 4.4.



а)



б)

Рисунок 4.4 – Зміни чисельності (а) та біомаси (б) зоопланктону в прибережних морських масивах Одеської області у 2019 р.

Що стосується кількісних показників, то в 2019 року чисельність мезозоопланктону коливалася від 56 інд.*м-3 до 3837 інд.*м-3 та у середньому була 1123 ± 837 інд.*м-3. Біомаса варіювалась від 0,879 мг*м-3 в липні до 194,738 мг*м-3 в лютому але у середньому була 29,944 ± 58,776 мг*м-3 на рік.

Екологічний стан прибережних вод Одеського морського регіону (за кількісними показниками мезозоопланктону) можна оцінити як «задовільний» за чисельністю та біомасою (табл. 4.4). Відповідно до індексу біомаси *N. scintillas*, його можна оцінити як «високий», але відповідно до індексу різноманітності Шеннона його можна оцінити як «задовільний». Загалом, екологічний стан акваторії можна оцінити як «задовільний».

Що стосується вод ПЗЧМ (табл. 4.5), то у вересні найкращі показники спостерігались у Дунайському регіоні, найгірші у Дністровському регіоні. Однак усі вони були «гарного» екологічного стану. На всіх станціях рівень розвитку *N. scintillans* не піднімався вище 133 мг*м$^{-3}$ і в середньому регіон мав екологічний стан "високий" або "гарний". Індекс Шеннона коливався від 2,089 до 3,054 і становив у середньому 2,610, що означало "гарний" екологічний стан. Загальна біомаса мезозоопланктону коливалась від 22,669 мг*м$^{-3}$ до 1555,013 мг*м$^{-3}$, і у середньому становила 435,871 мг*м$^{-3}$, що означало "гарний" екологічний стан.

Таблиця 0.4 – Кількісні показники мезозоопланктону Одеської області у 2019 році та оцінка екологічного стану

Оцінка	Зима	Весна	Літо	Осінь	Рік
Чисельність, інд*м$^{-3}$	696 ± 986	944 ± 687	735 ± 182	2115 ± 597	1122 ± 837
Загальна біомаса, мг*м$^{-3}$	2,681 ± 2,155	42,849 ± 50,457	3,644 ± 0,970	70,603 ± 107,55	31,944 ± 58,776
Біомаса *N.scintillans*, мг*м$^{-3}$	0,057 ± 0,098	0,019 ± 0,033	0,490 ± 0,849	1,154 ± 1,998	0,430 ± 1,090
Індекс Шеннона	1,871±0,380	1,392±0,186	1,721±0,066	1,893±0,236	1,719±0,31

Слід зазначити, що оцінки екологічного стану ПЗЧМ базуються на пробах, відібраних протягом одного сезону. Більш об'єктивна картина вимагає цілорічного сезонного моніторингу.

Таблиця 0.5 – Оцінка екологічного стану ПЗЧМ за кількісними показниками мезозоопланктону у вересні 2019 року

Регіон	Оцінка			Оцінка
	Загальна біомаса, мг·м$^{-3}$	Загальна біомаса *N.scintillans*, %	Індекс Шеннона	
Змішані води	329,188±274,69	23,08±54,19	2,739±0,286	Гарний
Регіон Дніпра	715,534±153,54	0,0	2,621±0,255	Високий
Регіон Дністра	96,657±4,50	0,0	2,403±0,280	Гарний
Регіон Дунаю.	692,334±364,55	0,0	2,804±0,325	Високий

Продемонструвавши звичну для регіону картину, цього року мезозоопланктон ПЗЧМ включав більшу частку солоноватих і прісноводних видів, що пов'язано з великим стоком річок та тимчасовим опрісненням регіону. Однак слід зазначити, що, незважаючи на великий стік, цього року не було масового розвитку некомбікормового зоопланктону - ноктилуки та медуз, що свідчило про низькі показники евтрофікації акваторії.

4.4 Макрозообентос

Проби бентосу були зібрані донним черпаком Ван Віна з площею захоплення 0,135 м^2 і промиті через сита розміром 0,5 мм, проби були зафіксовані 4% розчином формальдегіду в морській воді.

Структуру макрозообентосної спільноти аналізували за критеріями (G. R. Phillips, A. Anwar, L. Brooks, L. J. Martina, A. C. Miles, 2014): Кількість таксонів (S), Чисельність (N), Біомаса (B), Індекс Шеннона-Вівера (H′), П'єлу (J′), Альфа-параметр Фішера, Бриллюєна (H), Сімпсона (1-λ′), Маргалефа (d) та Бета-різноманітность Віттекера β_w.

Стан навколишнього середовища оцінювали за вимогами MSFD - AZTI Marine Biotic Index (AMBI) (Таблиця 1) (Albayrak, Balkis, Zenetos, Kurun, & Kubanç, 2006; Á. Borja et al., 2004; Dauvin & Ruellet, 2007; G. R. Phillips, A. Anwar, L. Brooks, L. J. Martina, A. C. Miles, 2014; Muxika, Borja, & Bonne, 2005; Van Hoey et al., 2010; Сон, 2008). Хоча Чорне море є мезогаліновим,

максимальні значення індексів для Чорного моря були взяті з технічного звіту по інтеркалібрації WFD (Частина 3) (Carletti & Heiskanen, 2009). Фонові значення наведені в таблиці 4.6.

Для розрахунку AMBI та m-AMBI було використано безкоштовне програмне забезпечення, доступне на www.azti.es, для структурних індексів For calculation of AMBI and m-AMBI was used freeware software available on www.azti.es, for structural indexes (Shannon Weiner (H′) ln, Fisher's α, Brillouin (H), Simpsons (1-D), Margalef (d)) – PAST 3.14.

Таблиця 4.6 – Еталонні значення показників якості води

	Високий	Гарний	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
	ДЕС		не-ДЕС		
H' для ілових відкладень	≥ 3.3	2.5-3.3	1.8-2.5	1,1-1,8	< 1,1
H' для піщаних та змішаних відкладень	≥ 4	3.1-4	2.2-3.1	1,3-2,2	< 1,3
AMBI	0.2 - 1.2	1.2 - 3.3	3.3 - 4.3	4,3 - 5,5	5,5 - 7,0
M-AMBI	≥ 0.85	0.55-0.85	0.39-0.55	0,2-0,39	<0,2
Віттекерова β_w	> 5	3-4	1-3	<1	

В рамках проекту ANEMONE були встановлені порогові значення ДЕС для прибережних та шельфових середовищ існування в Чорному морі України за M-AMBI * (n) (Sigovini, Keppel, & Tagliapietra, 2013). M-AMBI * (n) - спрощена модифікація оригінального методу M-AMBI (A. Borja et al., 2007). Індекс M-AMBI * (n) використовується для донних спільнот, що населяють осадові середовища існування: піски різного розміру зерна, грязі та їх поєднання, та змішані відкладення, що містять різну частку раковин молюсків. Еталонні умови для трьох параметрів M-AMBI * (n) (AMBI, різноманітність та багатство) були розраховані з використанням 0,95 процентиля значень багатства (S) та різноманітності (H) та 0,05 процентиля значень AMBI, використовуючи наявні дані (2011-2019 роки).

Зразки для аналізу на хлорофіл-α відбирали одночасно із зразками фітопланктону та аналізували за стандартними методами.

Протягом досліджуваного періоду в супченні макрозообентосу було відмічено 99 таксонів видового рівня.

Найбільше різноманіття мали аннеліди, ракоподібні та молюски (рис. 4.5).

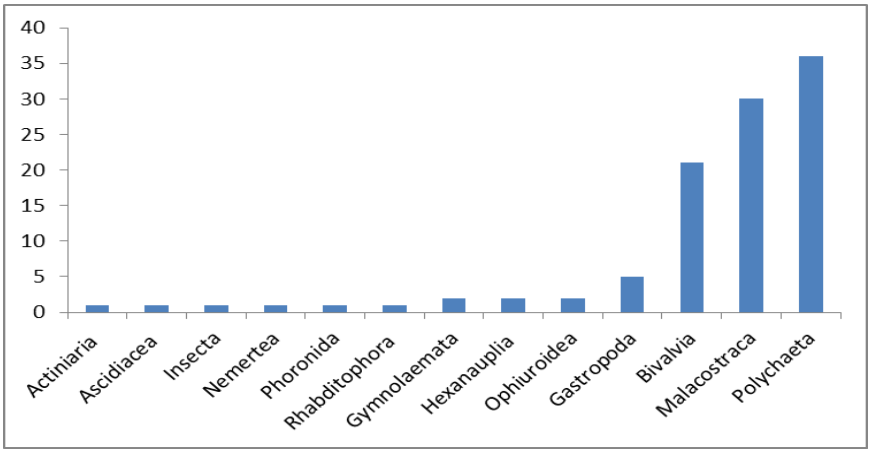


Рисунок 4.5 – Таксономічний склад макрозообентосу ПЗЧМ у 2019 р.

Кількість видів на станції варіювалась від 6 до 36. Індекс бета-різноманітності Віттекера становив 6,49. Наступні типи мали найвищу частоту (> 40%): *Anadara inaequivalvis* (Bruguière, 1789), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Lentidium mediterraneum* (O. G. Costa, 1830), *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853, *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914, *Capitella capitata europaea* Wu, 1964, *Harmothoe reticulata* (Claparède, 1870), *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883, *Spio filicornis* (Müller, 1776).

Наявність найпоширеніших видів на різних типах субстратів:

- Спільнота мідій (Mytilus galloprovincialis)

Спільнота макрозообентосу складалася з 32 таксонів макрозообентосу видового рангу та вищих таксономічних одиниць. З них найбільша частка в біорізноманітті належала Поліхетам - 14 таксонам, Ракоподібним - 9, інші групи були представлені менш різноманітно, тому на частку Молюсків припадало 4 види, Єхінодермат - 2, Немертея, Хордата, Кнідарія - 1. Чисельність була від 1,8 до 4,2 інд./м^2 (2,8 ± 0,5 інд./м^2), та біомаса від 100 до

480 г/м^2 (360 ± 102 г/м^2), індекс Шеннона дорівнював 2,8 - 2,9.

Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819 домінувала по біомасі в спільноті та становила від 80 до 95% загальної біомаси спільноти, і їх частка в чисельності не перевищувала 25%. Поліхети *Terebellides stroemii* Sars, 1835, *Athanas nitescens* (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814]), *Mysta picta* (Quatrefages, 1865), *Hediste diversicolor* (OF Müller, 1776), *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883, *Nephtys homberi* Lamarck, 1818, *Harmothoe reticulata* (Claparède, 1870) належать до трофічної групи зі змішаним типом збирачів їжи – поїдачів сестону, що становлять до 50% від чисельності. Athanas nitescens (Leach, 1813 [у Leach, 1813-1814]) мав найбільшу частку ракоподібних зі всеїдною дієтою на станції 16, а Caprella acanthifera Leach, 1814 на станції 17.

Співвідношення видових груп щодо органічної речовини має наступний характер: I - 8%, II - 29,45%, III - 36,5%, IV - 24,75%, V - 1,3, що відповідає слабо порушеній композиції відповідно до індексу AMBI (2,73) і гарному стану навколишнього середовища згідно mAMBI (0,6). Таким чином, екологічний стан спільноти макрозообентосу можна охарактеризувати як ДЕС.

- Спільнота Lentidium mediterraneum - Mytilaster lineatus / Mya areanaria

Спільнота має низьке біорізноманіття - лише 9 видів - *Lentidium mediterraneum* (OG Costa, 1830), *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Aonides paucibranchiata Southern*, 1914, *Capitella capitata europaea* (Wu, 1964), *Prionospio cirrifera* (Linnaeus, 1758), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Abra nitida* (OF Müller, 1776), *Spio filicornis* (Mueller, 1776). Чисельність становила від 0,4 до 0,5 тис. інд. /м^2, а біомаса від 0,5 до 0,7 г/м^2 (360 ± 102 г/м^2), індекс Шеннона 0,68-0,84. Таким чином, усі три показники були в 2-5 разів нижчими, ніж минулого року.

Lentidium mediterraneum (O. G. Costa, 1830), домінуючій вид становил близько 43-47% біомаси, частка субдомінантів *Mytilaster lineatus / Mya areanaria* становила 21-25% біомаси. У той же час значну частку загальної

чисельності (до 45%) представляли поліхети (*Aonides paucibranchiata* (Southern, 1914), *Capitella capitata europaeaб* (Wu, 1964), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847) та *Spio filicornis* (Müller, 1776)), що в два рази нижче порівняно з 2018 роком.

Спільнота формується на піщано-ракушневому субстраті. Співвідношення груп видів щодо органічної речовини таке: I – 8 %, II - 21,4 %, III - 61,8 %, IV - 5,8 %, V - 8,4, AMBI - 2,9 ± 0,4, M-AMBI - 0,4. Таким чином, екологічний статус спільноти макрозообентосу можна охарактеризувати як не ДЕС.

- Спільнота Chamelea gallina (Linnaeus, 1758)

Спільнота відрізняється високим біорізноманіттям - 49 видів, найпоширенішими були поліхети - 26, ракоподібні-10, двостулкові - 9. Чисельність варіювала від 0,6 до 2,8 тис. од./м^2, а біомаса від 44 до 1200 г/м^2, індекс Шеннона 1,9-3.

Фільтруючі *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) домінували у біомасі спільноти, їх частка варіювала від 44 до 95 % від загальної біомаси спільноти, а їх частка в чисельності не перевищувала 25 %. Субдомінантами були *Alitta succinea* (Leuckart, 1847) та *Spio filicornis* (Müller, 1776) із середнім показником 65 % (від 24 до 90) від загальної чисельності спільноти.

Спільнота формується на піщано-мушлевому субстраті. Співвідношення груп видів щодо органічної речовини має такий характер: I - 25,9 %, II - 22,4 %, III - 40,0 %, IV - 9,4 %, V - 2,4, AMBI - 2, 1 ± 0,5, M-AMBI - 0,6. Таким чином, екологічний статус спільноти макрозообентосу можна охарактеризувати як ДЕС.

- Спільнота Anadara inaequivalvis (Bruguière, 1789) - Chamelea gallina

Спільнота має відносно високий рівень біорізноманіття - 40 видів, найрізноманітнішими були поліхети - 14, ракоподібні - 13, двостулкові - 8. Чисельність становила від 0,9 до 3,0 тис. інд./м^2, а біомаса від 380 до 1400 г/м^2, індекс Шеннона 2,4-2,6.

домінантами по біомасі в спільноті були фільтрувальники *Anadara inaequivalvis* та *Chamelea gallina*, які становили від 70 до 90 % біомаси громади, причому їх частка в чисельності коливається від 3 до 54 %. На частку поліхети *Aonides paucibranchiata (*Southern, 1914), *Capitella capitata europaea* (Wu, 1964), *Eteone sp.*, *Prionospio cirrifera* (Wirén, 1883) припадало 51 % популяції.

Спільноти утворювались на наступних субстратах: замулених пісках, мушлевих пісках та мушлевій породі. Співвідношення груп видів щодо органічної речовини мало такий характер: I - 28,3 %, II - 22,4 %, III - 34,2 %, IV - 18,5 %, V - 13,2, AMBI - 2,7 ± 0,1, M-AMBI - 0,6. Таким чином, екологічний стан спільноти макрозообентосу можна охарактеризувати як ДЕС.

- Спільнота Alitta succinea (Leuckart, 1847)

Спільнота *Alitta succinea* (Leuckart, 1847) налічує 22 види (поліхети -11, молюски - 4, двостулкові - 4). Чисельність коливалася від 3,9 тис. од./м^2, а біомаса - від 27,08 г/м^2, індекс Шеннона - 2,36.

Alitta succinea (Leuckart, 1847) домінувала у біомасі спільноти, та становила 47 %, субдомінантні фільтрувальники сестону *Lentidium mediterraneum* (OG Costa, 1830) – 16 %, та *Ampelisca diadema* (Коста, 1853) – 9 %.

Спільнота утворюється на піщано-мушлево-кам'яному субстраті. Співвідношення груп видів по відношенню до органічної речовини має такий характер: I - 0,3 %, II - 22,4 %, III - 65,9 %, IV - 7,6 %, V - 2,4, AMBI - 2897, M-AMBI - 0,53. Таким чином, екологічний стан спільноти макрозообентосу можна охарактеризувати як не ДЕС.

В Україні для основних донних спільнот прибережних та шельфових середовищ існування класифікаційні системи були розроблені відповідно до процедур, описаних вище для прибережних вод в межах MSFD. Критерії оцінки екологічного стану наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Порогові значення ДЕС, визначені для прибережних та шельфових середовищ існування в українському секторі Чорного моря

Екологічний стан	EQR	AMBI	H'	S	M-AMBI*n
Інфраліторальні дрібні та середні піски, в яких переважає *Chamelea gallina*					
Еталонніні умови	1	1.19	2.97	27	0.82
Гарний	0.68	2.6	2.5	17	0.61
Інфраліторальні дрібні та середні піски, в яких переважає *Lentidium mediterraneum*					
Еталонніні умови	1	1.7	2.94	17	0.81
Гарний	0.68	2.12	2.2	12	0.60
Морські циркаліторальні грязі з *Modiolula phaseolina*					
Еталонніні умови	1	0.85	2.00	12	0.85
Гарний	0.68	1.5	1.0	9	0.61
Циркаліторальні грязі з *Mytilus galloprovincialis* біогенного рифа та різноманітною фауною					
Еталонніні умови	1	0.23	3.78	44	1.00
Гарний	0.68	2.8	2.38	16	0.61
Циркаліторальні грязі та змішаний субстрат з *Mytilus galloprovincialis*					
Еталонніні умови	1	1.75	3.34	35	0.88
Гарний	0.68	2.52	2.2	12	0.61
Циркаліторальний змішаний осад Shallow circalittoral (20-40 мм) пісчано-мушлеві грязі / грязі з *Abra* spp., *Cardiidae, Nephthys hombergii*, *Heteromastus filiformis*					
Еталонніні умови	1	1,56	3.13	27	0.85
Гарний	0.68	3.2	2.5	12	0.62
Інфраліторальні грязі (MB6) Інфраліторальні грязі (7-18 м) з *Mya arenaria, Anadara kagoshimensis*					
Еталонніні умови	1	1.85	3.0	11	0.84
Гарний	0.68	2.7	1,34	5	0,62
Циркаліторальні та інфраліторальні грязі з Polychaeta varia					
Еталонніні умови	1	1.60	2.50	13	0.79
Гарний	0.68	3.2	1.3	7	0.57
Циркаліторальні теригенні грязі з *Melinna palmata*					
Еталонніні умови	1	0.78	3.59	23	0.74
Гарний	0.68	2.7	1.34	5	0.55
Середньоліторальна (0-0,5 м) порода, заросла Mytilids (*Mytilaster lineatus* and *Mytilus galloprovincialis*)					
Еталонніні умови	1	2,20	3,50	25	0.82
Гарний	0.68	2.8	2.6	10	0.62
Циркаліторальні теригенні грязі з *Melinna palmata*					
Еталонніні умови	1	0.78	3.59	23	0.74
Гарний	0.68	2.7	1.34	5	0.55

Результати аналізу показників чисельності, біомаси, різноманітності та екологічного стану макрозообентосу у 2019 році наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Індекси чисельності, біомаси, різноманітності та екологічного стану макрозообентосу ПЗЧМ у 2019 році

Водний масив, регіон	Точка вібору	Кількість видів	Чисельність	Біомаса	Показник різноманітності					Екологічний стан			
			Інд./м3	г/м2	1-λ′	H′	H	d	A Фішера	AMBI	Стан	m-AMBI	ДЕС/не ДЕС
CW7	NPMS-19-01	7	543	0,63	0,77	1,69	1,65	0,95	1,13	3,50	MD	0,378	Поганий
CW7	NPMS-19-02	14	1302	46,33	0,89	2,42	2,39	1,81	2,19	2,95	SD	0,507	Задовільний
CW6	NPMS-19-03	6	400	0,53	0,82	1,74	1,70	0,83	1,00	2,44	SD	0,472	Задовільний
CW6	NPMS-19-04	16	4408	1587,44	0,78	1,97	1,95	1,79	2,09	2,73	SD	0,494	Задовільний
CW5	NPMS-19-05	10	1276	88,63	0,82	1,93	1,90	1,26	1,48	2,37	SD	0,506	Задовільний
CW5	NPMS-19-06	8	566	41,30	0,84	1,96	1,91	1,10	1,32	2,77	SD	0,485	Задовільний
CW5	NPMS-19-07	14	1073	130,13	0,90	2,44	2,39	1,86	2,27	2,77	SD	0,537	Задовільний
CW5	NPMS-19-08	14	1055	72,90	0,91	2,52	2,47	1,87	2,28	1,98	SD	0,618	Гарний
CW5	NPMS-19-09	7	507	0,67	0,83	1,84	1,80	0,96	1,15	2,86	SD	0,452	Задовільний
Рег. Дністра	NPMS-19-11	17	1293	1421,81	0,91	2,52	2,48	2,23	2,76	2,61	SD	0,564	Гарний
Рег. Дністра	NPMS-19-12	15	920	856,39	0,89	2,44	2,37	2,05	2,54	2,89	SD	0,539	Задовільний
Рег. Дністра	NPMS-19-13	27	2287	1436,04	0,91	2,80	2,74	3,36	4,30	2,33	SD	0,628	Гарний
Рег. Дунаю	NPMS-19-14	22	3975	27,08	0,87	2,36	2,34	2,53	3,07	2,90	SD	0,530	Задовільний
Рег. Дунаю	NPMS-19-15	34	2994	376,47	0,85	2,63	2,59	4,12	5,37	0,89	UD	0,740	Гарний
Змішані води	NPMS-19-16	33	4192	862,21	0,92	2,95	2,92	3,84	4,88	2,66	SD	0,644	Гарний
Змішані води	NPMS-19-17	26	3142	583,56	0,92	2,81	2,77	3,11	3,88	2,80	SD	0,596	Гарний
Рег.Дніпро-Бугу	NPMS-19-18	36	2854	1190,55	0,93	3,04	3,00	4,40	5,81	2,59	SD	0,676	Гарний
Рег.Дніпро-Бугу	NPMS-19-19	31	147504	16400,27	0,55	1,01	1,01	2,52	2,86	3,00	SD	0,402	Задовільний
Рег.Дніпро-Бугу	NPMS-19-20	23	75559	11118,52	0,65	1,45	1,45	1,96	2,20	2,34	SD	0,453	Задовільний

Примітка: SD – злегка порушена, MD – помірно порушена, UD - порушена

Як зрозуміло, на більшості прибережних станцій екологічний статус був «задовільним», лише на одній станції у водному масиві CW7 біля лиману Гророр'євського він був поганим, а на одній станції CW5 – «гарним».

Для шельфових станцій ситуація краща. Найгірша ситуація спостерігалась у Дніпро-Бузькому регіоні, де дві із трьох станцій продемонстрували «задовільний» екологічний стан, а одна – «гарний». У Дунайському регіоні одна станція була з «гарним» станом, а інша – «задовільним». У Дністровській області дві з трьох станцій були за станом «гарний», а одна – «задовільний». Що стосується змішаних вод, усі станції продемонстрували «гарний» екологічний стан.

4.5 Концентрація Хлорофілу-α

Хлорофіл-α - показник автотрофної частини спільноти мікроводоростей.

Зміни хлорофілу-а загалом повторили зміни в біомасі фітопланктону. Щодо станцій регулярного моніторингу, дослідження на станції пляжу «Аркадія» показали, що протягом 2019р. середньомісячні значення хлорофілу-α варіювали від 0,83 мкг*л$^{-1}$ до 6,56 мкг*л$^{-1}$ (із сумарною мінливістю від 0,69 мкг*л$^{-1}$ до 14,29 мкг*л$^{-1}$). На мисі Малий Фонтан цей показник варіювався від 0,66 мкг*л$^{-1}$ до 4,91 мкг*л$^{-1}$ (із сумарною мінливістю від 0,646 мкг*л$^{-1}$ до 14,27 мкг*л$^{-1}$). Як зазвичай, значення відкритої акваторії були трохи вищими, ніж у напівзакритій. Аналіз середньомісячних значень концентрації хлорофілу-α виявив наявність трьох основних максимумів цього показника. Піки концентрації хлорофілу-α для обох досліджуваних акваторій характеризувались синхронністю і, як правило, негативно корелювали із солоністю.

Максимальні значення хлорофілу на обох станціях були виявлені на початку лютого – 14,3 мкг*л$^{-1}$ та 14,27 мкг*л$^{-1}$, відповідно. Ці вершини відповідають зимовому розвитку фітопланктону, який спричинив "цвітіння" води (рис. 4.6). На початку червня 2019 року відбулося друге збільшення

значень хлорофілу-α (до 7,3 мкг*л$^{-1}$ на станції Аркадія та 6 мкг*л$^{-1}$ на мисі Малий Фонтан). В цей час на Одещині спостерігався "розквіт" ціанобактерій *Nodularia spumigena*.

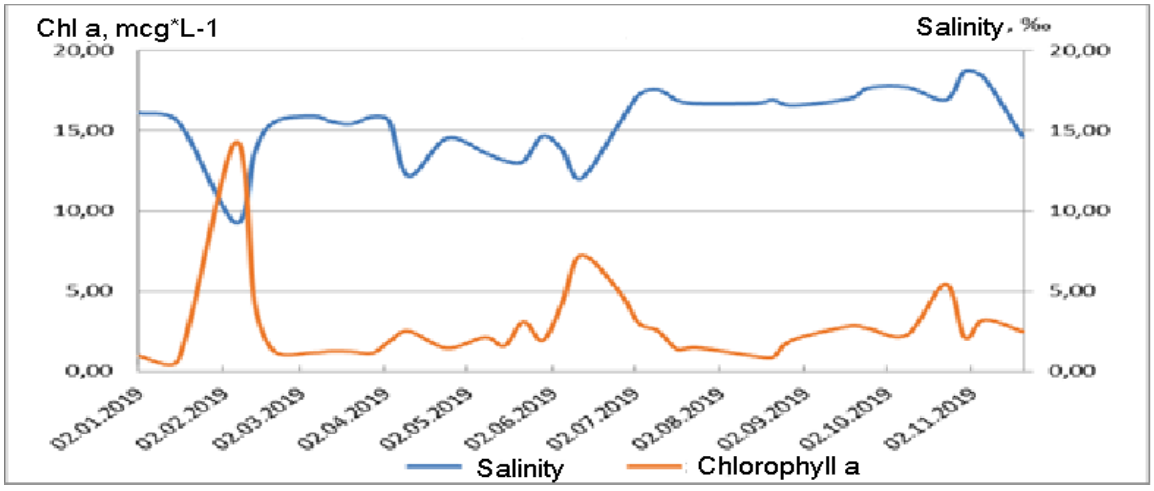


Рисунок 4.6 – Змінність хлорофілу-α та солоності на станції Аркадія у 2019 р.

Оцінка екологічного стану на станціях моніторингу за середніми сезонними значеннями концентрації хлорофілу-α показала, що на станціях моніторингу пляжу Аркадія та мису Малий Фонтан майже весь рік стан був «задовільним». Виняток - зимовий сезон в Аркадії, коли він був «поганим» (таблиця 4.9).

Таблиця 0.9 – Оцінка екологічного стану на основі середніх сезонних значень концентрації хлорофілу-α (мкг*л-1) на станціях моніторингу пляжу "Аркадія" та на мисі Малий Фонтан

Пора року	Аркадія	Малий Фонтан
Зима	3,7	2,8
Весна	1,8	1,6
Літо	2,9	2,1
Осінь	2,4	2,7

Результати сезонного моніторингу 10 станцій, розташованих уздовж узбережжя Одеської області ПЗЧМ від с. Коблево до с. Затока біля Дністровського лиману, яке охоплює чотири різних водних масивів - CW5

(мезогалін, відкритий, мілкий мул), CW6 (мезогалін, закритий, мілководний, глинисто-муловий) CW7 (мезогалін, відкритий, мілкий мул), і TW21 (транзитні води) наведені в таблиці 4.10.

Таблиця 0.10 – Оцінка екологічного стану прибережних вод ПЗЧМ на основі значень концентрації хлорофілу-α (мкг*л-1) восени 2019 року

Водний масив	Хлорофіл-α	Оцінка
CW5	1,33±0,21	Гарний
CW6	2,44±1,19	Задовільний
CW7	4,7	Поганий
TW21	2,73	Задовільний

Результати досліджень шельфових вод у 2019 році показують, що Дністровський та Дунайський регіони характеризувалися "поганим" екологічним станом, Дніпровсько-Бузький регіон був «поганим», ймовірно через "цвітіння" мікроводоростей у цей період. Змішані води характеризувались «задовільним» екологічним станом (таблиця 4.11). Однак слід зазначити, що показники сильно різняться залежно від сезону та від року до року.

Отже, якщо розглядати стан акваторії за останні 6 років, то екологічний стан більшості акваторій можна оцінити як «задовільний», а екологічний стан змішаної зони як «гарний» та «високий».

Таблиця 0.11 – Оцінка екологічного стану за концентрацією хлорофілу α (мкг*л-1) у водах ПЗЧМ у 2019 році.

Регіони	Хлорофіл α	Оцінка
Регіон Дністра	3,69±1,88	Поганий
Регіон Дунаю	3,76±3,42	Поганий
Регіон змішаних вод	1,39±0,42	Задовільний
Дніпровсько-Бузький регіон	7,83±7,83	Дуже поганий

Це вказує на необхідність більш повних спостережень та доповнень до баз даних концентрації хлорофілу-α у відкритому морі з метою розробки сезонних шкал категорій екологічної оцінки. Що стосується районів впливу річок, екологічна ситуація постійно погіршувалась від категорії «поганий» для

Дністровського та Дунайського регіонів до категорії «дуже поганий».

Під час оцінки екологічного стану прибережних вод Одеської області за показниками фітопланктону восени 2019 року лише водний массив CW5 продемонстрував екологічний стан ДЕС («гарний»). Для інших водний масивів це був не ДЕС стан («задовільний» у CW7 та TW21, «поганий» у CW6 та «дуже поганий» у CW4). Для шельфових районів ПЗЧМ екологічний стан GES спостерігався в придунайських та змішаних акваторіях, у Дніпро-Бузькому регіоні він був «задовільним», а в Дністровському – «поганим». Таким чином, стан угруповання фітопланктону ПЗЧМ демонструє тенденцію до поліпшення, але продовжує залишатися нестабільним, особливо в районах, які знаходяться під впливом річок, де на деяких станціях продовжують спостерігатися випадки "цвітіння води", спричинені спалахами активного розвитку прісноводних, солонуватоводних та морських мікроводоростей.

Коливання хлорофілу-а загалом повторювали коливання біомаси фітопланктону. Під час оцінки екологічного стану за показниками хлорофілу-а на станціях моніторингу Одеської області майже весь рік стан був «задовільним». Єдиним винятком був зимовий сезон в Аркадії, коли стан був «поганим». Під час сезонного моніторингу 10 станцій, розташованих уздовж узбережжя Одеської області, екологічний стан ДЕС спостерігався лише у водному масиві CW5, що збігається з оцінкою за показниками фітопланктону. У TW21 та CW6 він був «задовільним», а CW7 – «поганим». Для шельфових регіонів усі досліджувані регіони ПЗЧМ не були GES (регіон змішаних вод – «задовільний», Дунайський та Дністровський регіони – «поганий» та Дніпро-Бузький – «дуже поганий»).

За кількісними показниками мезозоопланктону екологічний стан прибережних вод Одеського регіону можна оцінити як «задовільний» за чисельністю та біомасою. Відповідно до індексу біомаси *N.scintillas* його можна оцінити як «високий», але відповідно до індексу різноманітності Шеннона його можна оцінити як «задовільний». Загалом екологічний стан морської акваторії Одеської області можна оцінити як «задовільний». Що стосується вод ПЗЧМ, у вересні найкращі показники спостерігались у Дунайському регіоні, найгірші у

Дністровському регіоні. На всіх станціях, за рівнем *N.scintillas*, екологічний стан становив «високий» або «гарний», за індексом Шеннона – «високий», а за загальною біомасою мезозоопланктону – «високий» і «гарний», крім Дністровського регіону, де стан був «поганим», проте середня оцінка для всіх регіонів - ДЕС («гарний» та «високий»).

Для основних донних угруповань макрозообентосу прибережних та шельфових середовищ існування, класифікаційні системи були розроблені відповідно до процедур в рамках WFD та MSFD. На більшості прибережних станцій екологічний стан був «задовільним», лише на одній станції у водному масиві CW7 він був «поганим», а на одній станції CW5 – «гарним». Для шельфових станцій ситуація краща. Найгірша ситуація спостерігалась у Дніпро-Бузькому регіоні, де дві з трьох станцій продемонстрували «задовільний» екологічний стан, а одна - «гарний». У Дунайському регіоні одна станція була «гарною», а інша «задовільною». У Дністровському регіоні дві з трьох станцій були оцінені як «гарний», а одна «задовільна». Що стосується змішаних вод, усі станції були оцінені як «гарний» екологічний стан.

5 ЕВТРОФІКАЦІЯ

Діапазон варіацій поживних речовин у різних районах українських національних вод в 2019 році наведено у таблицях 5.1, 5.2 та рисунках 5.1 – 5.7.

Таблиця 5.1 – Діапазон варіацій поживних речовин у поверхневому шарі українських національних вод в 2019 році

	Фосфати, μM	Загальний фосфор, μM	Амонійний азот, μM	Нітрити, μM	Нітрати, μM	Загальний азот, μM
Дельта Дунаю (травень)						
Мінімальне	0,13	0,81	0,00	0,86	1,98	39,9
Максимальне	2,58	3,71	2,04	2,10	96,4	151,9
Середнє	0,81	1,74	0,29	1,17	43,9	79,4
Дельта Дунаю (листопад)						
Мінімальне	0,28	0,55	0,00	0,57	8,99	31,22
Максимальне	1,92	2,08	2,90	1,08	102	157,9
Середнє	0,91	1,17	0,49	0,79	40,7	81,3
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)						
Мінімальне	0,10	0,58	0,00	0,07	0,00	17,4
Максимальне	0,87	3,49	13,92	2,43	16,9	52,1
Середнє	0,48	1,27	3,20	0,43	1,60	28,7

Таблиця 5.2 – Діапазон варіацій поживних речовин в придонному шарі українських національних вод в 2019 році

	Фосфати, μM	Загальний фосфор, μM	Амонійний азот, μM	Нітрити, μM	Нітрати, μM	Загальний азот, μM
Дельта Дунаю (травень)[1)]						
Мінімальне	0,09	0,55	0,00	0,53	4,61	20,6
Максимальне	2,37	3,68	0,00	2,61	90,9	118,9
Середнє	0,55	1,28	0,00	1,35	31,8	57,53
Дельта Дунаю (листопад)[2)]						
Мінімальне	0,37	0,62	0,00	0,28	4,84	20,8
Максимальне	1,19	1,27	2,87	1,24	74,4	126,6
Середнє	0,65	0,90	0,58	0,88	20,9	70,4
ПЗШ відкритого моря (о. Зміїний)[3)]						
Мінімальне	0,16	0,58	0,00	0,00	0,00	17,4
Максимальне	0,77	2,39	9,50	13,8	8,14	108,5
Середнє	0,50	1,15	4,05	1,22	1,15	33,2

[1)] У травні на глибині від 5,0 м до 22,3 м.
[2)] У травні на глибині від 4,5 м до 23,5 м.
[3)] У травні на глибині 8,0 м.

У водах Одеського регіону ПЗЧМ концентрація фосфатного фосфору в період з 2000 року по 2019 рік коливалася від 9,3 мкг/дм^3 до 23,9 мкг/дм^3 з

загальною тенденцією до зменшення з кутовим коефіцієнтом лінійного тренду - 0,50 мкг/дм^3 на рік. Відповідно, середня загальна концентрація фосфору зменшувалась з кутовою лінійною тенденцією – 1,27 мкг/дм^3 на рік. Однак, порівняно з минулим роком, у прибережних водах Одеського регіону спостерігалося зменшення фосфатного фосфору та загального фосфору (рис. 5.1).

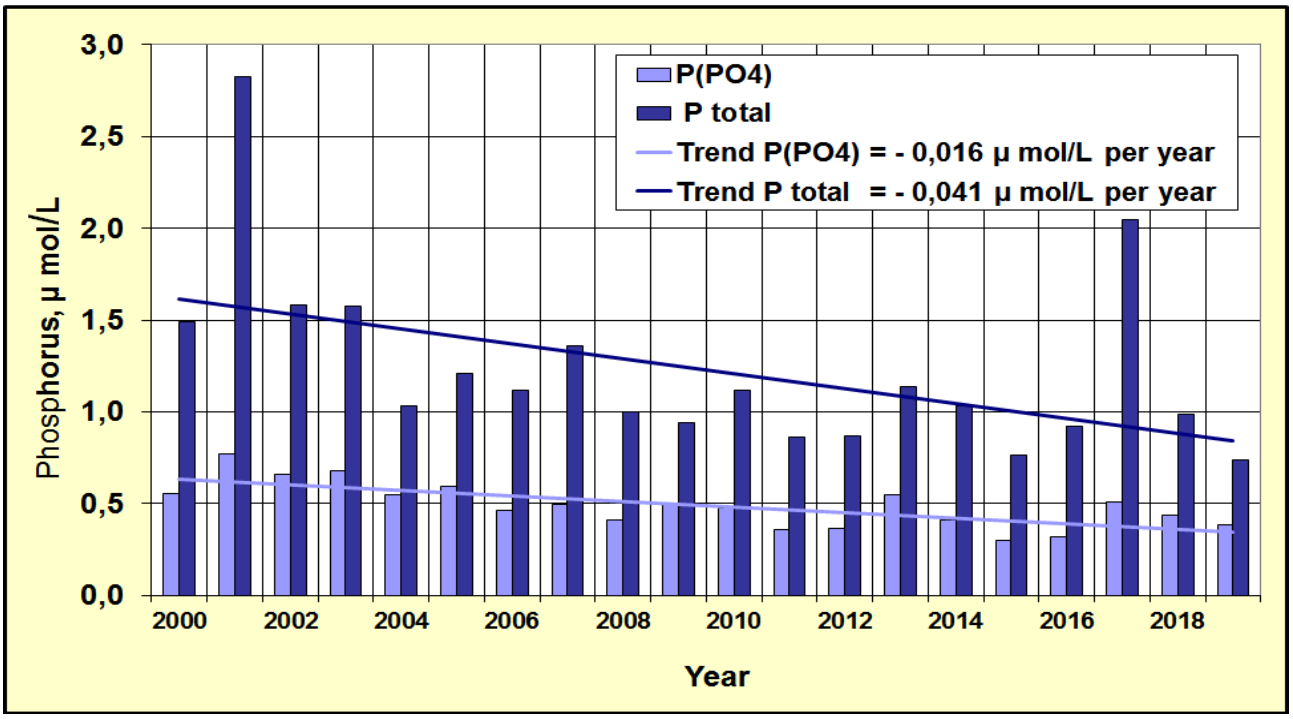


Рисунок 5.1 – Довгострокові зміни концентрації фосфатного фосфору та загального фосфору у прибережних водах Одеського регіону

У 2019 році в Одеському регіоні спостерігалася подальша тенденція зниження концентрації мінерального азоту. Згідно з даними довгострокового моніторингу, в прибережних водах Одеського регіону спостерігається статистично значима тенденція зниження вмісту мінерального азоту. Кутові коефіцієнти лінійного тренду дорівнюють – 0,11 мкг/дм^3 на рік для нітритного азоту, - 2,02 мкг/дм^3 на рік нітратного азоту та – 1,83 мкг/дм^3 на рік аміачного азоту, а також слабка тенденція до збільшення концентрації загальногоазоту через її органічну складову (рис. 5.2, 5.3).

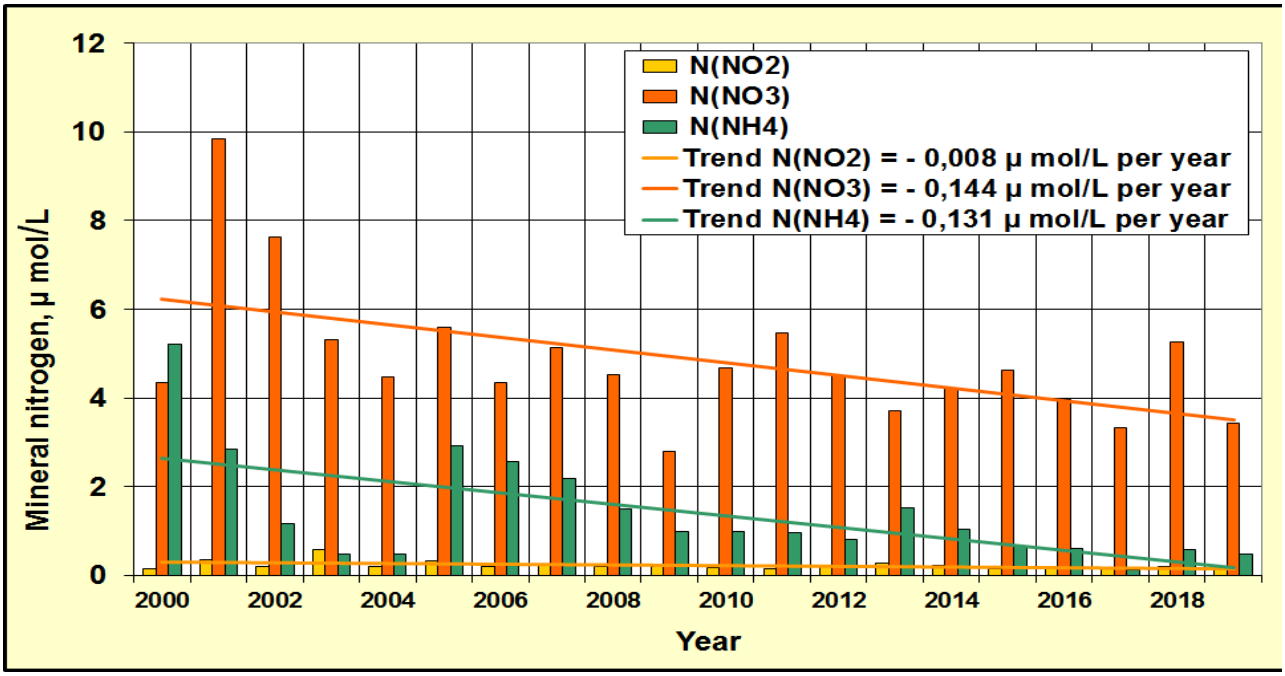


Рисунок 5.2 – Довгострокові зміни концентрації мінерального азоту у прибережних водах Одеського регіону

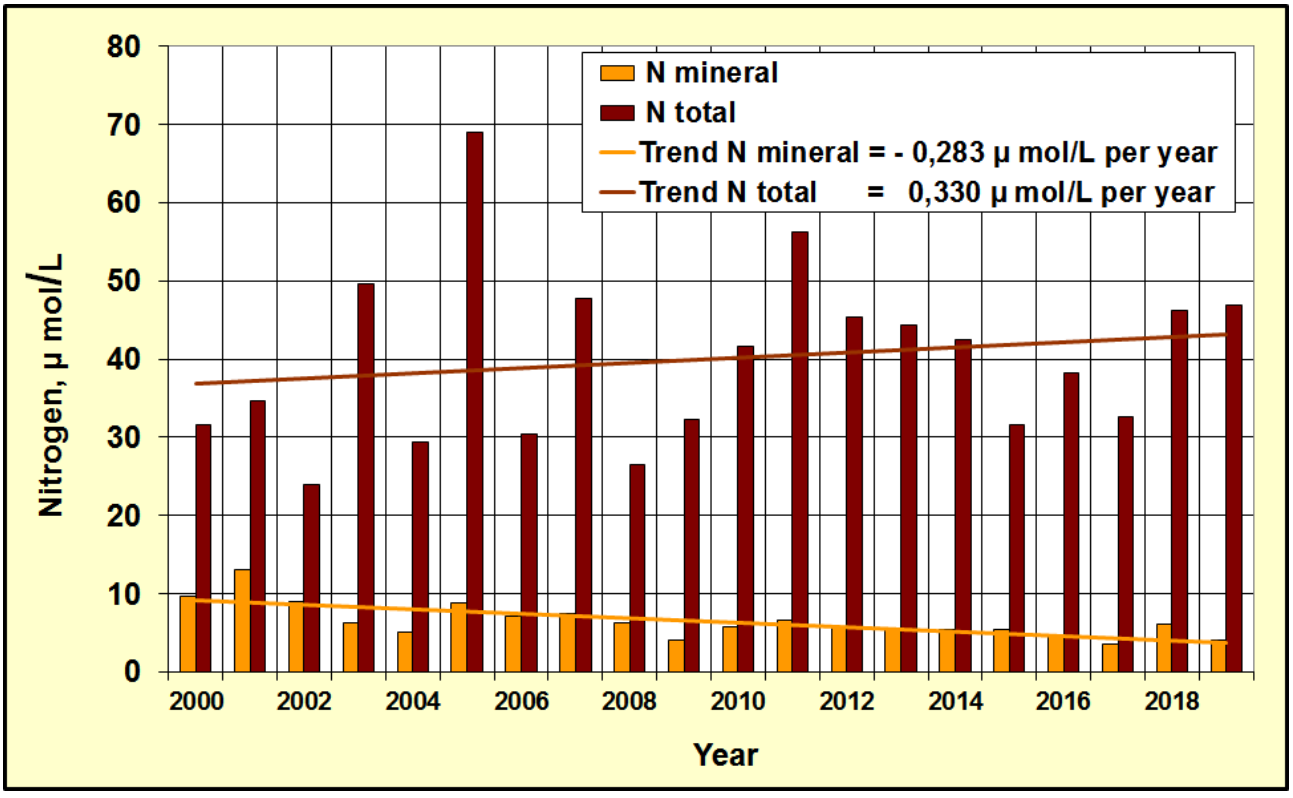


Рисунок 5.3 – Довгострокові зміни концентрації мінерального азоту та загального азоту (сума мінеральних та органічних сполук) у прибережних водах Одеського регіону

У районах, віддалених від промислових зон, у 2019 р. трофність

прибережних вод за середньорічним значенням індексу TRIX (4,8 одиниць) відповідала "середньому" рівню трофності. (рис. 5.4).

У довгоперіодній мінливості показника трофності в прибережних водах зони відпочинку в Одеському регіоні спостерігається тенденція до зменшення та деяке поліпшення якості морських прибережних вод, порівняно з початком 2000-х років. Лінійний тренд індексу трофності TRIX має кутовий коефіцієнт - 0,051 одиниць на рік.

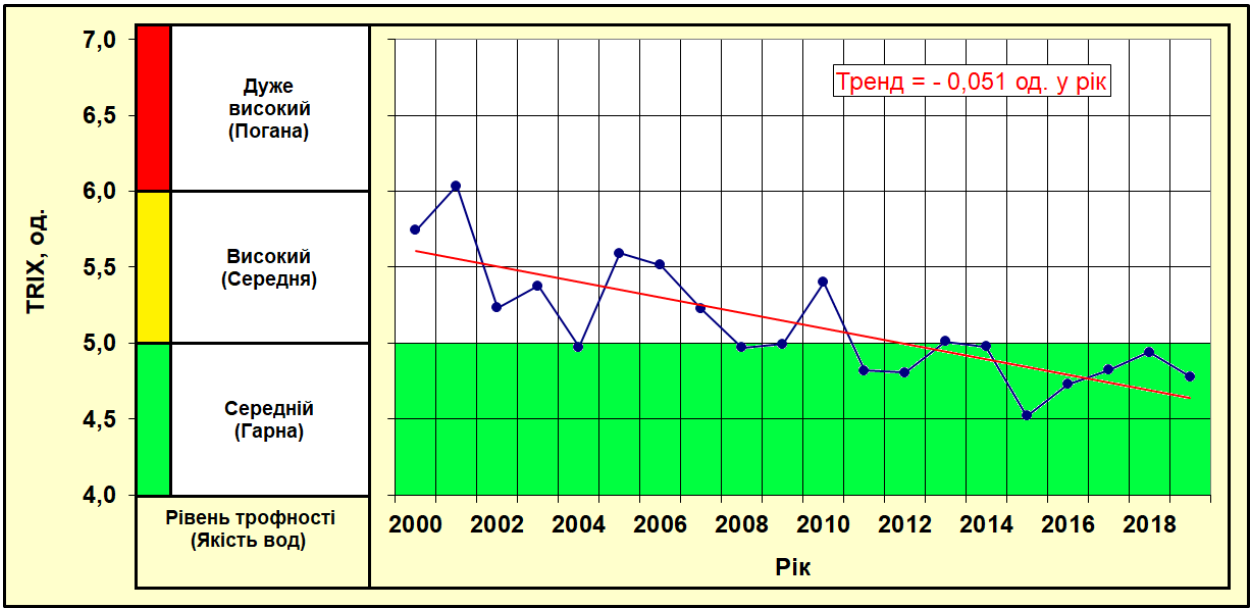


Рисунок 5.4 – Багаторічна мінливість трофічного та якості прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ за показником індексу TRIX

За результатами спостережень в рамках проекту EMBLAS на національних станціях моніторингу та на станціях Спільної експедиції в акваторіях України була побудована карта просторового розподілу трофічного індексу в поверхневих водах (рис. 5.5).

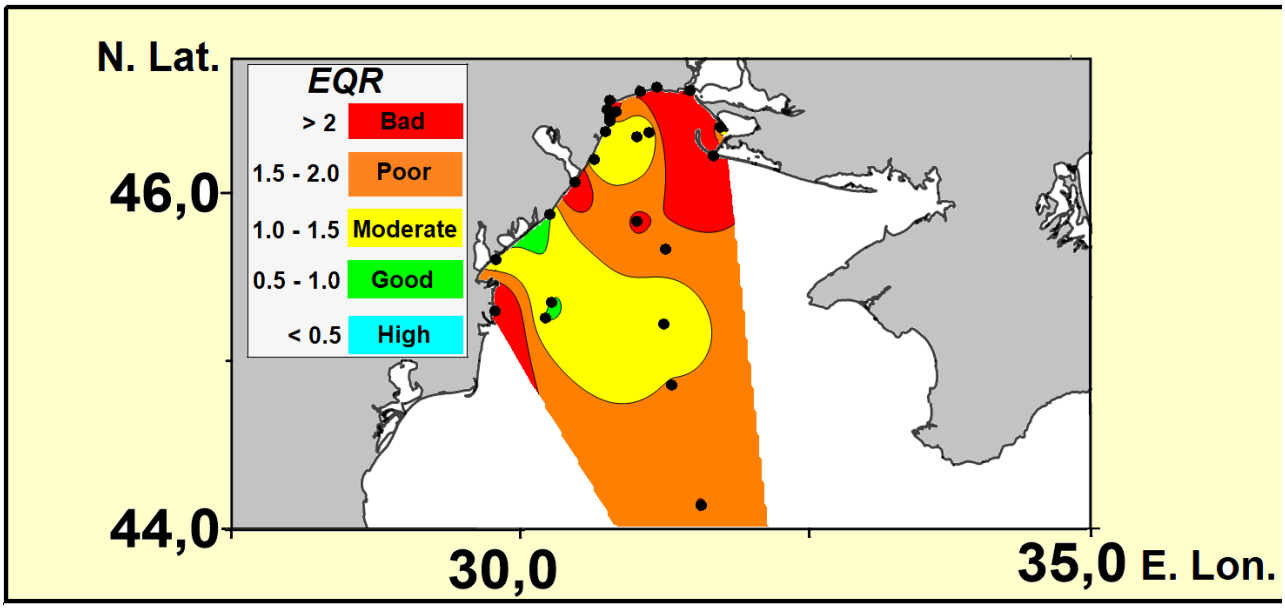


Рисунок 5.5 – Просторовий розподіл індексу трофності BEAST на поверхневих шарах експедиції NWS у 2019 р.

6 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ

6.1 Подальший розвиток регіональної бази даних забруднень Чорноморської інформаційної системи

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

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

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

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

6.2 Огляд потоків даних моніторингу регіональної бази даних по забрудненню України в 2019 році

В нижче наведених таблицях і рисунках представлена статистика моніторингових даних України з 2006 року (табл.6.1 –6.7, рис. 6.1 –6.6).

Таблиця 6.1 – Статистика наявності типів зразків за роками

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Україна	Вода для купання	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Біота	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	Седіменти	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Вода	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблиця 6.2 – Статистика кількості параметрів за роками у воді

Група параметрів	рік													
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Детергенти	1	1	1	1	1	1	1		1					
Гідрохімія	4	6	6	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7
Гідрологія	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Біогенні речовини	4	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ПАВ					17	1	16				16	17	17	18
ПХБ					11	19	22	19	19	22	23	23	23	32
Пестициди					13	13	11	13	13	12	12	12	12	14
НВ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
Феноли	1	1	1	1	1	1								
Фотосинтетичні пігменти		1					1							
Радіонукліди				1	1									
Токсичні метали	1	1	1	8	10	11	11	11	11	10	11	10	10	10

Таблиця 6.3 – Статистика кількості параметрів за роками у біоті

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

Таблиця 6.4 – Статистика кількості параметрів за рокамив д/в

Група параметрів	рік												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Детергенти			1										
Гідрохімія		2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	
Біогенні речовини													
ПАВ	16	16	15	17	17	17				16	17	17	18
ПХБ	11	9	12	9	12	22	20	19	21	23	23	31	32
Пестициди	11	13	13	13	11	11	13	11	12	12	12	12	14
НВ		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Феноли		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Радіонукліди	1		2										
Токсичні метали	13	10	10	11	11	12	11	12	10	12	12	11	12

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

Група параметрів	рік												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Детергенти	79	68	149	72	219	10		10					
Гідрохімія	642	608	865	1 190	1 596	1 245	333	210	204	560	807	189	530
Гідрологія	279	298	227	292	371	665	134	212	312	302	409	48	275
Біогенні речовини	976	621	860	1 369	2 203	778	399	646	678	999	1337	288	957
ПАВ				34	7	208				889	1564	867	1422
ПХБ				42	365	831	384	342	657	1 357	2139	1179	2560
Пестициди				52	235	401	235	214	346	708	1116	612	1120
НВ	79	68	143	159	299	39	27	18	4	61	64		30
Феноли	79	68	48	149	168	15							
Фотосинтетичні пігменти	20												
Радіонукліди			2	7									
Токсичні метали	79	68	150	112	492	433	194	180	480	525	990	509	780

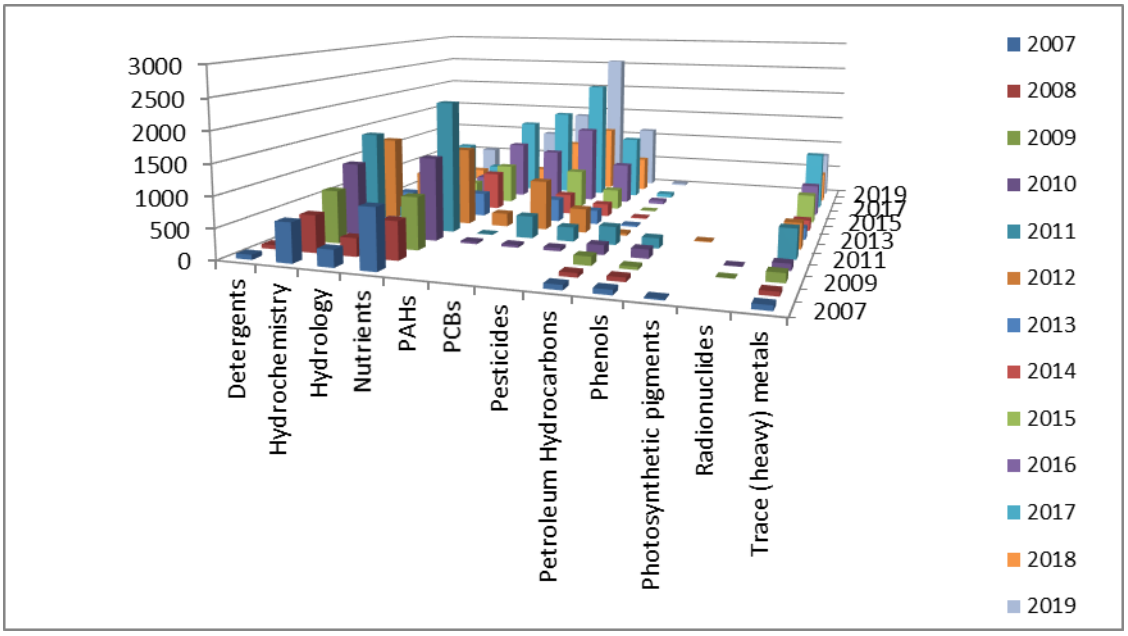


Рисунок 6.1 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у воді

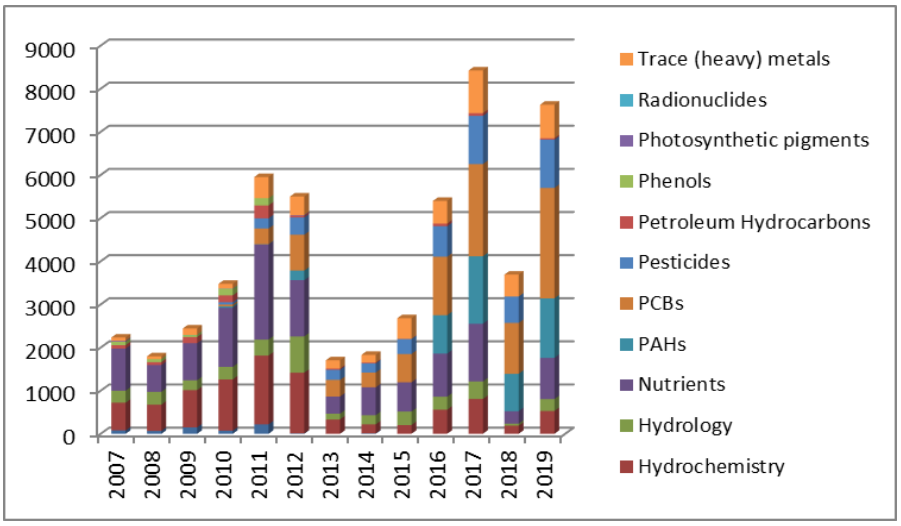


Рисунок 6.2 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у воді

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

Група параметрів	рік												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Детергенти			9										
Гідрохімія		16	34		84	41	34	20	56	64	88	24	
ПАВ	160	136	272	204	289	374				416	833	442	702
ПХБ	55	72	162	32	489	707	723	266	684	621	1081	614	1344
Пестициди	227	104	203	52	495	350	415	154	359	324	564	312	582
НВ		8	25	47	45	43	37	15	26	39	49	44	24
Феноли		8	25	43	42	41	34	10	19	39	44	24	39
Радіонукліди	12		4										
Токсичні метали	238	80	218	300	492	422	352	180	330	348	588	312	504

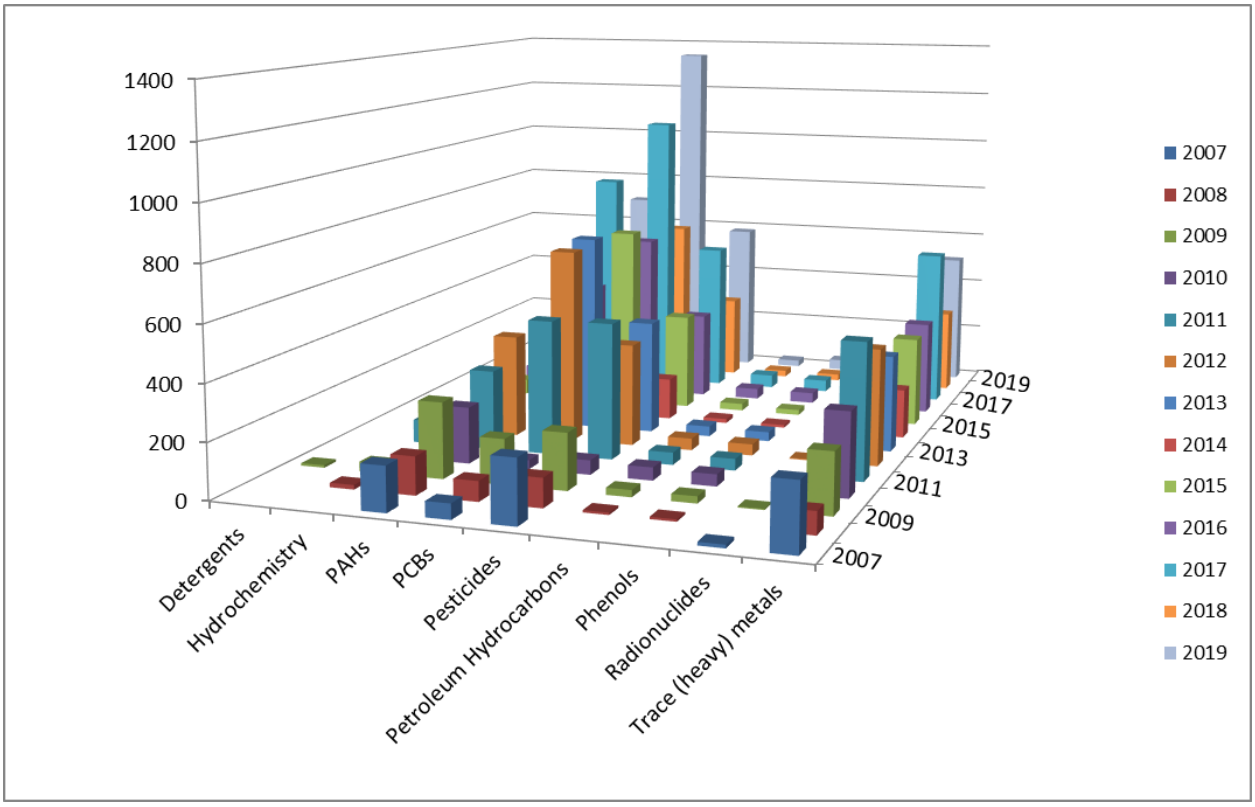


Рисунок 6.3 – Розподіл кількості зразків за групами параметрів і за роками у д/в

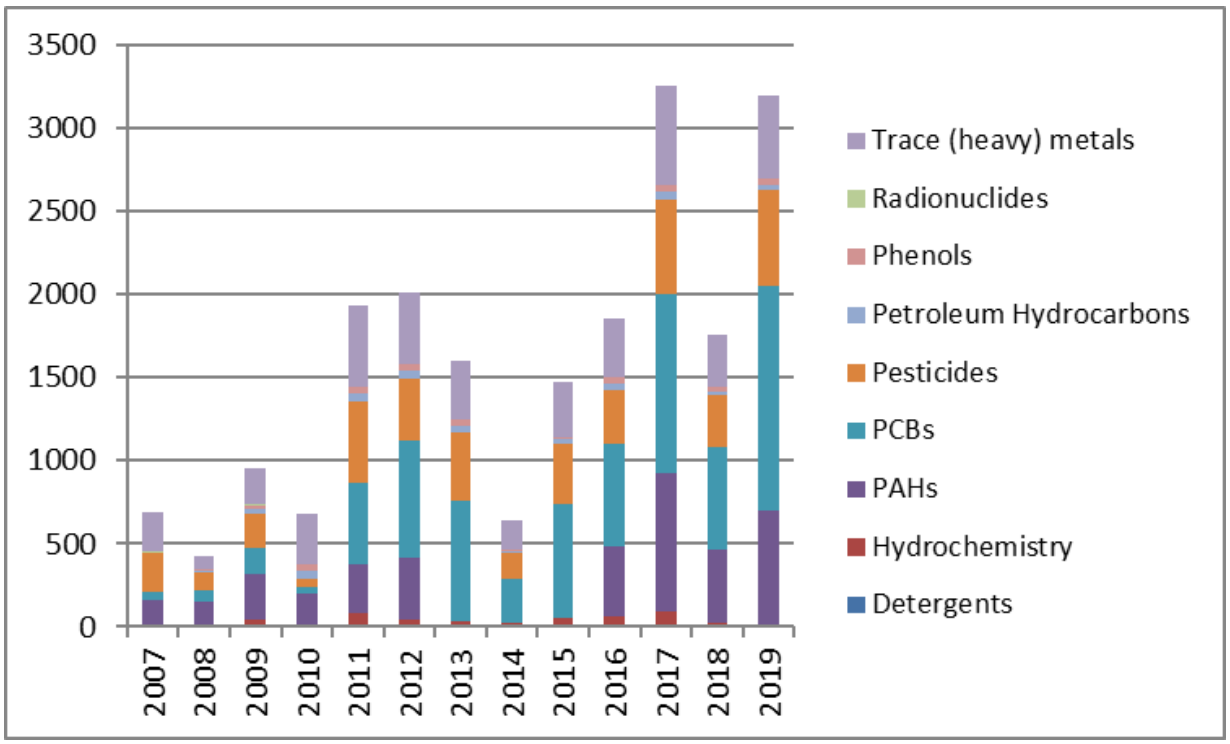


Рисунок 6.4 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у д/в

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

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

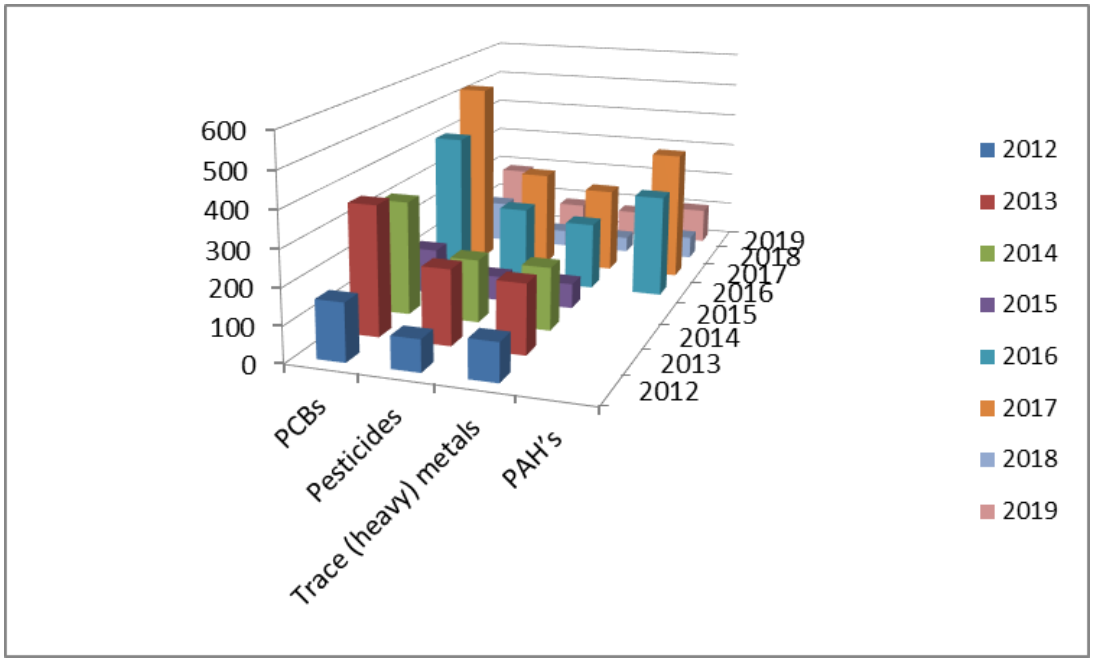


Рисунок 6.5 – Розподіл кількості зразків по групах параметрів і за роками у біоті

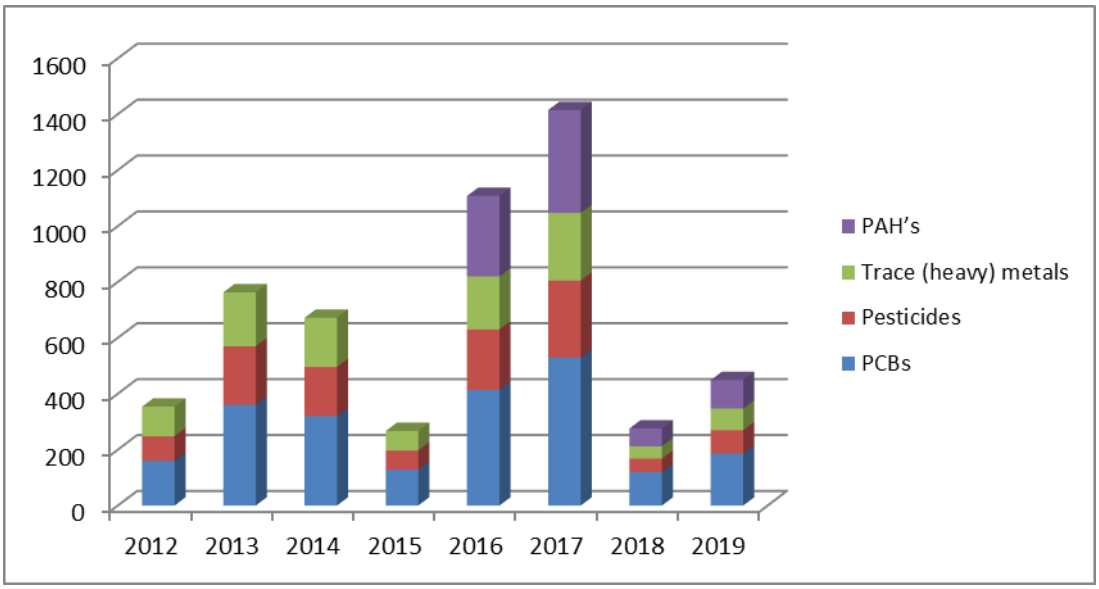


Рисунок 6.6 – Загальна кількість зразків для кожної групи параметрів у біоті

ВИСНОВКИ

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

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Khaustov A.P. Polycyclic aromatic hydrocarbons as geochemical markers of oil pollution of the environment / A.P. Khaustov, M.M. Redina // Ecology. –2014. - No. 2. - Pages. 92 – 96.

2. Albayrak, S., Balkis, H., Zenetos, A., Kurun, A., & Kubanç, C. (2006). Ecological quality status of coastal benthic ecosystems in the Sea of Marmara. Marine Pollution Bulletin, 52(7), 790–799. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.11.022

3. Alexandrov, B., & Korshenko, A. (2006). Manual for zooplankton sampling and analysis in the Black Sea Region.

4. Borja, Á., Franco, J., Valencia, V., Bald, J., Muxika, I., Belzunce, M. J., & Solaun, O. (2004). Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): A methodological approach. Marine Pollution Bulletin, 48(3–4), 209–218. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.12.001

5. Borja, A., Josefson, A. B., Miles, A., Muxika, I., Olsgard, F., Phillips, G., Rygg, B. (2007). An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin, 55(1–6), 42–52. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.018

6. Carletti, A., & Heiskanen, A. . (2009). Reports Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. JRC Scientific and Technical. In Methodology. https://doi.org/10.2788/19561

7. Cronberg, G., & Annadotter, H. (2006). Manual on aquatic cyanobacteria: a photo guide and a synopsis of their toxicology. Intergovernmental Oceanographic Commission, Unesco.

8. Dauvin, J. C., & Ruellet, T. (2007). Polychaete/amphipod ratio revisited. Marine Pollution Bulletin, 55(1–6), 215–224. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.045

9. G. R. Phillips, A. Anwar, L. Brooks, L. J. Martina, A. C. Miles, A. P.

(2014). Infaunal quality index : Water Framework Directive classification scheme for marine benthic invertebrates.

10. Kiselev, I. A. (1950). Dinoflagellate of the seas and fresh waters of the USSR. Leningrad/Moscow, 279.

11. Mordukhay-Boltovskoy, F. D. (Ed.). (1968). The identification book of the Black Sea and the Sea of Azov Fauna. T. 1 (Protozoa, Porifera, Coelenterata, Ctenophora, Nemertini, Nemathelminthes, Annelida, Tentaculata), (in Russian). Kiev: Naukova Dumka Publ.

12. Mordukhay-Boltovskoy, F. D. (Ed.). (1969). The identification book of the Black Sea and the Sea of Azov Fauna T. 2 (Artropoda: Cladocera, Calanoida, Cyclopoida, Monstrilloida, Harpacticoida, Ostracoda, Cirripedia, Malacostraca, Decapoda). Kiev: Naukova Dumka Publ.

13. Mordukhay-Boltovskoy, F. D. (Ed.). (1972). The identification book of the Black Sea and the Sea of Azov Fauna. T. 3 (Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Chaetognatha, Chordata: Tunicata, Ascidiacea, Appendicularia), (in Russian). Kiev: Naukova Dumka Publ.

14. Muxika, I., Borja, Á., & Bonne, W. (2005). The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. Ecological Indicators, 5(1), 19–31. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2004.08.004

15. Мінічева, Г. Г., & Соколов, Е. В. (2019). Approaches to phototrophic zoning of the Ukrainian sector of the Black Sea. Retrospectives of hydroecological research in the context of environmental and social problems. VIII Congress of the Hydroecological Society of Ukraine.(in Ukr.).

16. Proshkina-Lavrenko, A. I. (1955). Diatomovye vodorosli planktona Chernogo morya (Planktonic Diatoms of the Black Sea), Moscow: Akad. Nauk SSSR.

17. Schiller, J. (1937). Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung; Teil 2. Akademische Verlagsgesellschaft MBH Johnson Reprint Corporation.

18. Sigovini, M., Keppel, E., & Tagliapietra, D. (2013). M-AMBI revisited: looking inside a widely-used benthic index. Hydrobiologia, 717(1), 41–50.

19. Steidinger, K. A., & Tangen, K. (1997). Chapter 3: Dinoflagellates. Identifying Marine Phytoplankton, 50005–50007.

20. Tomas, C. R. (1997). Identifying marine phytoplankton. Elsevier.

21. Tsarenko, P. M. (1990). Brief identification manual of chlorococcal algae of Ukrainian SSR. Nauk. Dumka Press, Kiev.

22. Van Hoey, G., Borja, A., Birchenough, S., Buhl-Mortensen, L., Degraer, S., Fleischer, D., … Zettler, M. L. (2010). The use of benthic indicators in Europe: From the water framework directive to the marine strategy framework directive. Marine Pollution Bulletin, 60(12), 2187–2196. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.09.015

23. Крахмальный, А. Ф. (2011). Dinophytic algae of Ukraine (illustrated guide). Kiev: Alter Press.(in Rus.)

24. Сон, М. О. (2008). Conceptual approaches to the application of environmental indicators for monitoring the Black Sea ecosystems. Environmental Safety of Coastal and Shelf Zones and Integrated Use of Shelf Resources: Collection of Scientific Papers,, 17, 320–326.(in Rus.)

Додаток А

Публикації в 2019 році

1. Набокін М. В. Пропозиції щодо Доброго Екологічного Стану мішаних вод шельфу Чорного моря за показниками мезозоопланктону // Біологічні дослідження – 2019: збірник наукових праць. – Житомір: «Полісся», 2019. – С. 157-160. – URL : https://www.researchgate.net/publication/332620097_Propozicii_sodo_kriteriiv_Dobrogo_ekologicnogo_stanu_misanih_vod_selfu_Cornogo_mora_za_pokaznikami_mezozooplanktonu

2. Савіних-Пальцева Л.В. Актуальні аспекти розвитку заповідної справи в Азово-Чорноморському регіоні України. / Альманах науки № 8 (29) серпень 2019 р., 2019. – С. 9–13 (стаття Всеукр. журн.) – URL : https://www.academia.edu/40117095/%D0%90%D0%9A%D0%A2%D0%A3%D0%90%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%86_%D0%90%D0%A1%D0%9F%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%98_%D0%A0%D0%9E%D0%97%D0%92%D0%98%D0%A2%D0%9A%D0%A3_%D0%97%D0%90%D0%9F%D0%9E%D0%92%D0%86%D0%94%D0%9D%D0%9E%D0%87_%D0%A1%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%92%D0%98_%D0%92_%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%92%D0%9E_%D0%A7%D0%9E%D0%A0%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%9E%D0%A0%D0%A1%D0%AC%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%A3_%D0%A0%D0%95%D0%93%D0%86%D0%9E%D0%9D%D0%86_%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%90%D0%87%D0%9D%D0%98

3. Савіних-Пальцева Л.В. Еколого-правові аспекти необхідності створення національного природного парку «Чорноморський північно-західний шельф». / Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Євроінтеграція екологічної політики України» 29 – 31 травня 2019.– Одеса, ОДЕКУ, 2019. – С. 202–206 (тези) – URL : http://eprints.library.odeku.edu.ua/6351/

4. Савіних-Пальцева Л.В. Шляхи збереження Рамсарських угідь Азово-Чорноморського регіону України. / Матеріали Всеукраїнської науково-

практичної конференції «Річки та лимани Причорномор’я на початку XXI сторіччя» 17 –18 жовтня 2019 р – Одеса, ОДЕКУ. – С. 130–132. (тези) – URL : https://www.academia.edu/40777014/%D0%A8%D0%9B%D0%AF%D0%A5%D0%98_%D0%97%D0%91%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%96%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%AF_%D0%A0%D0%90%D0%9C%D0%A1%D0%90%D0%A0%D0%A1%D0%AC%D0%9A%D0%98%D0%A5_%D0%A3%D0%93%D0%86%D0%94%D0%AC_%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%92%D0%9E_%D0%A7%D0%9E%D0%A0%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%9E%D0%A0%D0%A1%D0%AC%D0%9A%D0%9E%D0%93%D0%9E_%D0%A0%D0%95%D0%93%D0%86%D0%9E%D0%9D%D0%A3_%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%90%D0%87%D0%9D%D0%98

5. Савіних-Пальцева Л.В. Перспективи розвитку заповідної справи в Азово-Чорноморському регіоні України. / Збірник наукових праць. VII-й Всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2019), 25–27 вересня, 2019. – Винниця, ВНТУ. – С– 154. (тези) (Web of science) – URL :
https://www.academia.edu/40296352/%D0%9F%D0%95%D0%A0%D0%A1%D0%9F%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%98%D0%92%D0%98_%D0%A0%D0%9E%D0%97%D0%92%D0%98%D0%A2%D0%9A%D0%A3_%D0%97%D0%90%D0%9F%D0%9E%D0%92%D0%86%D0%94%D0%9D%D0%9E%D0%87_%D0%A1%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%92%D0%98_%D0%92_%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%92%D0%9E_%D0%A7%D0%9E%D0%A0%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%9E%D0%A0%D0%A1%D0%AC%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%A3_%D0%A0%D0%95%D0%93%D0%86%D0%9E%D0%9D%D0%86_%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%90%D0%87%D0%9D%D0%98

6. Коморін В.М., Большаков В.М., Диханов Ю.М., Мельник Є.А. Дослідження фронтальної структури поверхневих вод Південної Атлантики за даними попутних спостережень в листопаді – грудні 2018 р. // УАЖ.. — 2019. — № 1(18). — С. 84—92. – URL : http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/168297

7. Теренько Г.В. Аномальное «цветение» воді в Одесском заливе Черного

моря водорослью *NODULARIA SPUMIGENA MERTENS EX BORNET ET FLAHAULT (CYANOPROKARYOTA)* в июне 2019 года. / II Международная научная школа-конференция «ЦИАНОПРОКАРИОТЫ/ЦИАНОБАКТЕРИИ: СИСТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ» 16–21 сентября 2019 г. — Сыктывкар, Россия. — С. 263—267. – URL : file:///C:/Users/PC/Downloads/materials_conf_cyano_2019.pdf

8. Крахмальный А.Ф., Теренько Г.В. Chimonodinium lomnickii (Wolosz.) Craveiro et al. (Dinoflagellata) - возбудитель зимнего "цветения" Одесского залива. / Гидробиологический журнал, 2019/5, Том 55, № 2 — С. 56—64. – URL : http://www.hydrobiolog.com.ua/2019/2019_2.htm

9. Terenko G.V. NEW INVASIONS OF ALIEN SPECIES OF PLANKTONIC MICROALGAE INTO THE NORTH-WESTERN PART OF THE BLACK SEA (UKRAINE). / VI International Conference ADVANCES IN MODERN PHYCOLOGY, BOOK OF ABSTRACTS 15-17 May 2019, — Kyiv, Ukraine. — С. 110—111. – URL : https://www.researchgate.net/publication/333295667_NEW_INVASIONS_OF_ALIEN_SPECIES_OF_PLANKTONIC_MICROALGAE_INTO_THE_NORTH-WESTERN_PART_OF_THE_BLACK_SEA_UKRAINE

10. KRAKHMALNYI A.F., TERENKO G.V. FIRST RECORD OF PERIDINIUM QUADRIDENTATUM (F.STEIN) HANSEN (DINOFLAGELLATA) IN THE ODESSA BAY (BLACK SEA, UKRAINE) / International scientific conference, dedicated to 95th Anniversary of Academician of the NAS of Ukraine Yuvenaly Zaitsev «Achievements in studies of marginal effect in water ecosystems and their practical significance»: Book of abstracts (June 13-14, 2019). – С. 57. – URL : https://www.researchgate.net/profile/Galyna_Terenko/publication/333917661_FIRST_RECORD_OF_PERIDINIUM_QUADRIDENTATUM_FSTEIN_HANSEN_DINOFLAGELLATA_IN_THE_ODESSA_BAY_BLACK_SEA_UKRAINE/links/5d0c9afa299bf1547c716e1c/FIRST-RECORD-OF-PERIDINIUM-QUADRIDENTATUM-FSTEIN-HANSEN-DINOFLAGELLATA-IN-THE-ODESSA-BAY-BLACK-SEA-UKRAINE.pdf

11. TERENKO G.V. THE INFLUENCE OF RED TIDE ON THE CONTOUR BIOTOPES OF THE SEA. / International scientific conference, dedicated to 95th Anniversary of Academician of the NAS of Ukraine Yuvenaly Zaitsev «Achievements in studies of marginal effect in water ecosystems and their practical significance»: Book of abstracts (June 13-14, 2019), – C. 58. – URL : https://www.researchgate.net/publication/333917559_THE_INFLUENCE_OF_RED_TIDE_ON_THE_CONTOUR_BIOTOPES_OF_THE_SEA

12. Y Chehida Ben, J Thumloup, K Vishnyakova, P Gol'din, MC Fontaine. Genetic homogeneity in the face of morphological heterogeneity in the harbor porpoise from the Black Sea and adjacent waters (Phocoena phocoena relicta). . / Heredity. – 2019/11. – URL : https://www.researchgate.net/publication/333025680_Genetic_homogeneity_in_face_of_morphological_heterogeneity_in_the_harbor_porpoises_from_the_Black_Sea_and_adjacent_waters

13. Yacine Ben Chehida, Julie Thumloup, Karina Vishnyakova, Pavel Gol’din, Michael C Fontaine. Genetic homogeneity in face of morphological heterogeneity in the harbor porpoises from the Black Sea and adjacent waters / bioRxiv. – 2019/1/1, Cold Spring Harbor Laboratory. – URL : https://www.nature.com/articles/s41437-019-0284-1.