

УДК 574.5(26)
КП 72.19.16 – 00.00
№ держреєстрації 0117U007165
Інв.№

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор УкрНЦЕМ
канд. геогр. наук., старш. наук. співроб.
_____ В.М.Коморін
« _____ » _____ 2018р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

**НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОНАННЯ МІЖНАРОДНИХ
ЗОБОВ'ЯЗАНЬ УКРАЇНИ СТОСОВНО ЗБЕРЕЖЕННЯ
БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЖИВИХ РЕСУРСІВ МОРЯ У
2016 Р.**

Керівник НДР
начальник відділу НД та ОМБ,
канд. біол. наук

С. П. Ковалишина

2017

Рукопис закінчено 26 грудня 2017р.

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

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР: Начальник ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	_____	С. П. Ковалишина (Вступ; реферат; розділи 1, 3, 4, 5, 7; висновки)
Відповідальний виконавець, Завідувач Сектору ГБД, наук. співроб.	_____	М. О. Грандова (розділ 2; висновки)
Виконавці: Заступник директора, начальник МІАЦ, канд. геогр. наук	_____	В. В. Український (розділ 3, 7; висновки)
Завідувач Сектору ОМБ, наук. співроб.	_____	І. П. Третяк (розділ б; висновки)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	_____	Г. В. Теренько (розділ 2)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ	_____	М. В. Набокін (розділ 4)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ	_____	О. Г. Качалов (розділ 5)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 102 с., 14 табл., 45 рис., 5 дод., 30 джерел посилання.

ДІАГНОЗ, ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ, ЗООПЛАНКТОН, КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА, МАКРОЗООБЕНТОС, МАКРОФІТОБЕНТОС, МЕЙОБЕНТОС, ОРГАНІЗМИ-ІНДИКАТОРИ, ОЦІНКА СТАНУ, ФІТОПЛАНКТОН, ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ, ЧОРНЕ МОРЕ.

Об'єкт дослідження – планктонні і бентосні спільноти гідробіонтів Чорного моря; гідробіонти фіто- та мезозoopланктону, макрофітобентосу, а також макрозообентосу.

Мета роботи – дослідження біорізноманіття та стану гідробіонтів у морському середовищі.

Методи досліджень – проведені дослідження гідробіонтів на популяційному (біоценотичному) рівні, в ході яких визначався стан та біорізноманіття планктонної і бентосної спільноти морських екосистем.

В звіті наведені результати спостережень за гідробіологічною складовою, наведено біорізноманіття гідробіонтів пелагіалі та бенталі, також проведена оцінка стану біоти за критеріями, прийнятими Секретаріатом Чорноморської комісії, оцінено трофність вод за комплексними методами E-TRIX та BEAST. Отримана сучасна інформація про стан фітопланктону та концентрації хлорофілу-а, зоопланктону, макрофітобентосу, мейобентосу та макрозообентосу різних районів моря. В додатках А, Б наведено список зареєстрованих видів фітопланктону, макрозообентосу. В додатку В та С карти схеми районів дослідження, в додатку Д наведено список публікацій з теми.

ЗМІСТ

	С.
Перелік умовних позначень, символів і скорочень.....	6
Вступ.....	7
1 Матеріал та методи.....	8
2 Фітопланктон.....	14
2.1 Міжрічні та довгоперіодні зміни біомаси фітопланктону.....	14
2.2 Сезонний хід розвитку фітопланктону в Одеському регіоні.....	14
2.3 Стан фітопланктону у гарячих точках Одеського регіону.....	21
2.4 Якісні та кількісні показники фітопланктону Дунайського регіону.....	22
2.5 Сезонний хід розвитку фітопланктону в Північно - західної частини Чорного моря	26
3 Мінливість вмісту хлорофілу-а в Північно - західної частини Чорного моря.....	33
3.1 Мінливість середніх місячних значень хлорофілу-а за районами Північно - західної частини Чорного моря.....	33
3.2 Міжрічна мінливість вмісту хлорофілу-а за районами Північно - західної частини Чорного моря.....	36
4 Мезозоопланктон.....	40
4.1 Стан мезозоопланктону Одеського регіону.....	40
4.2 Сезонний хід розвитку мезозоопланктону в Одеському регіоні.....	41
4.3 Якісні та кількісні показники зоопланктону Дунайського регіону.....	44
5 Макрзообентос.....	47

5.1	Стан макрзообентосу Одеського регіону.....	46
5.1.1	Оцінка за морським біотичним та багатовимірним морським біотичним індексам.....	50
5.2	Таксономічний склад та кількісні характеристики макрзообентосу Дунайського регіону.....	52
5.3	Стан мейобентосу північно –західної частини Чорного моря.....	58
5.4	Таксономічний склад та кількісні характеристики мейобентосу північно –західної частини Чорного моря.....	61
5.5	Оцінка екологічного стану за показниками мейобентосу.....	63
6	Стан макрофітобентосу північно – західної частини Черного моря.....	67
7	Оцінка трофності і якості морських вод Північно - західної частини Чорного моря за комплексними показниками.....	70
7.1	Характеристика індекса оцінки трофності морських вод.....	70
7.1.1	Оцінка трофності вод Північно – західної частини Чорного моря за показником індекса трофності морських вод.....	72
7.2	Оцінка трофності морських вод за комплексним методом	75
	Висновки.....	81
	Перелік джерел посилання.....	84
	Додаток А Список зареєстрованих видів фітопланктону.....	88
	Додаток Б Список зареєстрованих видів макрзообентосу.....	96
	Додаток В Карта - схема точок відбору проб у північно - західній частині Чорного моря.....	99
	Додаток С Карта – схема точок відбору проб у Дунайському районі.....	100
	Додаток Д Список публікацій.....	101

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

- УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;
- ПЗЧМ – Північно–західна частина Чорного моря;
- ЄС – Європейський Союз;
- ФПЗ – Філофорне поле Зернова;
- N – чисельність гідробіонтів;
- B – біомаса гідробіонтів;
- ASCII – програмне забезпечення;
- E-TRIX – індекс оцінки трофності морських вод;
- BEAST – метод оцінки трофності вод;
- AZTI – програмне забезпечення ;
- AMBI –морський біотичний індекс ;
- M-AMBI – багатовимірний морський біотичний індекс AZTI;
- WFD – Європейська Водна Рамкова Директива;
- GES – добрий екологічний стан;
- ESC – екологічний статус клас;
- RefCon – фонове значення параметру за довідковими джерелами;
- Target – цільова концентрація параметру;
- AcDev – допустиме відхилення від RefCon;
- AcStat – значення параметру за спостереженням;
- EQR – показник якості вод.

ВСТУП

Одними з найкращих індикаторів стану навколишнього середовища є біологічні організми, а біорізноманіття є найважливішою екологічною характеристикою стану морського середовища в цілому та її біологічної складової. Особливо велике різноманіття гідробіонтів спостерігається в шельфових водах. Рівень біорізноманіття екосистеми відображає її екологічний стан.

Біоценотичний і загально екологічний підхід до оцінки якості екосистем морського середовища за біологічними методами враховує показники загального біорізноманіття, таксономічного і видового багатства біоценозів пелагіалі і бенталі.

В Українському науковому центрі екології моря (УкрНЦЕМ) були проведені дослідні роботи по оцінці стану гідробіонтів на популяційному (біоценотичному) рівні в різних районах Чорного моря, в ході яких досліджено стан планктонної і бентосної спільноти морських екосистем. Була отримана сучасна інформація про стан фітопланктону, фотосинтетичних пігментів, зоопланктону, марофітобентосу, мейобентосу та макрзообентосу різних районів Чорного моря. Для оцінки водного середовища, крім біологічних методів, також використано інтегральний показник оцінки стану водного середовища - індекс оцінки трофності морських вод (E-TRIX) та комплексний метод оцінки трофності вод (BEAST).

1 МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ

УкрНЦЕМ у 2016 році проводив екологічний моніторинг у прибережних водах Одеського регіону та експедиційні дослідження в Північно західній частині Чорного моря (ПЗЧМ), схема розташування станцій якого наведена на рисунку 1.1, а координати станцій та їх об'єктна і функціональна прив'язка представлені в таблиці 1.1.

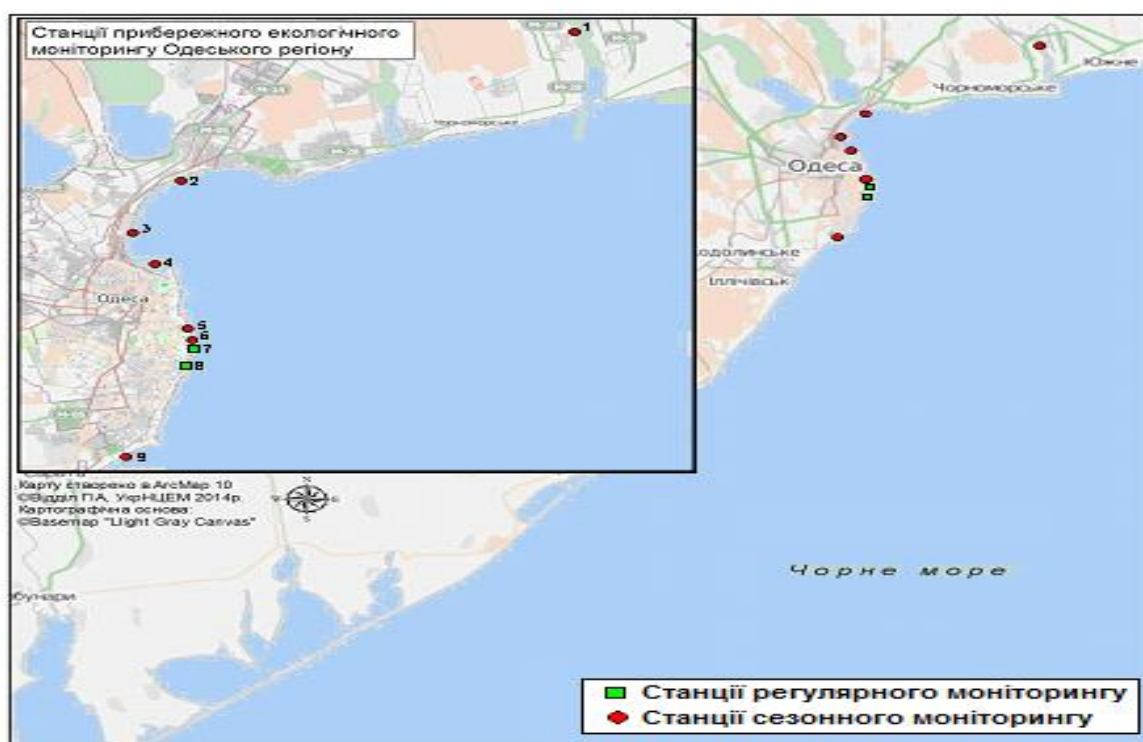


Рисунок 1.1 – Схема розташування станцій гідробіологічного моніторингу Одеського регіону у 2016 році

В межах Одеського регіону гідробіологічний моніторинг проводився на підставі регулярних спостережень, з періодичністю раз на тиждень, на станціях в районі мису Малого Фонтану і Аркадія, раз у сезон (весна – червень і осінь – вересень) на станціях в районах порту «Южний», пляжу

«Лузанівка», Нафтогавань, Одеського порту, пляжів «Дельфін», санаторію ім. Чкалова, Дача Ковалевського.

Основою для дослідження сучасного стану гідробіонтів були результати комплексного моніторингу та оцінка стану ПЗЧМ за супутниковими картами розподілу концентрації хлорофілу-а. Кількість гідробіологічних проб у 2016 році наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Мережа станцій прибережного екологічного моніторингу, що виконував УкрНЦЕМ в 2016 році

Но- мер стан- ції	Координати		Об'єктна та функціональна прив'язка
	Пн.ш.	Сх.д.	
1	46° 38.79'	031° 00.42'	Порт «Южний», Аджаликський лиман. Моніторинг імпактних зон.
2	46° 32.93'	030° 45.52'	Пляж «Лузанівка». Моніторинг рекреаційних зон.
3	46° 30.87'	030° 44.12'	Нафтогавань. Моніторинг імпактних зон.
4	46° 29.65'	030° 44.96'	Одеський порт. Моніторинг імпактних зон.
5	46° 27.10'	030° 46.16'	Пляж «Дельфін». Моніторинг рекреаційних зон.
6	46° 26.64'	030° 46.33'	Пляж санаторію ім. Чкалова. Моніторинг рекреаційних зон.
7	46° 26.03'	030° 46.07'	Мис Малий Фонтан. Моніторинг рекреаційних зон.
8	46° 26.00'	030° 46.03'	Пляж «Аркадія». Моніторинг рекреаційних зон.
9	46° 22.04'	030° 43.89'	Дача Ковалевського. Моніторинг рекреаційних зоні впливу стокустанції біологічної очистки.

Дослідження в ПЗЧМ були проведені навесні (травень 2016 року), коли гідробіонти знаходяться в стані активного розвитку. Карта – схема району дослідження наведена у додатку С.

Таблиця 1.2 – Кількість гідробіологічних проб у 2016 році

Станції пробовідбору	Фітопланктон	Фотосинтетичні пігменти	Зоопланктон	Макрозообентос
1	2	3	4	5
Мис Малий Фонтан	36	25	28	2
Аркадія	38	36	29	2
Пляж санаторію ім. Чкалова	2	2	2	2
Пляж «Дельфін»	2	2	2	2
Дача Ковалевського	2	2	2	2
Одеський порт	2	2	2	
Порт «Південний»	2	2	2	
Пляж «Лузанівка»	2	2	2	2
Нафтогавань	2	2	2	2
Прибережжя Дунаю	30		15	15
ПЗЧМ	52	52	35	19
Всього	170	127	121	48

Проби фітопланктону в залежності від району дослідження концентрували осадовим методом після 4-тижневої експозиції [1] та експрес-методом [2]. «Живу краплю» води розглядали під мікроскопом після згущення (метод зворотної фільтрації, ядерний фільтр 1,5 мкм). Вихідний об'єм проб становив від 1 л до 4 л, об'єм згущених проб – від 20 мл до 40 мл. Камеральну обробку проб фітопланктону виконано за допомогою світлових мікроскопів БІОЛАМ Р-12 та МИКМЕД-2 із використанням визначників ботанічної флори, рекомендованої для Чорного моря. Підрахунок клітин масових видів водоростей виконано в камерах Ножотта об'ємом від 0,04 мл до 0,05 мл (1-2 аліквоти), підрахунок видів, що рідко зустрічаються,

проведено у камері Ножотта об'ємом 0,26 мл (по 2 аліквоти). Біомасу планктону визначено за апроксимованим об'ємом (сира біомаса) [3]. Розрахунки об'ємів клітин мікроводоростей, сумарної чисельності, сирої біомаси всіх гідробіонтів, формалізованих індексів видового складу планктонних співтовариств (за Шенноном,) були виконані за стандартними методами [1] – [2].

Проби води для визначення пігментів відбирали пластиковою ємністю від 10 л до 12 л із поверхневих шарів води, які зливали у 5-літрові каністри (темні, з нейтральної пластмаси) та доставляли у лабораторію впродовж 0,5 години. Визначення пігментного складу фітопланктону для прибережних акваторій виконано відповідно до ГОСТ 17.1. 04.02.1990 «Вода. Методика спектрофотометричного визначення хлорофілу-а» [4]. Морську воду об'ємом від 0,5 л до 2 л відфільтровували під тиском (насос вакуумний ВН-461) на мембранний фільтр «Sartorius» (діаметр пор 0,45 мкм), який вкрито рівномірно за товщиною вуглекислим магнієм $MgCO_3$. Після фільтрації фільтр із осадом висушували та поміщали в центрифужну пробірку, заливали 90 % ацетоном і експонували у темряві протягом години перед центрифугуванням. Спектр оптичної щільності екстракту реєстрували за допомогою фотоколориметру КФК-3 (кювета 1 см) двічі: до та після підкислення 2 % розчином HCL в ацетоні на довжинах хвиль 750; 665; 647; 480; 430 нм. Одночасно з визначенням концентрації хлорофілу-а визначали концентрації інших пігментів: феофітину, хлорофілу-а, b і c_1+c_2 , сумарну концентрацію каротиноїдів, а також пігментний індекс.

Карти розподілу концентрації хлорофілу-а дають наочне уявлення про біологічну активність в басейні та її просторово-часову мінливість.

Розподіл хлорофілу-а за даними супутника Aqua MODIS, США, проводився на підставі :

- отримання тижневих, місячних і сезонних цифрових даних про розподіл хлорофілу-а в акваторії Чорного моря у форматі ієрархичному порядку (Hierarchical Data Format), з роздільною здатністю 4 км [5] ;

- первинної обробки даних з конвертацією у формат ASCII ;
- побудови карт розподілу хлорофілу-а в прикладному пакеті SURFER;
- розрахунків середніх тижневих концентрацій хлорофілу-а на ПЗЧМ;
- побудови графіків тимчасової мінливості;
- аналізу внутрішньої міжрічної мінливості.

Розрахунки всіх видів площ вироблялися з використанням даних про концентрацію хлорофілу-а та з урахуванням раніше знайдених оригінальних залежностей.

Індекс E-TRIX, розраховано за методикою Воленвайдера [6]. Оцінка трофності та якості вод Одеського узбережжя проводилась на підставі розрахунків індексу E-TRIX за даними кожного вимірювання, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням для більш надійного визначення категорії трофності вод.

Збір проб зоопланктону здійснено сіткою Апштейна: діаметр вхідного отвору 37 см, мірошницький газ із діаметром отвору 150 мкм, в експедиційних дослідженнях використовували малу сітку Джедді (діаметр вхідного отвору 37 см, діаметром пор 150 мкм). Великі желетілі організми планктону перед фіксацією вибрано та підраховано окремо [2]. Для консервації проб зоопланктону застосовано формалін. Ідентифікацію організмів зоопланктону виконано за допомогою світлового мікроскопа МБС - 9 з використанням визначників зоологічної фауни, рекомендованої для Чорного та Азовського морів [7] – [9].

Відбір проб макрозообентосу та їх подальша камеральна обробка в умовах берегової лабораторії проводилась відповідно до стандартних методів [1], [2], [10], [11]. Видова належність організмів макрозообентосу визначалась з використанням відповідних визначників [7] – [13].

У прибережних акваторіях проби макрозообентосу відбирали рамкою 10 см² x 10 см² з площею захвату 0,01 м². В експедиційних дослідженнях на ПЗЧМ проби відбирались дночерпаком «Van Veen», з площею захвату 0,1 м². Усі проби відбирали у двох повторах. Відібрані проби макрозообентосу

промивали відфільтрованою морською водою крізь систему бентосних сит, мінімальний діаметр ячеї котрих був 0,5 мм. Гідробіологічний аналіз проб здійснювали відразу. Для визначення дрібних форм та біомаси гідробіонтів проби фіксували 4 % розчином формаліну на період до 30 діб. Важення гідробіонтів проводили на електронних вагах з точністю до 0,01 г. Гідробіологічний аналіз проб макрозообентосу визначав наступні біологічні параметри: видова належність організмів, їх чисельність – N (екз./м²), біомаса – B (г/м²).

Проби мейобентосу відбирали в експедиційних дослідженнях на ПЗЧМ рамкою 10 см² x 10 см² ($S = 0,01$ м²). Проби промито крізь сито (1мм) та мірошницький газ (діаметр пори 32 мкм), фіксували 4 % розчином формаліну та фарбували організми барвником «Бенгальський рожевий» [2]. Ідентифікацію організмів мейофауни виконано за допомогою світлових мікроскопів МБС – 9 та БИОЛАМ Д-13 із використанням визначників зоологічної фауни, рекомендованих для Чорного та Азовського морів [7] – [9]. Для підрахунку сирої біомаси організмів мейобентосу застосовували стандартні ваги та номограми Численко [14].

Гідробіологічний аналіз проб мейобентосу визначав наступні біологічні параметри: таксономічний склад, їх чисельність (N), біомаса (B).

2 ФІТОПЛАНКТОН

2.1 Міжрічні та довгоперіодні зміни біомаси фітопланктону

Гідрологічні та гідрохімічні зміни відображаються як на кількісних показниках, так і на структурі фітопланктонного угруповання. Упродовж останніх кількох років у водах Одеського регіону спостерігалася стабільна тенденція до зниження біомаси фітопланктону, що відображено на рисунку 2.1.

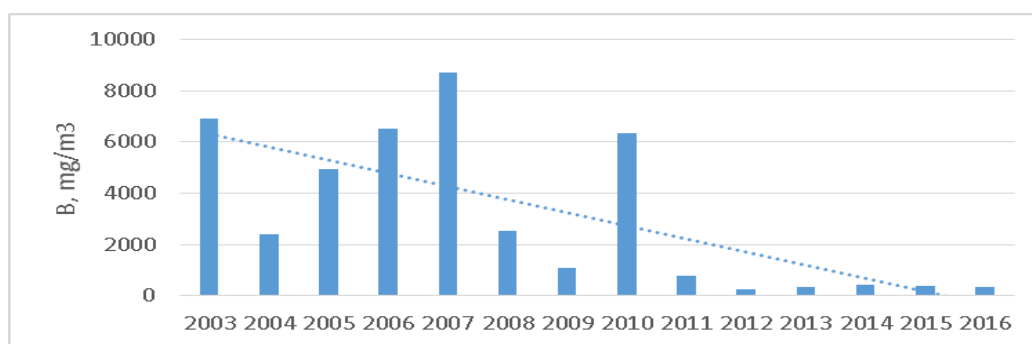


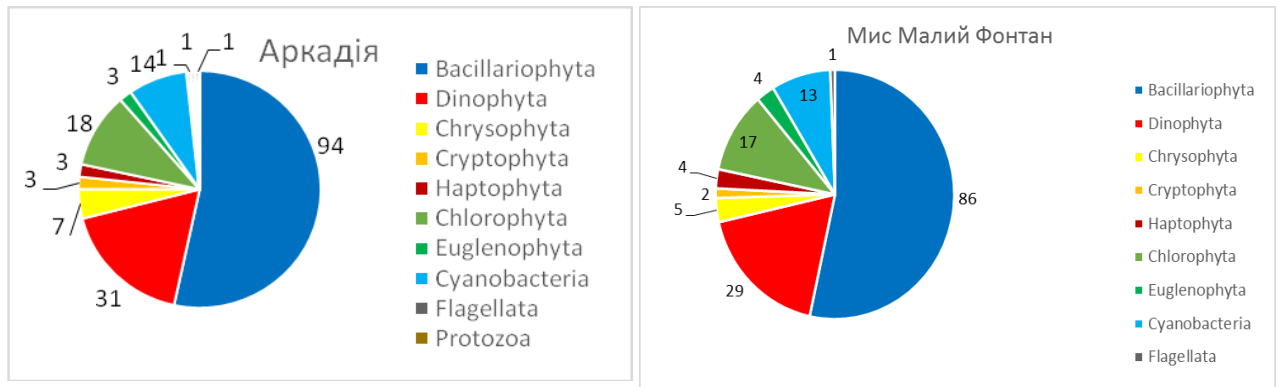
Рисунок 2.1 – Багаторічні зміни кількісних показників фітопланктону в Одеському регіоні (2003 - 2016)

2.2 Сезонний хід розвитку фітопланктону в Одеському регіоні

Фітопланктон є одним із найважливіших компонентів морських біоценозів. При дослідженні реперних станцій Одеського регіону було зареєстровано 212 видів та різновидів мікроводоростей, які належали до 11 відділів, що представлено на рисунку 2.2.

В акваторії станції Аркадія було знайдено 176 таксонів з 11 відділів (Bacillariophyta – 94, Dinophyta – 31, Chrysophyta – 7, Cryptophyta – 3, Naptophyta – 3, Chlorophyta – 18, Euglenophyta – 3, Cyanobacteria – 14,

Flagellata – 1, Protozoa – 1, Rhaphidophyta – 1), в акваторії мису Малий Фонтан – 161 таксон з 9 відділів (Bacillariophyta – 86, Dinophyta – 29, Chrysophyta – 5, Cryptophyta – 2, Haptophyta – 4, Chlorophyta – 17, Euglenophyta – 4, Cyanobacteria – 13, Flagellata – 1).



а)

б)

а) акваторія Аркадія;

б) акваторія Мис Малий фонтан.

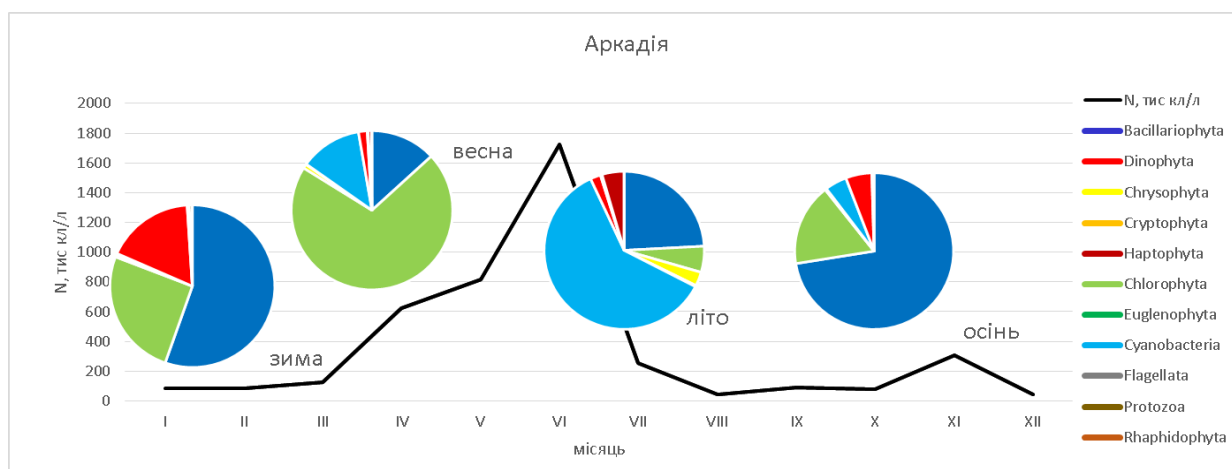
Рисунок 2.2 – Видове різноманіття фітопланктону на реперних станціях у 2016 році

Як і в останні роки, основний вклад у видове різноманіття вносили діатомові мікроводорості, вклад яких у загальне видове різноманіття становив 53 %, на другому місті були динофітові (18 %), меншим видовим різноманіттям характеризувалися зелені водорості та ціанобактерії (10 % та 8 % відповідно). Вклад інших відділів становив менше 5 %.

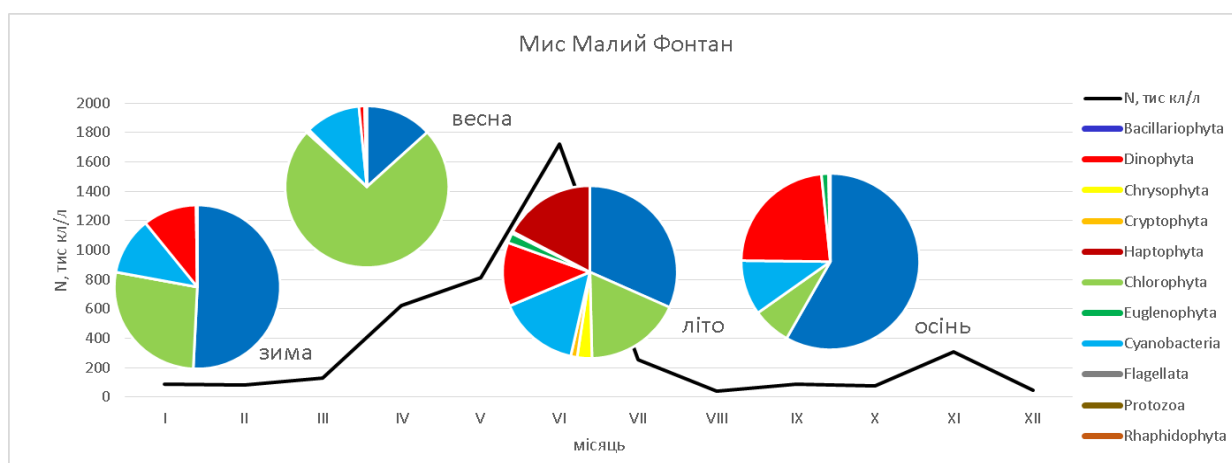
Взимку в акваторії Одеського регіону склався полідомінантний комплекс видів з переважанням діатомових як за чисельністю, так за біомасою, що відображено на рисунку 2.3.

За чисельністю домінували діатомові мікроводорості з родів *Navicula* (передусім *N. pennata*, *N. lanceolata*), динофітова *Peridiniopsis penardii*, яка

з'явилася серед масових зимово-весняних видів в останні три роки, та зелені мікроводорості з роду *Monoraphidium* (*M. arcuatum*, *M. contortum*).



а)



б)

а) акваторія Аркадія;

б) акваторія Мис Малий фонтан.

Рисунок 2.3 – Сезонні зміни чисельності (тис. кл/л) фітопланктону у 2016 році

За біомасою переважали *P. penardii* та велика діатомова *Tabularia fasciculata*. Середня чисельність у відкритій акваторії Аркадії складала 72 тис. кл/л у напівзакритій акваторії мису Малий Фонтан – 66 тис.кл/л,

середня біомаса – 141 мг/м³ та 87 мг/м³, відповідно. «Цвітіння» відмічено не було.

Навесні в акваторії також складався полідомінантний комплекс видів з переважанням за численістю зелених мікроводоростей, а за біомасою – діатомових та динофітових. Основним домінантом за чисельністю був вид *M. contortum*, розвиток якого 13 квітня 2016 року досягав рівня «цвітіння» води (чисельність 1,7 млн. кл/л при біомасі 51 мг/м³ у напівзакритій акваторії, та 1,3 млн. кл/л при біомасі 40 мг/м³ у відкритій акваторії), серед субдомінантів були також прісноводні ціанобактерії (*Jaaginema kisselevii*) та діатомові (*Ceratoneis closterium* та *Pseudo-nitzschia delicatissima*). Щодо показників біомаси, у весняний період продовжувалось домінування *T. fasciculata* та *P. penardii*, разом з іншою динофітовою - *Heterocapsa triquetra* та діатомовою *C. closterium*.

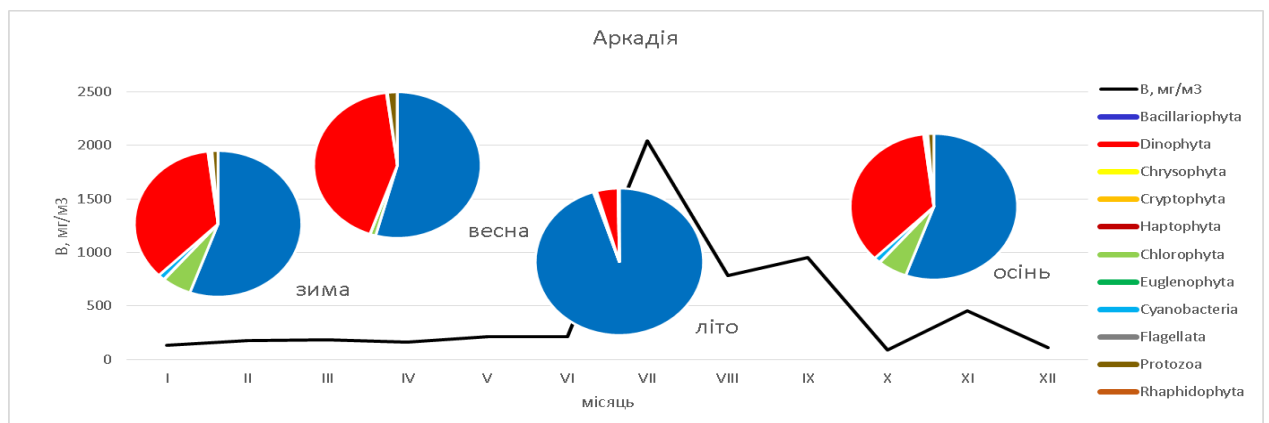
Середня чисельність мікроводоростей у відкритій акваторії Аркадії складала 523 тис. кл/л, у напівзакритій акваторії мису Малий Фонтан – 296 тис. кл/л, середня біомаса – 184 мг/м³ та 90 мг/м³, відповідно.

Влітку у відкритій акваторії за чисельністю переважали ціанобактерії, у напівзакритій вклад основних відділів у чисельність *Merismopedia minima* був схожим, з переважанням діатомових. За біомасою домінували діатомові. Домінування діатомових влітку свідчить про покращання екологічної ситуації у регіоні, збільшення вкладу автотрофного компоненту фітопланктону та процесу деєвтрофікації.

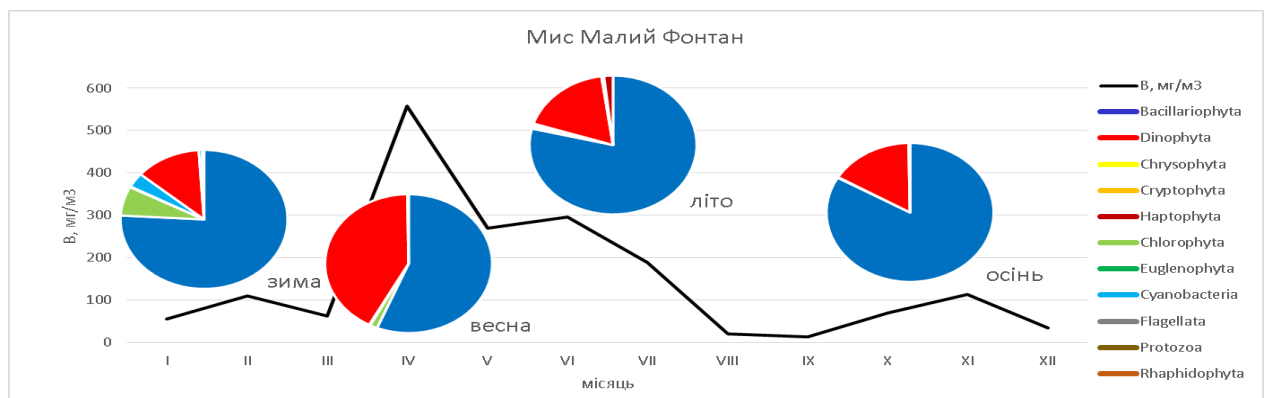
За чисельністю в акваторії Аркадії в цей період переважала дрібна ціанобактерія *M. minima*, чисельність якої 29 червня досягла рівня цвітіння (2,1 млн. кл/л при незначній біомасі – 2,3 мг/м³). Це «цвітіння» було локальним та не спостерігалось у другій акваторії, мис Малий Фонтан, що досліджувалась у цей період. Серед субдомінантів в обох типах акваторій були зареєстровані діатомові *Cyclotella caspia*, *P. delicatissima*, та ціанобактерія *Dolichospermum flosaquae*. За біомасою в обох типах акваторій переважали крупні діатомові та динофітові, серед яких абсолютним

домінантом виявилась *Pseudosolenia calcar avis*, біомаса якої 13 липня досягала рівня «цвітіння» ($2,8 \text{ г/м}^3$ при чисельності 58 тис. кл./л у відкритій акваторії Аркадії та $1,8 \text{ г/м}^3$ при чисельності 44 тис.кл./л у напівзакритій акваторії мису Малий Фонтан). Серед субдомінантів були відмічені *Atteya decora*, *Coscinodiscus radiatus*, *Licmophora gracilis*, *P. delicatissima*. Середня чисельність у відкритій акваторії Аркадії складала 674 тис. кл/л, у напівзакритій акваторії мису Малий Фонтан – 169 тис. кл/л, середня біомаса 1015 мг/м^3 та 418 мг/м^3 , відповідно.

Восени за чисельністю та біомасою продовжували переважати діатомові, у відкритій акваторії Аркадії також був великий внесок динофітових. Сезонний хід зміни біомаси відображено на рисунку 2.4.



а)



б)

а) акваторія Аркадія;

б) акваторія Мис Малий фонтан.

Рисунок 2.4 – Сезонні зміни біомаси (мг/м^3) фітопланктону у 2016 році

У відкритій акваторії значного розвитку досягала діатомова *Skeletonema costatum*, що може свідчити про підвищений рівень евтрофікації цієї акваторії, однак «цвітінь» води, викликаним спалахом розвитку цього виду відмічено не було.

Серед домінантів також відмічались *Prorocentrum cordatum*, види роду *Monoraphidium*, *J. kisselevii*. За біомасою переважали великі діатомові, в першу чергу *Probosciaalata*, біомаса якої іноді перевищувала 1 г/м³ при невеликій чисельності (від 3 тис. кл/л до 8 тис. кл/л), тому це не реєструвалося як «цвітіння». Великий вклад в біомасу вносили *Coscinodiscus granii*, *Ditylum brightwellii*, *Thalassiosira nordenskioldii*, *S. costatum* та *P. cordatum*. Середня чисельність у відкритих акваторіях Аркадії та мису Малий Фонтан складала 159 тис. кл/л і 65 тис. кл/л, середня біомаса 498 мг/м³ та 310 мг/м³, відповідно.

Взагалі, в акваторії Одеського регіону спостерігався звичайний сезонний хід чисельності та біомаси. «Цвітіння» відмічались навесні (*M. contortum*) та влітку (*M. minima*, *P. calcar avis*). Переважання діатомових мікроводоростей протягом всього року, відсутність «цвітінь» *S. costatum* та міксотрофних динофітових свідчить про покращення екологічного стану регіону.

Для оцінки стану біоценозів у «гарячих точках» Одеського регіону було проведено відбір проб на дев'яти станціях – порт «Южний», Нафтогавань, Одеський порт, пляжи «Дельфін», санаторію ім. Чкалова, мис Малий Фонтан, «Аркадія», Дача Ковалевського, «Лузанівка».

Восени було знайдено 64 види фітопланктону, що відносилися до 8 відділів (Bacillariophyta – 37, Dinophyta – 13, Chrysophyta – 3, Cryptophyta – 2, Naptophyta – 4, Chlorophyta – 2, Euglenophyta – 1, Cyanobacteria – 2).

Чисельність фітопланктону коливалась від 9 тис.кл./л до 903 тис.кл./л, найбільш високі значення були відмічені в акваторії порту Одеса за рахунок розвитку полідомінантного комплексу видів, серед яких переважали

Nitzschiatenuirostris, *Pseudo-nitzschidelicatissima*, *Pseudonitzchiapungens*, *Emilianiahuxleyi*, найменші – в акваторії порту Южний, що знаходиться під значним антропогенним навантаженням.

Аналіз видового різноманіття за індексом Шеннона, що представлено на рисунку 2.5, показав, що упродовж дослідження умови для розвитку полідомінантного комплексу видів були найбільш сприятливими у водах пляжів «Дельфін», «Лузанівка» та санаторію ім. Чкалова.

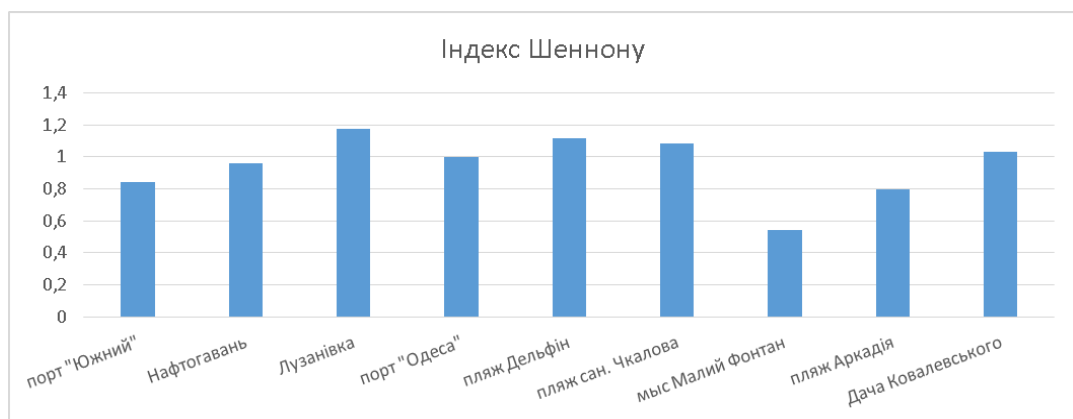


Рисунок 2.5 – Показники індексу видового різноманіття у «гарячих точках» Одеського регіону, осінь 2016 року

Біомаса фітопланктону варіювала від 12 мг/м³ до 3300 мг/м³, найменші значення також спостерігались в акваторії порту «Южний», найбільші – в акваторіях Одеського порту та пляжу «Аркадія». У першому випадку – за рахунок розвитку полідомінантного діатомово-динофітового комплексу видів, у склад якого входили *Lingulodinium polyedrum*, *Achnantes brevipes* та *P. pungens*, у другому – за рахунок розвитку крупноклітинної діатоми *Proboscia alata*.

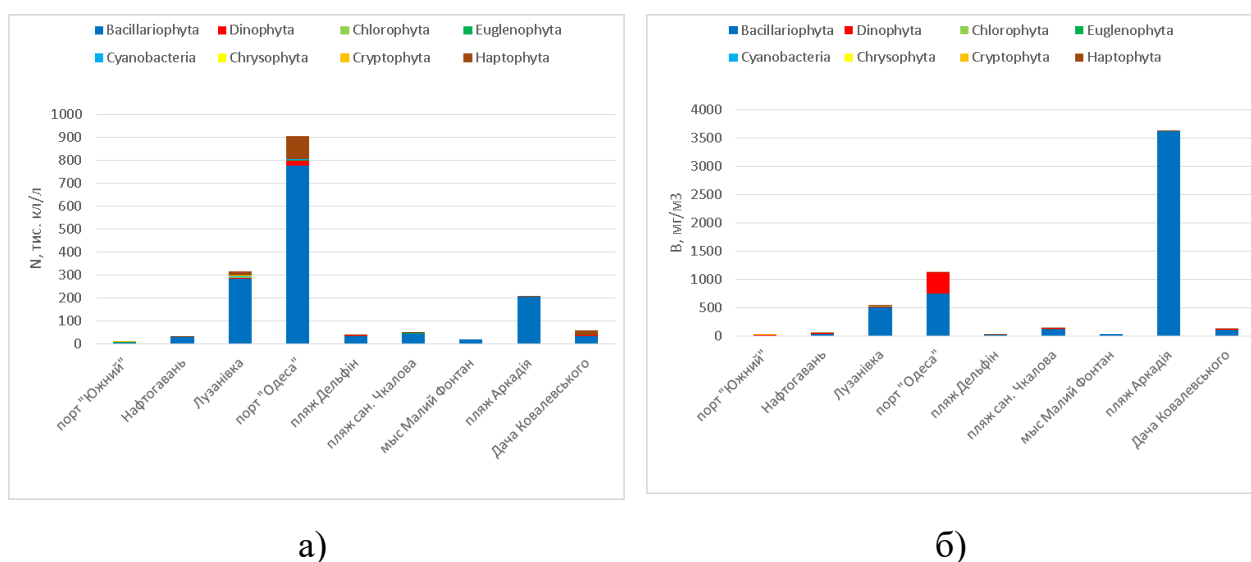
Аналіз показав, що під час дослідження найбільш сприятливі умови для розвитку полідомінантного комплексу видів складались в акваторіях пляжів «Дельфін», «Лузанівка» та санаторія ім. Чкалова, а в акваторіях пляжу «Аркадія», мису Малий Фонтан та порту «Южний» склад фітопланктонного

угруповання був бідним або монодомінантним, що свідчить про нестабільні екологічні умови у цих точках.

2.3 Стан фітопланктону у гарячих точках Одеського регіону

При дослідженні морських акваторій Одеського регіону було зареєстровано 212 видів та різновидів мікрводоростей, які належали до 11 відділів.

Восени найбільше число видів було знайдено на станціях Одеський порт, пляж «Лузанівка» (по 25 видів), менше – на станціях Дача Ковалевського, «Дельфін», санаторію ім. Чкалова, «Аркадія» (21, 19, 18 та 18 видів відповідно), менше всього видів було зареєстровано на станціях Нафтогавань (15) та порт «Южний» (7), що представлено на рисунку 2.6.



а) чисельність (тис.кл/л);

б) біомаса (мг/м³).

Рисунок 2.6 – Кількісні показники фітопланктону у «гарячих точках» Одеського регіону, осінь 2016 року

Чисельність фітопланктону коливалась від 9 тис.кл/л до 903 тис.кл/л, найбільш високі значення були відмічені в акваторії Одеського порту за рахунок розвитку полідомінантного комплексу видів, серед яких переважали *Nitzschiatenuirostris*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Pseudonitzschia pungens*, *Emiliania huxleyi*, найменші – в акваторії порту «Южний», що знаходиться під значним антропогенним навантаженням.

2.4 Якісні та кількісні показники фітопланктону Дунайського регіону

У складі фітопланктону Дунайського регіону у листопаді 2016 року було знайдено 59 видів, що відносилися до відділів: Bacillariophyta (27 видів), Dinophyta (8), Chlorophyta (14), Cyanobacteria (4), Euglenophyta (1), Chrysophyta (1), Cryptophyta (1), Haptophyta (2). Як і в минули роки, основу видового різноманіття склали діатомові мікрводрості (46 %) з великою часткою зелених водоростей (24 %). Видове різноманіття наведено на рисунку 2.7.

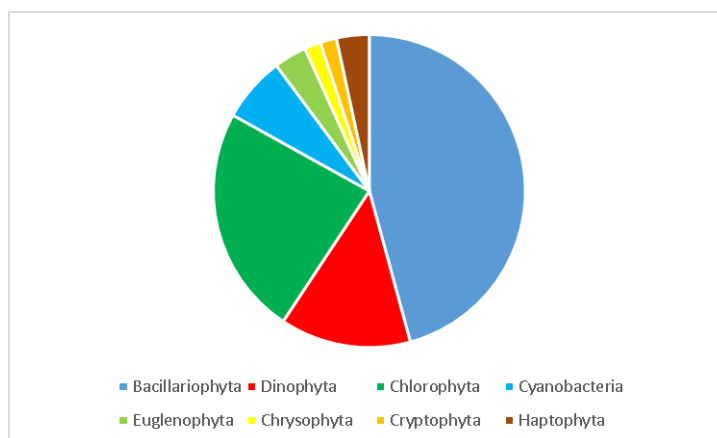


Рисунок 2.7 – Видове різноманіття фітопланктону Дунайського

регіону в листопаді 2016 року

У районі днопоглиблення (ст. 7, 7-1, 7-2, 8) спостерігався значний вплив прісних вод Дунаю, що відображалось як у видовому складі фітопланктону, так і у вкладі прісноводного компоненту у кількісні показники (чисельності та біомаси).

Сумарний вклад представників Chlorophyta та Euglenophyta у видове різноманіття складав 31 %, вклад у загальну чисельність становив до 80 %, у біомасу до 45 %. Вклад прісноводних видів у кількісні та якісні показники зменшувався по мірі віддалення від берегу, та був мінімальним на станції № 8, де домінували представники Bacillariophyta.

Середні значення чисельності та біомаси на цих станціях були нижчими, ніж в районі дам্পінгу та на фонових станціях, що відображено на рисунках 2.8 та 2.9.

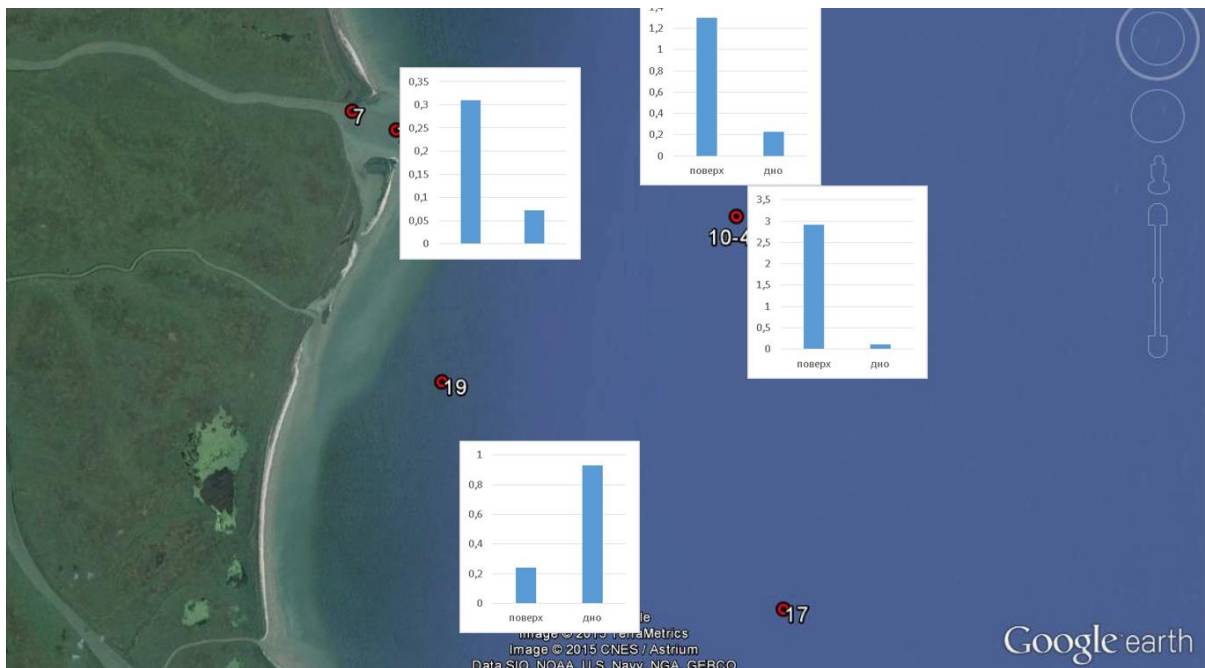


Рисунок 2.8 – Середні значення чисельності фітопланктону (поверхневий та придонний горизонт) у районі днопоглиблення, дам্পінгу ґрунту та фонових станцій (ст. 17-19, ст. 6) у листопаді 2016 року

У районі днопоглиблювальних робіт середня чисельність представників фітопланктону складала 0,31 млн. кл/л у поверхневому горизонті та 0,072 млн. кл/л у придонному, середня біомаса становила 0,047 г/м³ та 0,016 г/м³, відповідно. Найменші середні значення чисельності та біомаси спостерігались на станції № 7-2 та становили 0,17 млн. кл/л та 0,025 г/м³, відповідно.

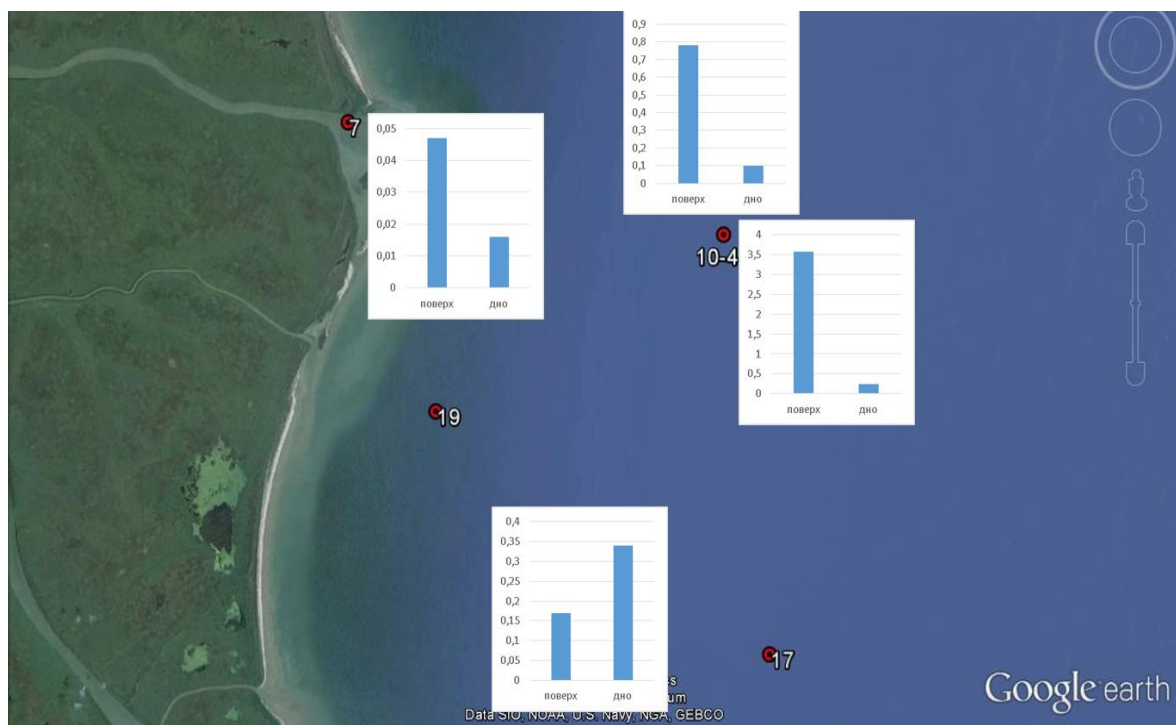


Рисунок 2.9 – Середні значення біомаси фітопланктону (поверхневий та придонний горизонт) у районі днопоглиблення, дампінгу ґрунту і фонових станцій (ст. 17-19, ст. 6) у листопаді 2016 року

У районі дампінгу ґрунту (ст. 10, 10-1, 10-2, 10-3) спостерігалась помітна різниця між кількісними показниками фітопланктону у поверхневому та придонному горизонтах. Середні значення чисельності у поверхневому горизонті становили 2,92 млн. кл/л, біомаси – 3,58 г/м³, у

придонному горизонті кількісні показники становили 0,11 млн. кл./л та 0,23 г/м³, відповідно.

Причиною високих значень чисельності водоростей був масовий розвиток *S. costatum*, яка є видом-індикатором високої трофності води. Високі значення біомаси формувались за рахунок розвитку крупноклітинних планктонних видів діатомових – *Cerataulina pelagica*, представників родів *Achnanthes* та *Coscinodiscus*.

На фонових станціях (станціях № 6, 17, 18, 19) спостерігався одночасний розвиток представників фітопланктону морського, прісноводного та прісноводно-солонатоводного генезису. Середня чисельність фітопланктону становила 0,51 млн. кл/л у поверхневому горизонті та 0,75 млн. кл/л у придонному, середні значення біомаси дорівнювали 0,28 г/м³ як у поверхневому, так і в придонному горизонтах. На станціях, розташованих на південь від витоку суднового ходу Дунай - Чорне море (ст. № 17-19), значення кількісних показників у придонному горизонті вище, ніж у поверхневому. На станціях, розташованих на північ (ст. № 6), навпаки. Кількісні показники фітопланктону знижувались із зростанням відстані від берега. Найбільші значення чисельності та біомаси спостерігались на ст. № 19 та складала у середньому 0,67 млн. кл/л та 0,34 г/м³, відповідно.

Таким чином, найменші значення кількісних показників фітопланктону спостерігалися в районі днопоглиблення. Досить високі значення спостерігались на фонових станціях. В районі дампінгу ґрунту спостерігалась значна різниця між кількісними показниками у поверхневому та придонному горизонтах.

2.5 Сезонний хід розвитку фітопланктону в ПЗЧМ

Дослідження фітопланктону у відкритих районах ПЗЧМ у травні 2016 р. показали наявність у даній акваторії 224 видів, які належали до 8 типів, що відображено на рисунку 2.10. Представникам діатомових (93 види) та дінофітових (68 видів) належав значний внесок у видове різноманіття, у той час як частки зелених водоростей (22 види), ціанобактерій (19 видів) та гаптофітових (11 видів) були дещо меншими. Незначним внеском у видовий склад характеризувалися евгленові (4 види), золотисті (3 види) та криптофітові водорості (4 види).

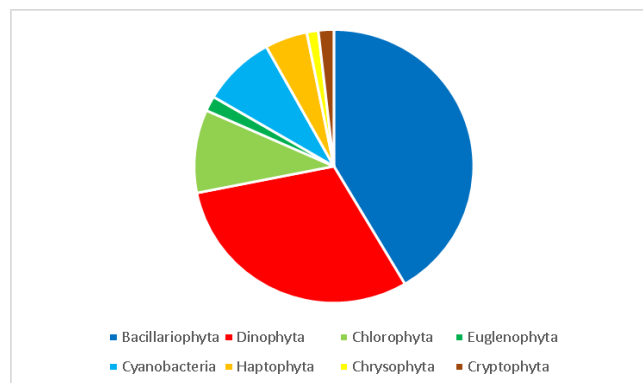
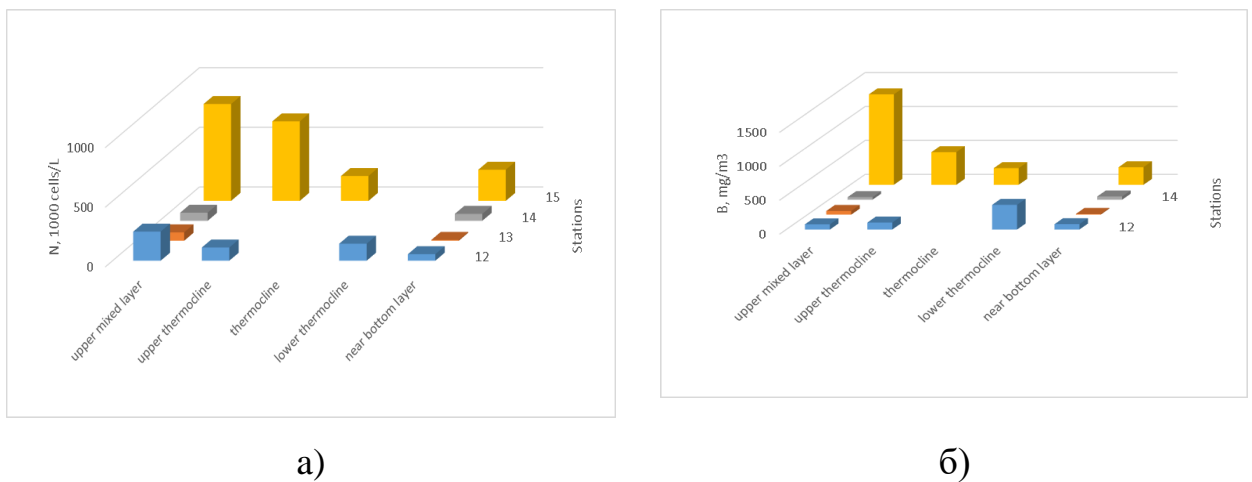


Рисунок 2.10 – Видове різноманіття фітопланктону у відкритих водах ПЗЧМ

Просторовий розподіл чисельності та біомаси показав, що найбільші значення обох показників відзначаються у районі Дністра, а найменші – у Дніпро-Бузькому районі. У вертикальному розподілі, як правило, кількісні показники були найвищими у поверхневому шарі, що зазнавав перемішування, та на верхній межі термокліну, та зменшувалися зі збільшенням глибини, що представлено на рисунку 2.11. Основний внесок у кількісні показники належав діатомовим мікроводоростям, серед яких було виявлено, що *P. delicatissima* досягає рівня «цвітіння» води на деяких станціях.

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



а)

б)

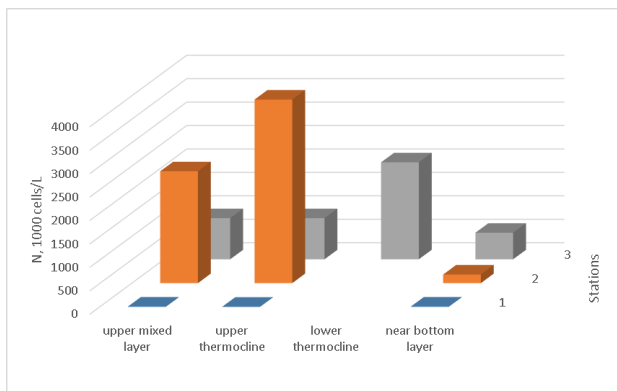
а) чисельність;

б) біомаса.

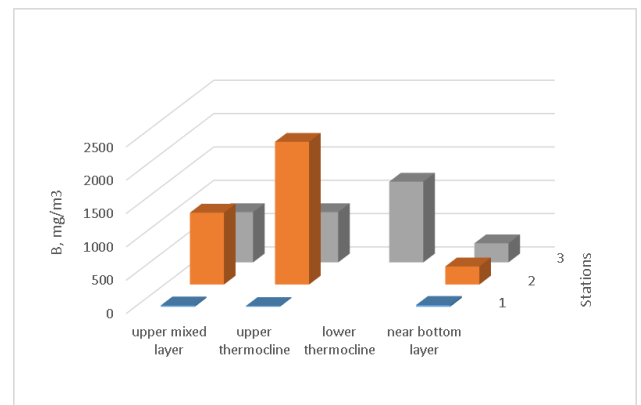
Рисунок 2.11 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників фітопланктону у Дніпро-Бузькому районі ПЗЧМ, травень 2016 рік

У районі Дністра середня чисельність фітопланктону була $1,03 \cdot 10^6$ кл/л, середня біомаса становила 580 мг/м^3 . Максимуми кількісних показників збігалися за глибиною та були зареєстровані на верхній (ст. 2) та нижній (ст. 3) межах термокліну, що відображено на рисунку 2.12.

Такі високі значення були обумовлені «цвітінням» діатомової водорості *P. delicatissima*. Найінтенсивніше «цвітіння» спостерігалось у поверхневому шарі перемішування на станції 2 ($3,4 \cdot 10^6$ кл/л із біомасою $1,8 \text{ г/м}^3$), розташованої на траверсі естуарію Дністра, і було, імовірно, спричинене надходженням біогенних елементів із річковим стоком та розтіканням прісної води у поверхневому шарі, що є типовим для зон впадіння крупних річок, у тому числі Дунаю.



а)



б)

а) чисельність;

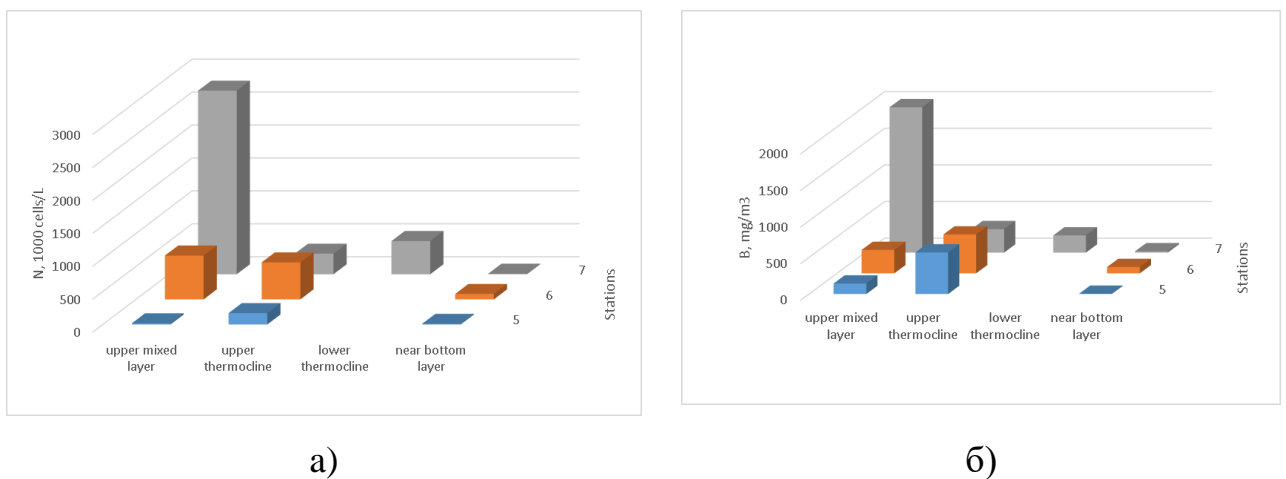
б) біомаса.

Рисунок 2.12 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників фітопланктону у районі Дністра у ПЗЧМ, (травень, 2016 рік)

У ході того, як річкові води рухаються уздовж берега та перемішуються з морськими водами, водорості, що спричинюють «цвітіння», переміщуються до нижчих шарів, і на станції 3 «цвітіння» спостерігалось на нижній межі термокліну, де чисельність *P. delicatissima* досягала $1,98 \cdot 10^6$ кл/л із біомасою $0,78 \text{ г/м}^3$. Мікрowodорість *P. delicatissima*, окрім автотрофного, здатна також до гетеротрофного живлення, внаслідок чого максимум біомаси фітопланктону, сформованої цим видом, не співпадає із максимумом

хлорофілу, зареєстрованим у поверхневих шарах у Дунайському регіоні. Слід зазначити, що *P.delicatissima* є потенційно токсичним видом, але, незважаючи на його періодичні спалахи «цвітіння» у районі досліджень, захворювання людей чи тварин, пов'язані з ним, не спостерігалися.

У районі Дунаю також спостерігалися високі значення чисельності та біомаси фітопланктону, із середніми величинами $512 \cdot 10^3$ кл/л та 421 г/м^3 відповідно. У цьому регіоні відзначався різкий спад кількісних показників фітопланктону у глибоководних шарах, що може бути наслідком наявності великої кількості завислих речовин, що істотно зменшує прозорість води та ускладнює розвиток видів-автотрофів. Кількісні показники відображено на рисунку 2.13.



а) чисельність;

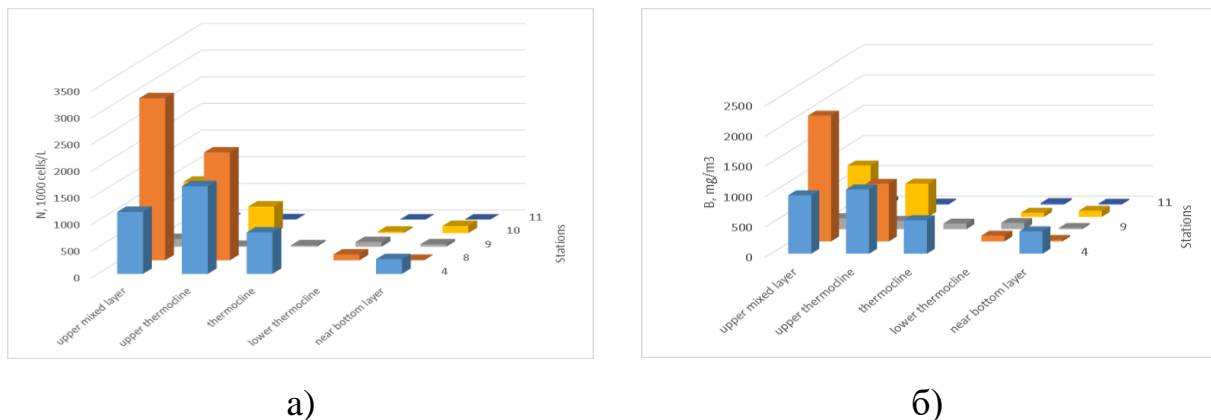
б) біомаса.

Рисунок 2.13 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників фітопланктону у районі Дунаю (травень, 2016 рік)

Дане явище було особливо помітним на станції 7 на траверсі головного гирла Дунаю, де чисельність у поверхневому і придонному шарах відрізнялася у 320 разів, а біомаса – у 111 разів. Високі значення чисельності та біомаси асоціювалися із розвитком діатомеї *P.delicatissima*, яка досягла

рівня «цвітіння» у поверхневому шарі (чисельність $2,16 \cdot 10^6$ кл/л, біомаса $0,85 \text{ г/м}^3$).

У зоні мішаних вод середня чисельність фітопланктону становила $525 \cdot 10^3$ кл/л, середня біомаса була 397 мг/м^3 . Найвищі значення спостерігалися на станції 4, яка була розташована у зоні впливу вод Дністра, та на станції 8, яка, можливо, зазнала впливу вод Дунаю під час весняної повені. Кількісні показники відображено на рисунку 2.14.



а)

б)

а) чисельність;

б) біомаса.

Рисунок 2.14 – Просторові та вертикальні зміни кількісних показників у зоні мішаних вод ПЗЧМ (травень, 2016 рік)

Останнє частково підтверджується різким спадом кількісних показників у придонному шарі на станції 8, як описано вище для району Дунаю. На станції 4 максимуми чисельності та біомаси припадали на верхню межу термокліну, що збігається із вертикальним розподілом у районі Дністра. У цих зонах високі значення чисельності та біомаси були обумовлені розвитком діатомової водорості *P. delicatissima*, яка сягала рівня «цвітіння» у поверхневому шарі на станції № 8 ($2,32 \cdot 10^6$ кл/л із біомасою $0,91 \text{ г/м}^3$) та на верхній межі термокліну на станції № 4 ($1,49 \cdot 10^6$ кл/л із біомасою $0,80 \text{ г/м}^3$). Високі значення чисельності та біомаси також

спостерігалися на станції № 10. На станціях № 9 та № 11, найбільш віддалених від берега, чисельність не перевищувала $150 \cdot 10^3$ кл/л, а біомаса становила менш, як 180 мг/м^3 .

Отже, у прибережних зонах кількісні показники фітопланктону були майже в усіх випадках вищі за відповідні значення для відкритих шельфових вод. Високі значення кількісних показників в українських шельфових водах були обумовлені стоком ряду великих річок, особливо Дунаю та Дністра. Кількісні показники фітопланктону спадали зі збільшенням відстані від берегової лінії та зростали у зонах впливу річкового стоку. Даний ефект найсильніше відзначався у поверхневих шарах перемішування та на верхній межі термокліну, та пом'якшувався зі збільшенням глибини. У районі Дунаю зі значним надходженням річкової води спостерігалися відмінності у величині кількісних показників на різних горизонтах у більше, ніж 100 разів, що може пояснюватися наявністю великої кількості завислих речовин, які суттєво зменшують прозорість та уповільнюють розвиток автотрофних мікробіот. Серед станцій у ПЗЧМ існує три категорії, які належать до «гарячих точок» та потребують постійного моніторингу: зони впливу річкового стоку (рік Дунай, Дністер, меншою мірою – Дніпровсько-Бузький район), зони портів та їхнього впливу (у першу чергу, Одеська затока) та природно-заповідні акваторії «Філофорне поле Зернова» (ФПЗ).

3 МІНЛИВІСТЬ ВМІСТУ ХЛОРОФІЛУ- А В ПІВНІЧНО – ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ

3.1 Мінливість середніх місячних значень хлорофілу-а за районами Північно – західної частини Чорного моря

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

До аналізу мінливості вмісту хлорофілу-а були залучені дані спостережень супутника MODIS які представлені на сайті NASA <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/l3> [5]. Оцінка мінливості вмісту хлорофілу-а в поверхневих водах на шельфі України і зокрема на ПЗЧМ виконувалась по районам відповідно їх визначенню в [15].

В середньому в 2016 р. максимальний вміст хлорофілу-а відмічався на акваторії Азовського моря. На ПЗЧМ підвищені середні річні значення вмісту хлорофілу-а спостерігались в Дніпро-Бузькому, Дністровському і в Дунайському районах. З віддаленням від гирлових районів річок і прилеглих до них лиманів вміст хлорофілу-а значно зменшується до $1,7 \text{ мкг/м}^3$ в зоні змішування і менш в центральному районі і Каламітській затоці $0,8 \text{ мкг/дм}^3$. Відносно підвищений вміст хлорофілу-а в 2016 р. відмічався і в Каркінітській затоці з середнім значенням по району $3,3 \text{ мкг/дм}^3$.

В весняний період, з підвищенням стоку Дунаю, відмічається підвищення концентрації хлорофілу-а на дунайському узмор'ї і поширення в цьому районі зони з концентрацією хлорофілу-а понад $5,0 \text{ мкг/дм}^3$. Влітку підвищений вміст хлорофілу-а на ПЗЧМ охоплював всю прибережну смугу

моря від північної частини Тендровської коси вздовж північного і західного прибережжя до Дунаю. В Азовському морі влітку концентрації хлорофілу-а понад 5,0 мкг/дм³ спостерігались на поверхні практично на акваторії усього моря. Середня місячна концентрація хлорофілу-а на поверхні моря, за даними супутникових спостережень в серпні у Таганрогській затоці доходила до 40 мкг/дм³, а в цілому по морю досягала 18,2 мкг/дм³, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Статистичні характеристики мінливості середньомісячних значень концентрації хлорофілу - а (мкг/л) за районами Чорного та Азовського морів у 2016 р.

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

В районах віддалених від впливу річкового стоку максимумами середньої місячної концентрації хлорофілу-а в Чорному морі припадали на листопад, грудень. На дунайському узмор'ї і в зоні змішування максимумами вмісту

хлорофілу-а приходились на весняний період – травень, в Дністровському районі – на червень, а в Дніпро-Бузькому районі, Каркінітській затоці і в Азовському морі – на серпень, наведено на рисунку 3.1.

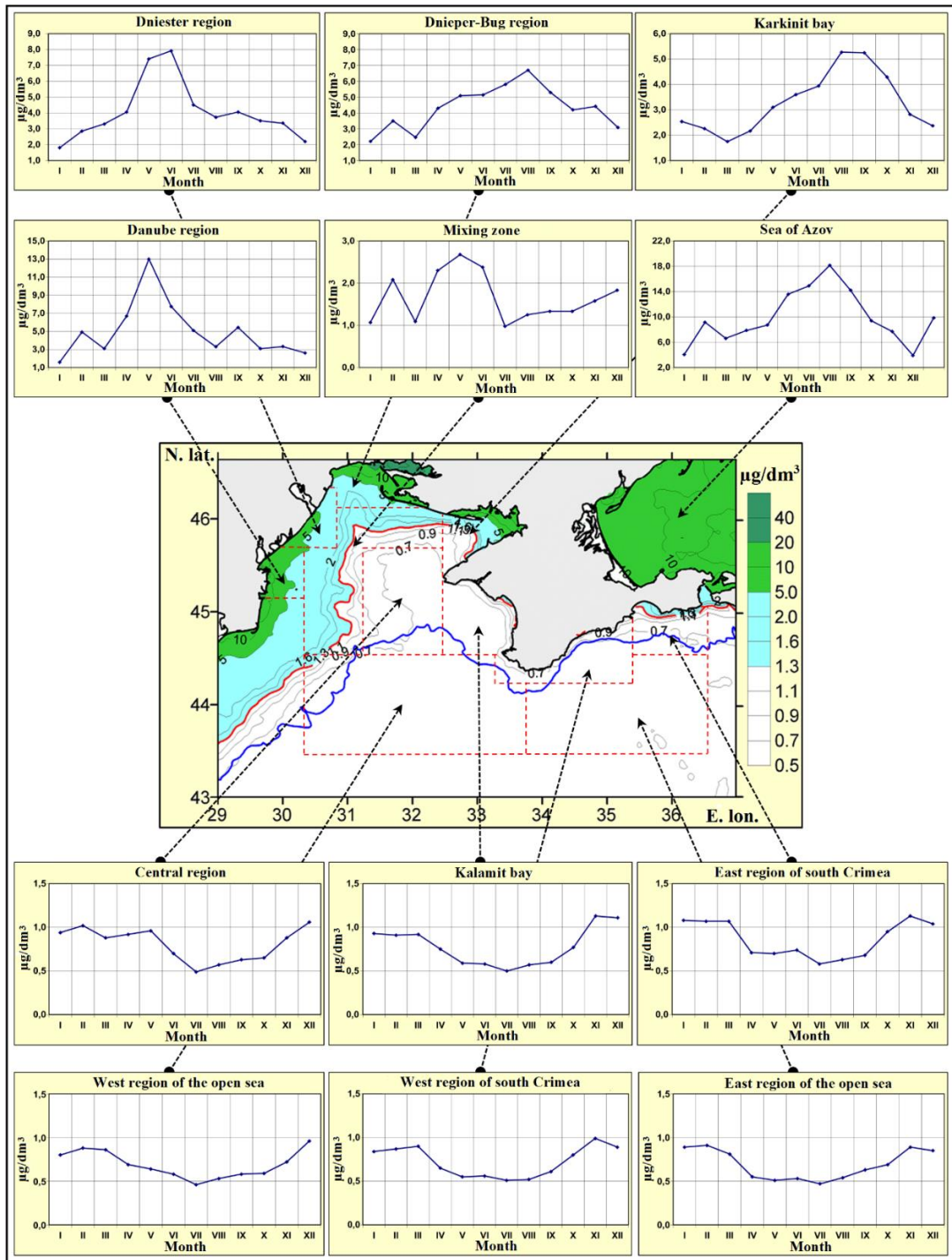


Рисунок 3.1 – Просторовий розподіл середнього вмісту хлорофілу-а в 2016 році, і річний хід його вмісту в Азовському морі і по районах в Чорному морі

За багаторічними даними (2003-2016 рр.) середні значення концентрації хлорофілу-а по районах шельфу України в Чорному і Азовському морях складають: в Дніпро-Бузькому – 7,7 мкг/дм³; в Дунайському – 5,9 мкг/дм³; в Дністровському – 5,7 мкг/дм³; в Каркінітській затоці – 3,9 мкг/дм³; в зоні змішування – 1,9 мкг/дм³; в центральному районі – 0,84 мкг/дм³; в Каламітській затоці – 0,81 мкг/дм³; в відкритих районах моря і на шельфі Південного Криму – 0,63 - 0,85 мкг/дм³; в Азовському морі – 13,3 мкг/дм³. Тобто в багаторічному плані за даними вмісту хлорофілу-а найбільш евтрофіковані води Азовського моря і води Дніпровського лиману.

3.2 Міжрічна мінливість вмісту хлорофілу-а за районами Північно - західної частини Чорного моря

Згідно з даними довготривалих спостережень 2003-2016 рр., в усіх районах ПЗЧМ та Азовського моря відзначалася слабка тенденція до зниження середньорічних значень вмісту хлорофілу-а.

Виконані статистичні оцінки вказують, що визначені тренди відповідають їх значимості на рівні 95% в трьох районах на ПЗЧМ – в Каркінітській затоці, в центральному районі і в зоні змішування. Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції в усіх районах ПЗЧМ і в Азовському морі можливо констатувати присутність загальної тенденції до зниження вмісту хлорофілу-а і відповідно рівня трофності морських шельфових вод України, наведено на рисунку 3.2.

Найбільш виражена тенденція до зниження вмісту хлорофілу-а із кутовим коефіцієнтом 0.15 мкг/л на рік спостерігалася у Дніпровсько-Бузькому районі.

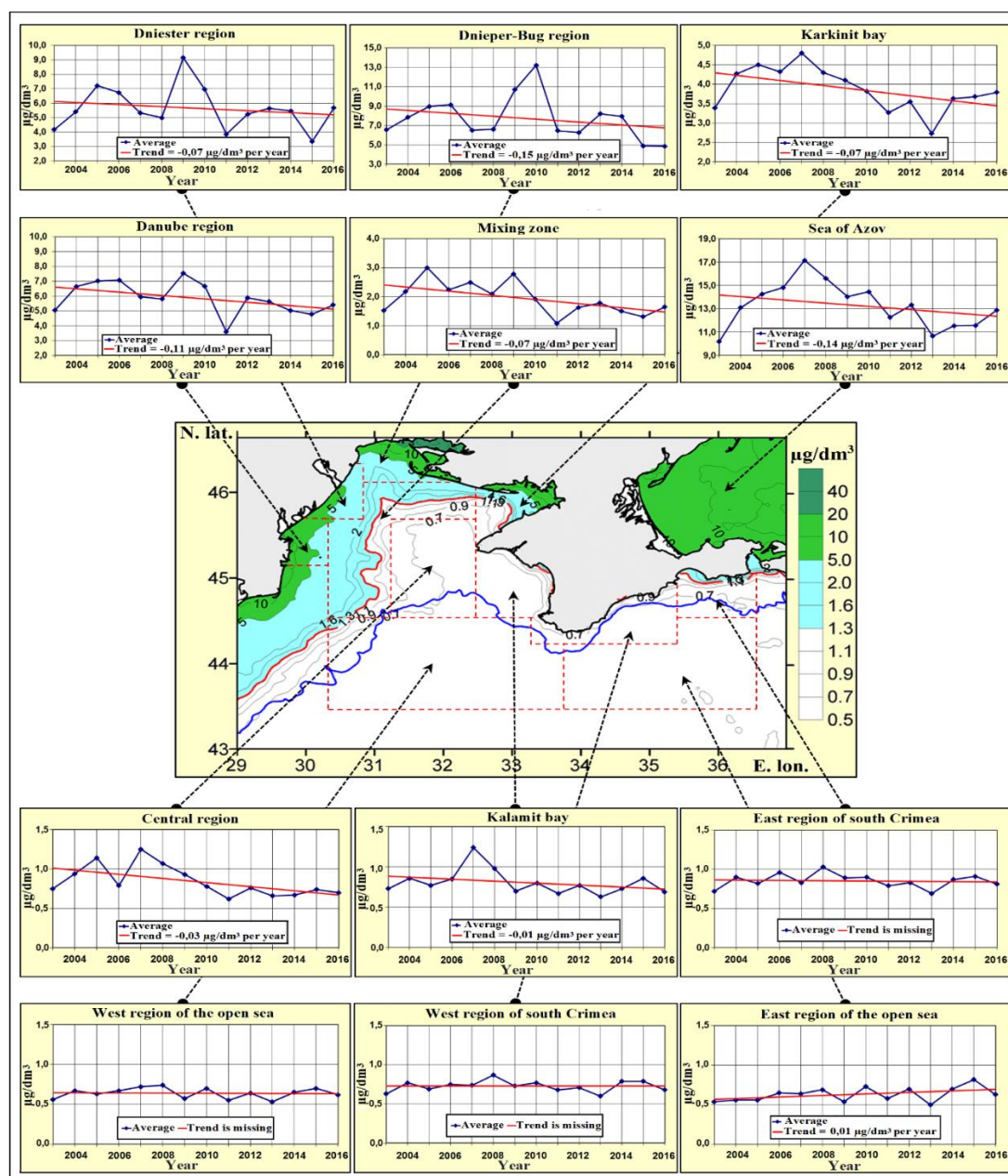


Рисунок 3.2– Просторовий розподіл середніх значень вмісту хлорофілу - а у 2016 році та багаторічна мінливість середньорічних значень в Азовському морі та у районах Чорного моря

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

3.3.

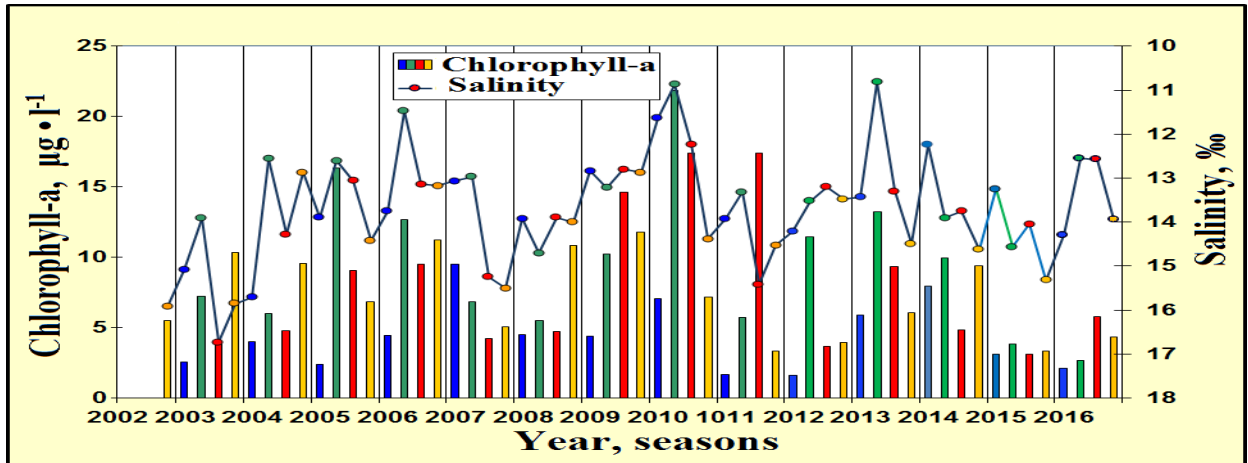
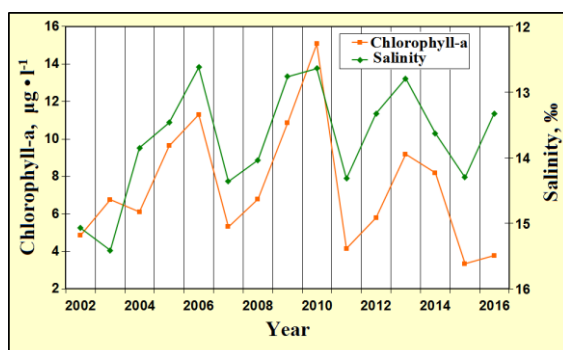


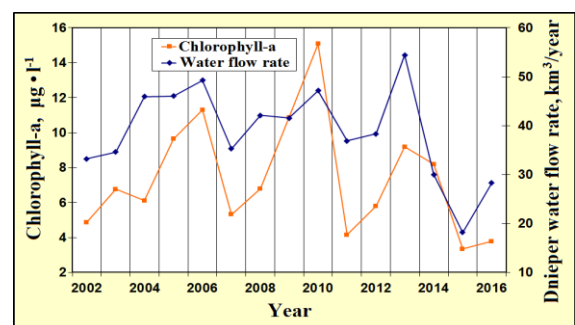
Рисунок 3.3 – Багаторічний хід середньосезонних концентрацій хлорофілу а та солоності у прибережних водах в Одеському регіоні

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

З підвищенням солоності води вміст хлорофілу-а зменшується, а з підвищенням стоку Дніпра підвищується, відповідно, і середня річна концентрація хлорофілу-а, відображено на рисунку 3.4.



а)



б)

а) хлорофіл- а і солоність;

б) хлорофіл а і стік Дніпра.

Рисунок 3.4 – Багаторічна динаміка середньосезонного вмісту хлорофілу а, солоності у прибережних водах Одеського

регіну та річного стоку Дніпра

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

4 МЕЗОЗООПЛАНКТОН

4.1 Стан мезозоопланктону Одеського регіону

Зоопланктон традиційно розподіляють на голопланктон (чий життєвий цикл цілком проходить в планктоні, та меропланктон (тимчасовий компонент зоопланктону), куди входять ювенальні стадії бентосних тварин. Під час розвитку меропланктонного компоненту, число видів в зоопланктоні різко збільшується.

У складі зоопланктону в Одеському регіоні були зареєстровані організми 28 таксонів, які є представниками прісноводного, солоноватоводного та морського комплексів. Видовий склад значно збільшується за рахунок бентосних тварин – личинок поліхет, молюсків, циріпедій, а також тимчасово присутніх в планктоні бентопелагічних видів – представників гарпактицид, мізид, амфіпод (рисунок 4.1) .

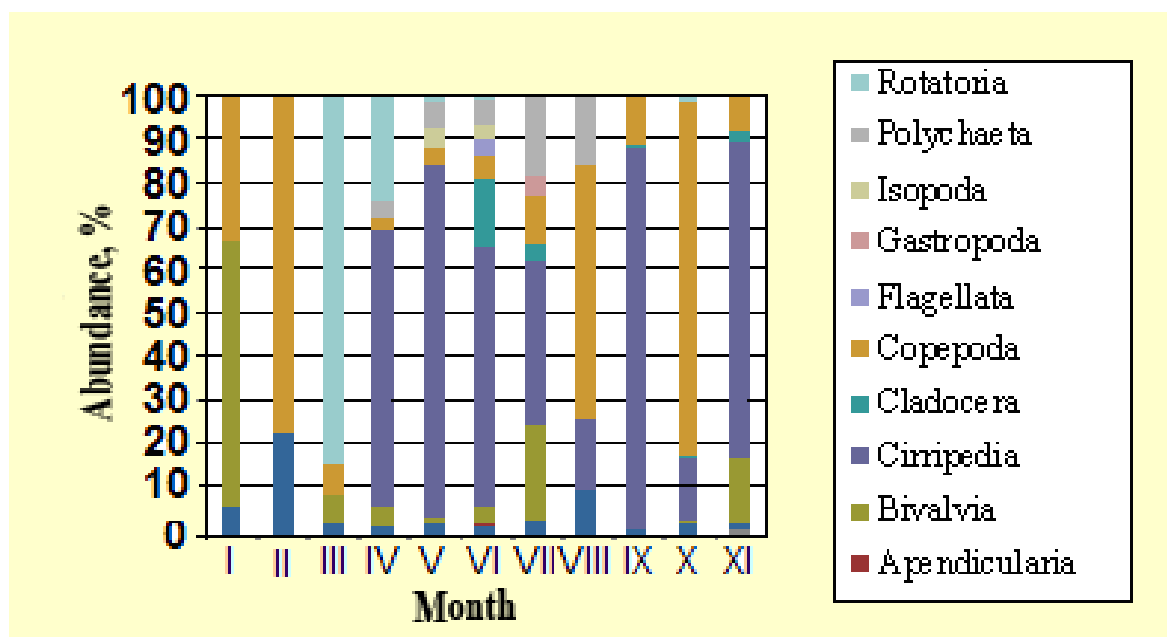


Рисунок 4.1 – Вклад різних таксонів у формування чисельності зоопланктону в Одеському регіоні у 2016 році

4.2 Сезонний хід розвитку мезозoopланктону в Одеському регіоні

В середньому в Одеському регіоні в сезонному ході біомаси зоопланктону у 2016 році відмічалися два максимуми – влітку та восени, що представлено на рисунку 4.2.

Перший максимум біомаси припав на кінець червня (107,97 мг/м³), і був обумовлений розвитком наупліальних стадій ракоподібних *Balanus* (Cirripedia).

Восени пік біомаси зоопланктону також був сформований розвитком *Balanus* (59,72 мг/м³).

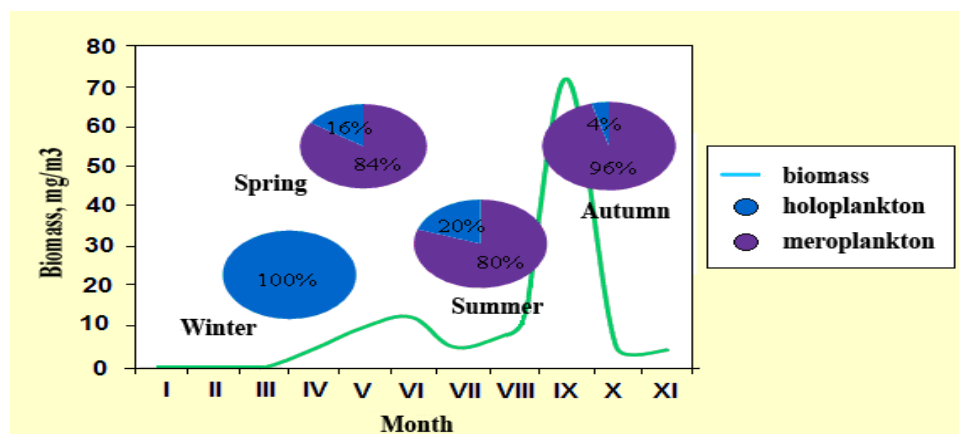


Рисунок 4.2 – Середня біомаса (мг/м³) зоопланктону в Одеському регіоні у 2016 році

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

Трофічний зоопланктон складався з *Copepoda*, *Cladocera*, представників меропланктону та інших груп зоопланктону. За чисельністю і біомасою переважали представники трофічної групи зоопланктону, що наведено в таблиці 4.1.

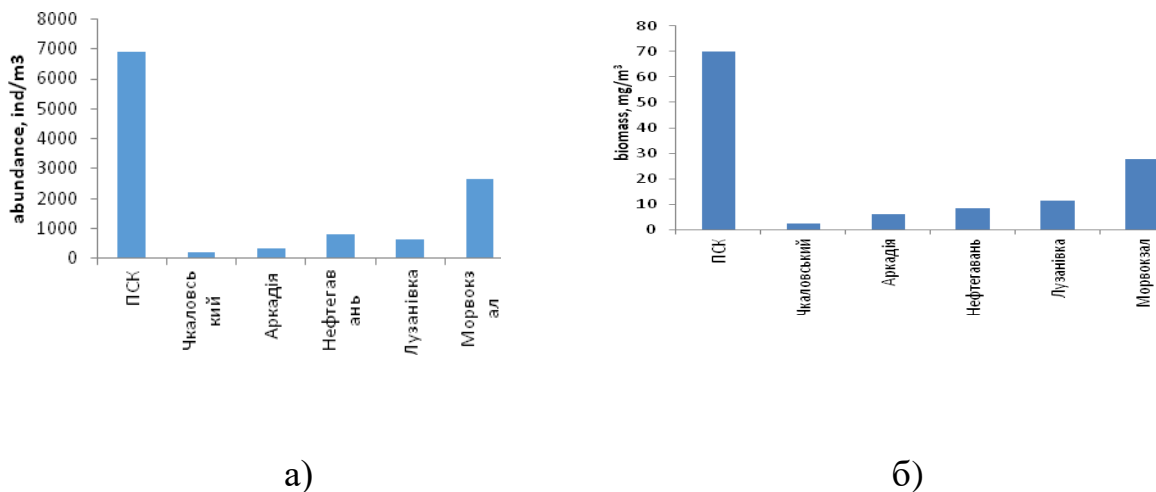
Домінантними групами у голопланктоні були *Copepoda* і *Cladocera*. Окремо виділено групу меропланктону, де домінували представники *Cirripedia*.

Таблиця 4.1 – Середня чисельність та біомаса трофічного зоопланктону на узбережжі Одеського регіону у 2016 році

Групи зоопланктону	N, ос. м ⁻³	Біомаса, мг м ⁻³
<i>Copepoda</i>	436	3,86
<i>Cladocera</i>	28	0,1
<i>Meroplankton</i>	482	35,6
Інші	25	0,02

Міжрічні відмінності в кількісних і якісних показниках зоопланктону в значній мірі були пов'язані з особливостями гідрології району, змінами природних і антропогенних факторів, зокрема, з розподілом надходження забруднених вод.

Кількісні показники розвитку зоопланктону влітку та восени 2016 року показані на рисунках 4.3 та 4.4, відповідно.



а) чисельність, (N, екз/м³);
б) біомаса, (B, мг/м³).

Рисунок 4.3 – Кількісні показники зоопланктону в Одеському регіоні

влітку 2016 року

Восени найбільші кількісні показники були відзначені на станції порт Одеса, які також пояснюються вкладом ювенальних стадій Cirripedia. На станції ПСК був відзначений максимум зоопланктону за кількісними показниками завдяки вкладу представників Cladocera та наупліїв Cirripedia.

Звичайними формами у прибережному планктоні були сцифоїдні медузи (*Aurelia aurita* та *Rhizostoma pulmo*), максимаьна чисельність яких відмічена навесні та восени.

Stenophora у планктоні представлені аборигенним видом *Pleurobrahia pileus* та нещодавніми вселенцями – *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*.

Влітку підвищувався чисельність *Cladocera* (*Pleopis polyphaetoides*, *Penilia avirostris*). Доля участі у відсотковому відношенні різних таксонів у формування чисельності зоопланктону неоднакова, найбільший вклад відмічено у *Cirripedia*, *Cladocera*, *Copepoda*.

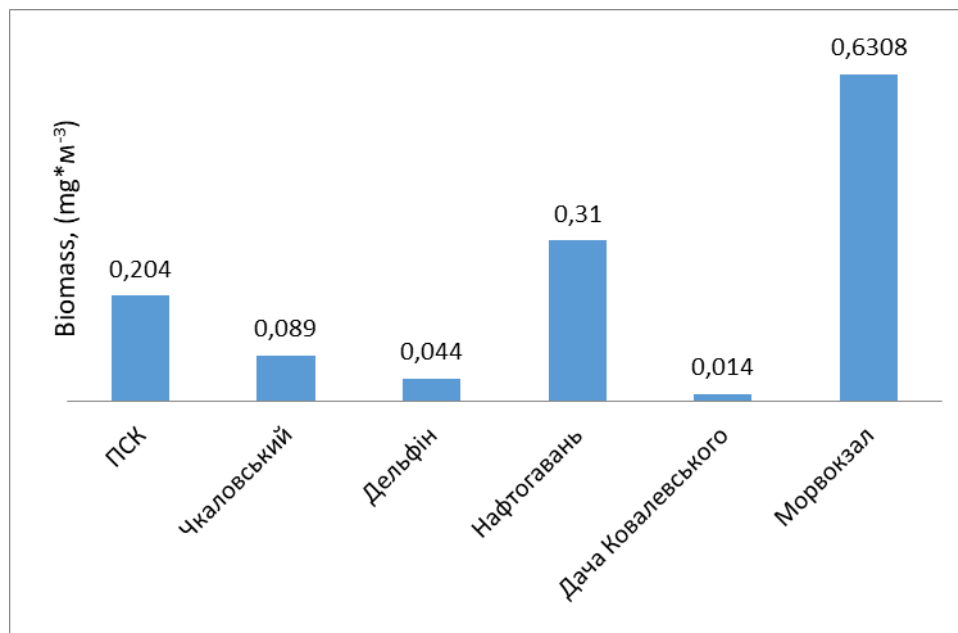


Рисунок 4.4 – Показники біомаси зоопланктону в Одеському регіоні восени 2016 року

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

4.3 Якісні та кількісні показники зоопланктону Дунайського регіону

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

Середня чисельність та біомаса зоопланктону була найбільшою на фонових станціях ($6827,96 \pm 6645,15$ екз/м³ та $57,09 \pm 34,07$ мг/м³). Максимальні значення чисельності та біомаси зоопланктону були відмічені на станції 19 ($16608,25$ екз/м³ та $105,94$ мг/м³). Середні значення чисельності та біомаси зоопланктону на фонових станціях були приблизно в 2 рази більшими ніж в районах днопоглиблення та дампінгу, кількісні показники представлено у таблиці 4.2.

Найменша середня чисельність ($1207,01 \pm 1732,37$ екз/м³) та біомаса ($29,21 \pm 15,96$ мг/м³) зоопланктону відмічені в районі днопоглиблення, на станції 8 зоопланктон за якісним складом та кількісними показниками дуже

значно відрізнявся від інших станцій району днопоглиблення та був подібним до зоопланктону фонових станцій. Завдяки цьому факту значення помилки середнього для чисельності зоопланктону в цьому районі є досить високим. В листопаді 2016 р найнижчі значення чисельності та біомаси зоопланктону в районі досліджень відмічені на станції 7-2 (311,97 екз/м³ та 17,42 мг/м³).

Таблиця 4.2 - Чисельність (N, екз/м³) та біомаса (B, мг/м³)

зоопланктону у морській частині глибоководного
навігаційного шляху Дунай-Чорне море
у листопаді 2016 року

Зона дослідження	№ станції	Загальний зоопланктон		Кормовий зоопланктон	
		N	B	N	B
Фонові станції	6	3184,95	33,04	3184,95	33,04
	17	2223,86	34,44	2223,86	34,44
	18	5294,77	54,92	5294,77	54,92
	19	16608,25	105,94	16608,25	105,94
Середнє		6827,96±6645,15	57,09±34,07	6827,96±6645,15	57,09±34,07
Виймка ґрунту	7	390,75	23,28	390,75	23,28
	7-1	320,29	23,35	320,29	23,35
	7-2	311,97	17,42	311,97	17,42
	8	3805,02	52,78	3805,02	52,78
Середнє		1207,01±1732,37	29,21±15,96	1207,01±1732,37	29,21±15,96
Скид ґрунту	10	1862,85	30,37	1844,89	28,42
	10-2	1669,48	14,83	1663,85	14,22
	10-3	6064,43	84,59	6059,36	84,04
	10-4	3675,16	31,06	3642,14	27,47
Середнє		3317,98±2041,69	40,21±30,52	3302,56±2043,32	38,54±31,02

На фонових станціях та в районі днопоглиблення кормовий для риб зоопланктон складав 100% чисельності та біомаси загального зоопланктону.

На частку некормового компоненту зоопланктону (ночесвітки), яка була відмічена лише в районі дампінгу, приходилось 0,46% чисельності та 4,16% біомаси зоопланктону.

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

5 МАКРОЗООБЕНТОС

5.1 Стан макрозообентосу Одеського регіону

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

Дольовий вклад різних груп у формуванні якісного складу макрозообентосу у прибережних морських водах Одеського регіону у 2016 році наведено на рисунку 5.1.

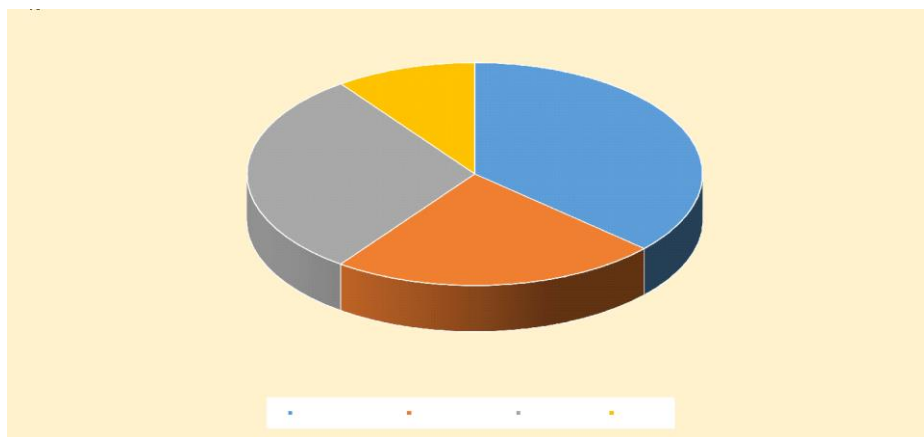


Рисунок 5.1 – Внесок різних груп у формування якісного складу макрозообентосу у прибережних морських водах у районі Одеси у 2016 році

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

Просторовий розподіл макрозообентосу неоднорідний і залежить у

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

Кількість зареєстрованих таксонів макрозообентосу та відсоткові частки їх основних груп по станціям дослідження відображено на рисунку 5.2.

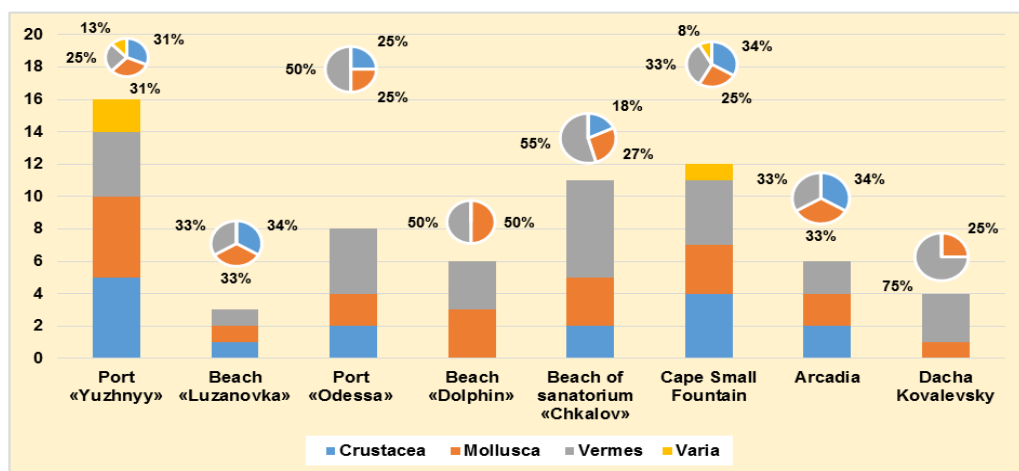


Рисунок 5.2 – Кількість та відсоткові частки зареєстрованих таксонів

макрозообентосу по різних районах Одеського регіону
у 2016 році

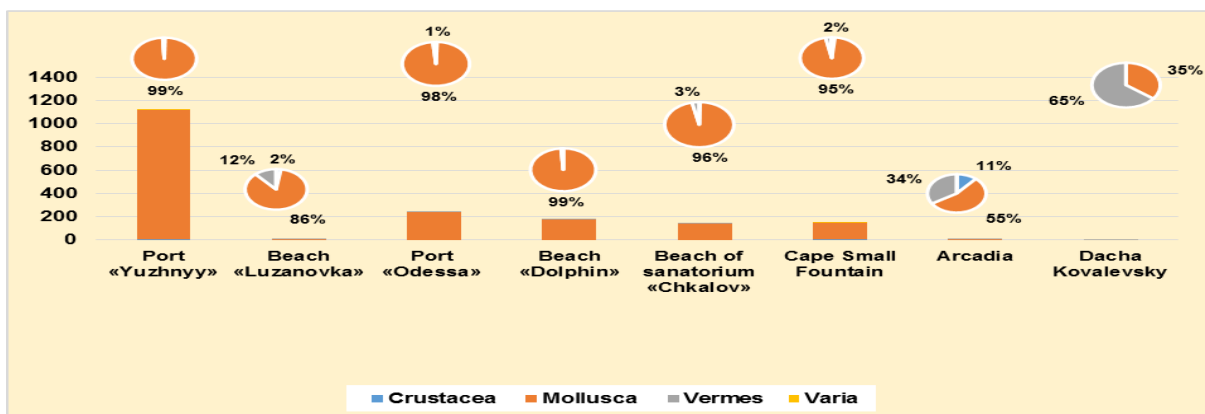
Найбільша кількість представників макрозообентосу зафіксована в районі порту Южний – 16 таксонів, найменша в районі Лузанівки – 3 таксона.

Основний та найбільший внесок в біомасу у пробах макрозообентосу вносять двостулкові молюски – до 99 % (станції порт Южний і Лузанівка), окрім станції дача Ковалевського, де, за умовною перевагою, біомаса хробаків складає 65 % (1,767 г/м²) на 35 % біомаси молюсків (0,967 г/м²). Максимальне значення з біомаси у 1 126,067 г/м² виявлено на станції порт «Южний», а найменше значення з біомаси у 2,730 г/м² – на станції Дача Ковалевського. Найбільший вклад у біомасу вносять двостулкові молюски *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791 та *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758). Внесок основних груп макрозообентосу у формування біомаси та чисельності макрозообентосу за обстеженими станціями Одеського регіону наведено на рисунку 5.3.

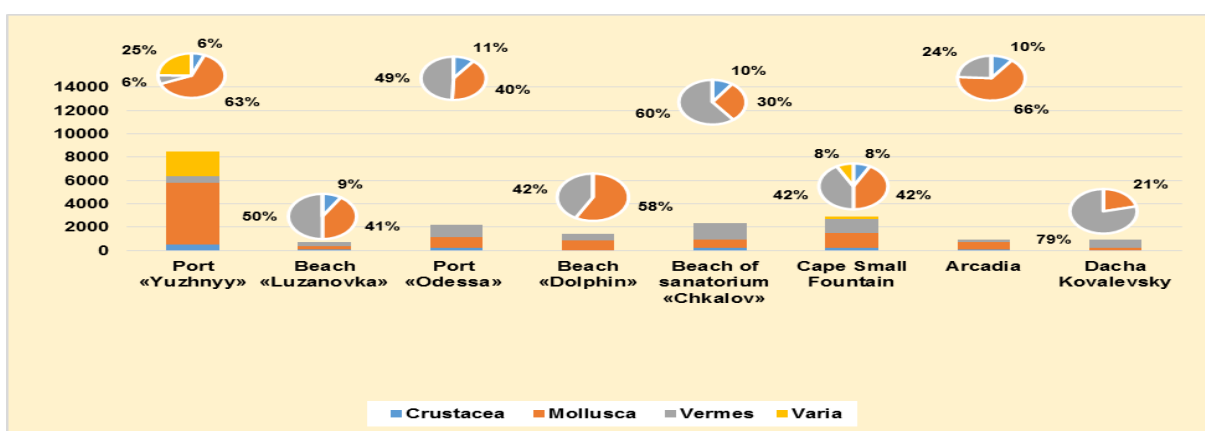
За вкладом у чисельність в пробах макрозообентосу за обстеженими станціями Одеського регіону – найбільша чисельність макрозообентосу виявлена на станції порт Южний – 8 466 екз/м². Найменші показники відмічені на станції Лузанівка – 734 екз/м². У пробах трьох станцій (порт «Южний», Дельфін та Аркадія) за чисельністю домінували молюски – від 530 екз/м² (63 %) до 633 екз/м² (66 %). На чотирьох станціях (пляжі «Лузанівка», санаторію ім.Чкалова та Дача Ковалевського, Одеський порт) за чисельністю домінували хробаки – від 433 екз/м² (60 %) до 367 екз/м²(50 %).

На одній станції Малий Фонтан максимальне значення за чисельністю основних груп макрозообентосу молюски / хробаки мали однакові значення 1 233 екз/м² (42 %).

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



а)



б)

а) біомаса (екз/м²);б) чисельність (г/м²).

Рисунок 5.3 – Кількісні характеристики макрозообентосу в Одеському регіоні у 2016 році

Співвідношення трьох основних трофічних груп макрозообентосу за станціями досліджень Одеського регіону у 2016 році наведено на рисунку 5.4.

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

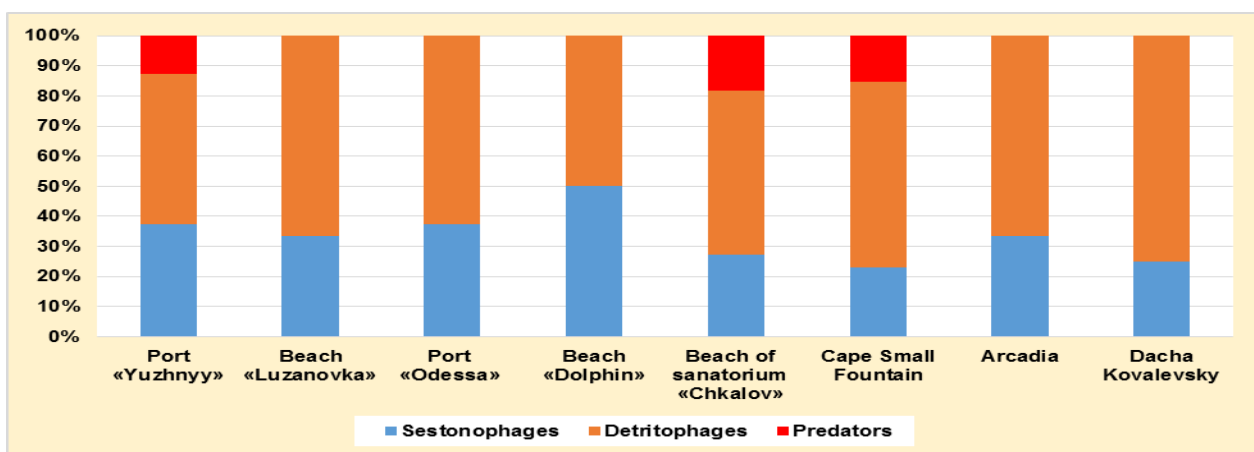


Рисунок 5.4 – Трофічний склад макрзообентосу у прибережних водах Одеського регіону у 2016 році

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

5.1.1 Оцінка за морським біотичним та багатовимірним морським біотичним індексам

Для оцінки якості розповсюдження представників макрзообентосу та визначення його стану проведено розрахунки з використанням програмного забезпечення AZTI [16]. Одержані результати обчислювання багатофакторного аналізу багатовимірної морського біотичного індексу (M-AMBI) за допомогою AZTI наведені у таблиці 5.1.

Згідно одержаних результатів за обчислюванням морського біотичного індексу (AMBI – Marine Biotik index AZTI) і M-AMBI можна зазначити що, в цілому стан макрзообентосу знаходиться у задовільному стані.

Таблиця 5.1 - Результати багатовимірного аналізу M-AMBI

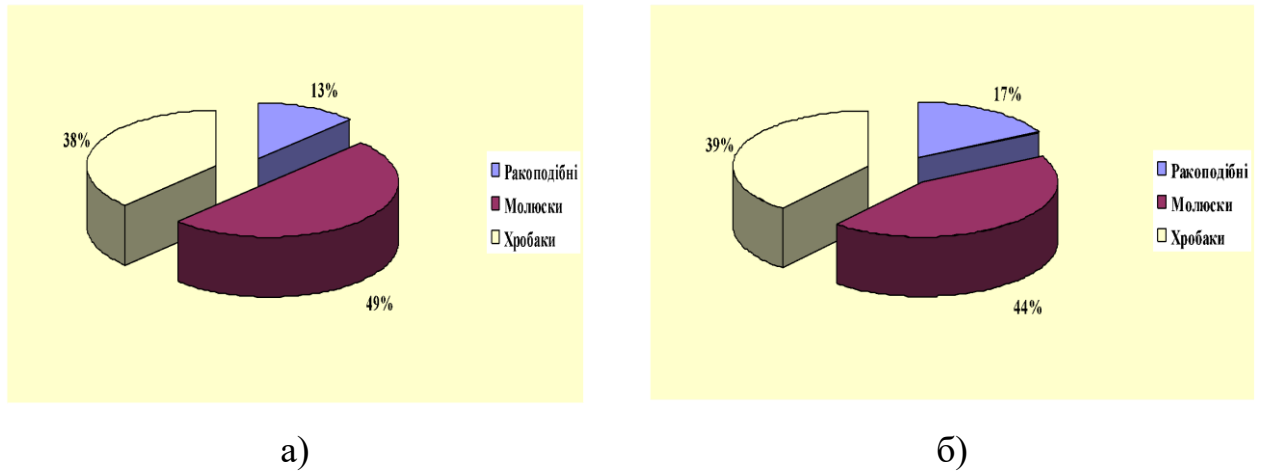
Станція	M-AMBI	Стан
Порт “Південний”	0.9675	Високий
Пляж Лузанівка	0.5507	Добрий
Порт “Одеса”	0.7449	Добрий
Пляж “Дельфін”	0.6979	Добрий
Санаторій ім. Чкалова	0.7544	Добрий
Мис Малий Фонтан	0.8465	Високий
Пляж Аркадія	0.5507	Добрий
Дача Ковалевського	0.5194	Середній

На двох дослідних станціях порт Южний та Малий Фонтан стан морського середовища оцінюється статусом «Високий (High)». На станціях пляж Лузанівка, порт Одеса, пляж Дельфін, пляжі санаторію Чкалова та Аркадія стан макрозообентосу оцінюється як «Добрий (Good)». Помірно порушений стан морського середовища встановлено на станції пляж дача Ковалевського із статусом як – «Помірний (Moderate)».

5.2 Таксономічний склад та кількісні характеристики макрозообентосу Дунайського регіону

В залежності від розташування зони гідрофронту та від гідрологічних параметрів станції дослідження Дунайського району поділені на 2 ділянки: гирлову та мористу. Грунт на всіх виконаних станціях представлений мулистими грунтами з незначною частиною муристо-піщаних.

У пробах макрозообентосу у 2016 р. виявлені організми 24 таксонів: Vermes – 10, Mollusca – 10, Crustacea – 4 таксонів. Дольовий вклад таксонів у різноманіття макрозообентосу в мористій та гирловій ділянках Дунайського району наведений на рисунку 5.5.



а) гирлова ділянка;

б) морська ділянка.

Рисунок 5.5 – Дольовий вклад в різноманіття макрозообентосу в Дунайському районі восени 2016 року

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

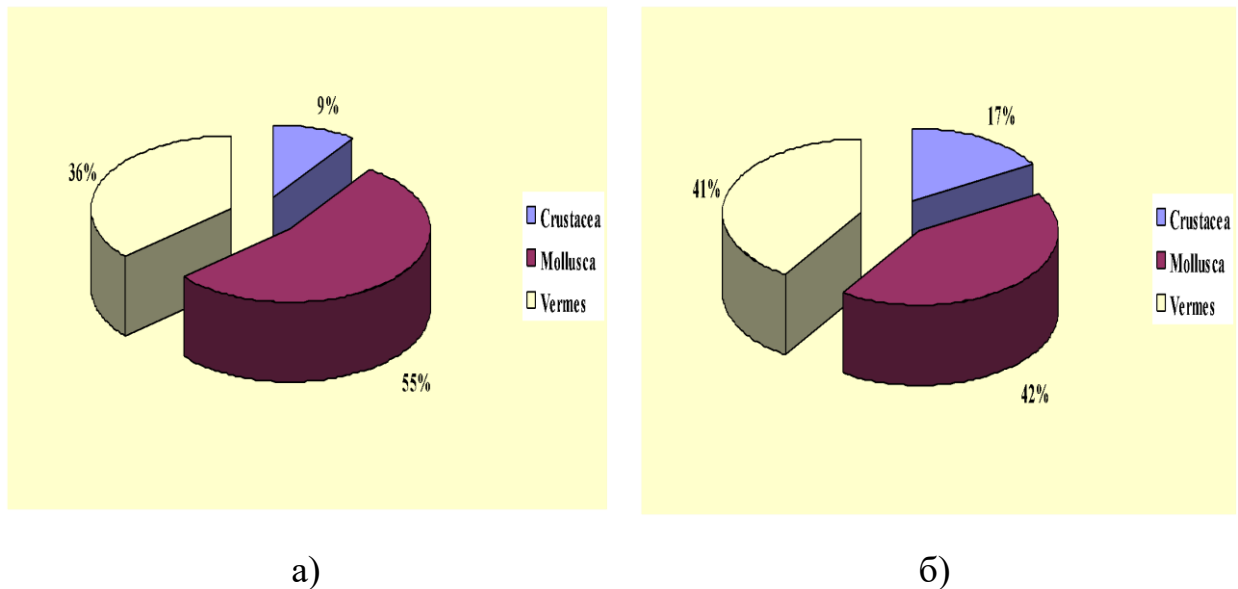
Зустрічальність видів макрозообентосу за двома ділянками Дунайського району представлена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Список видів макрозообентосу та їх зустрічальність у районі Дунаю

№ п/п	Таксони	Зустрічальність, R %	
		Гирлова ділянка	Гирлова ділянка
1	2	3	4
	Crustacea		
1.	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	50	22
2.	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	33	22

1	2	3	4
3.	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	-	11
4.	<i>Paramysis kroyeri</i> (Czerniavsky, 1882)	-	11
	Mollusca		
5.	<i>Abra alba</i> (Wood W.,1802)	50	11
6.	<i>Anadora inaequalis</i> (Bruguiere, 1789)	50	33
7.	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	-	11
8.	<i>Cerastoderma glaucum</i> Poiret, 1789	50	22
9.	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	-	50
10.	<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)	-	22
11.	<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	50	44
12.	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	-	11
13.	<i>Parvicardium simile</i> (Milaschewitsch, 1909)	-	33
14.	<i>Retusa truncatula</i> (Bruguiere, 1792)	-	11
	Vermes		
15.	<i>Eteone picta</i> Quatrefages, 1865	-	11
16.	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparede, 1870)	-	22
17.	<i>Melinna palmata</i> Grube,1870	-	67
18.	<i>Microspio mecznikowianus</i> (Claparede, 1868)	50	-
19.	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	100	11
20.	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny,1818	-	50
21.	<i>Oligochaeta sp.</i>	50	50
22.	<i>Lagis koreni</i> (Malmgren, 1866)	-	33
23.	<i>Spio filicornis</i> (O.F.Muller,1776)	-	50
24.	<i>Rhabditophora sp.</i>	-	11

Дольовий вклад таксонів макрзообентосу у чисельність за двома ділянками Дунайського району наведено на рисунку 5.6.

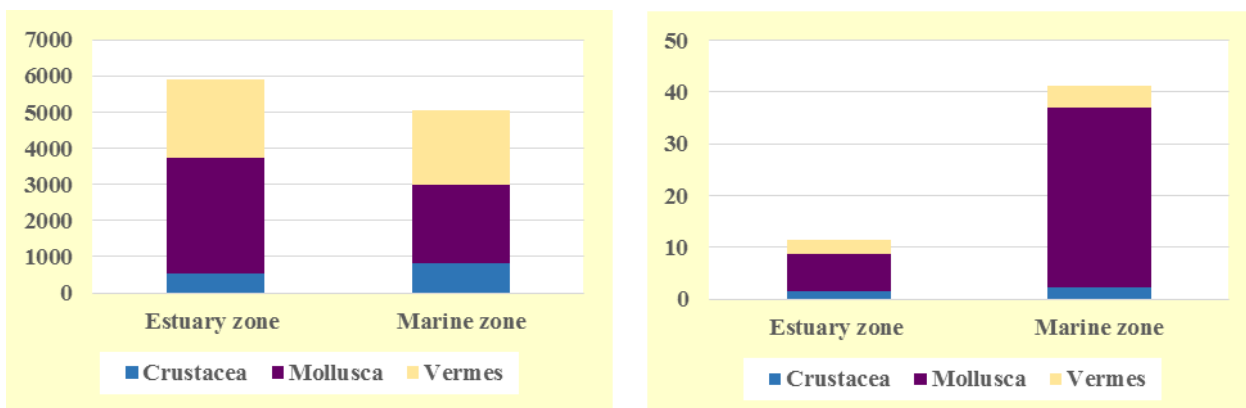


а) гирлова ділянка;
б) мориста ділянка.

Рисунок 5.6 – Дольовий вклад таксонів макрозообентосу у чисельність в Дунайському районі восени 2016 року

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

Значна чисельність молюсків в гирловій ділянці Дунайського району (переважно *Bivalvia*), можливо, була обумовлена тривалим привнесенням великої кількості молодих особин двостулкових молюсків морськими водами до гирла ріки Дунай. Саме там були зареєстровані тільки молоді особини *Mya arenaria*, розміром від 2 мм до 3 мм, а дорослих особин не знайдено. Максимальна чисельність макрозообентосу становила 16 300 екз/м², а мінімальна – 200 екз/м². Кількісні показники макрозообентосних організмів на ділянках Дунайського району у вересні 2016 року представлені на рисунку 5.7. Середня чисельність макрозообентосу в гирловій ділянці становила 1967 екз/м², в мористій ділянці – 1678 екз/м², середня біомаса макрозообентосу в гирловій ділянці становила 3,8 г/м², в мористій ділянці – 13,7 г/м².



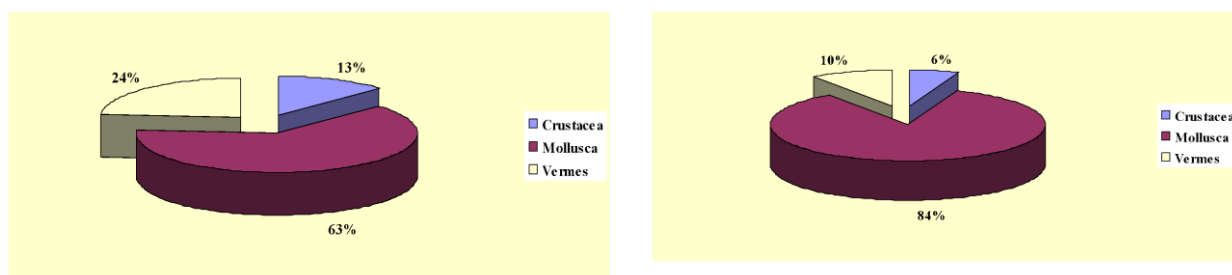
а)

б)

а) чисельність, екз/м²;б) біомаса, г/м².

Рисунок 5.7 – Кількісні показники макрозообентосу на ділянках Дунайського району восени 2016 року

Дольовий вклад основних таксонів макрозообентосу в загальну біомасу в Дунайському районі представлений на рисунку 5.8.



а)

б)

а) гирлова ділянка;

б) мориста ділянка.

Рисунок 5.8 – Дольовий вклад таксонів макрозообентосу в біомасу у Дунайському районі восени 2016 року

Дольовий вклад молюсків у загальну біомасу макрозообентосу в мористій ділянці був більшим, ніж у гирловій, що пояснюється реєстрацією

значної кількості дорослих особин двостулкових молюсків (більшість представників з родів *Mya* та *Mytilus*) в мористій ділянці. Вклад інших таксонів макрозообентосу у формування біомаси в мористій ділянці був меншим, ніж у гирловій. В цілому по Дунайському району максимальне значення біомаси макрозообентосу становило 308,9 г/м², а мінімальне – 0,6 г/м². Розподіл організмів макрозообентосу за трофічними групами наведено у таблиці 5.3 та на рисунку 5.9.

Таблиця 5.3 – Трофічні групи макрозообентосу Дунайського району восени 2016 року

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

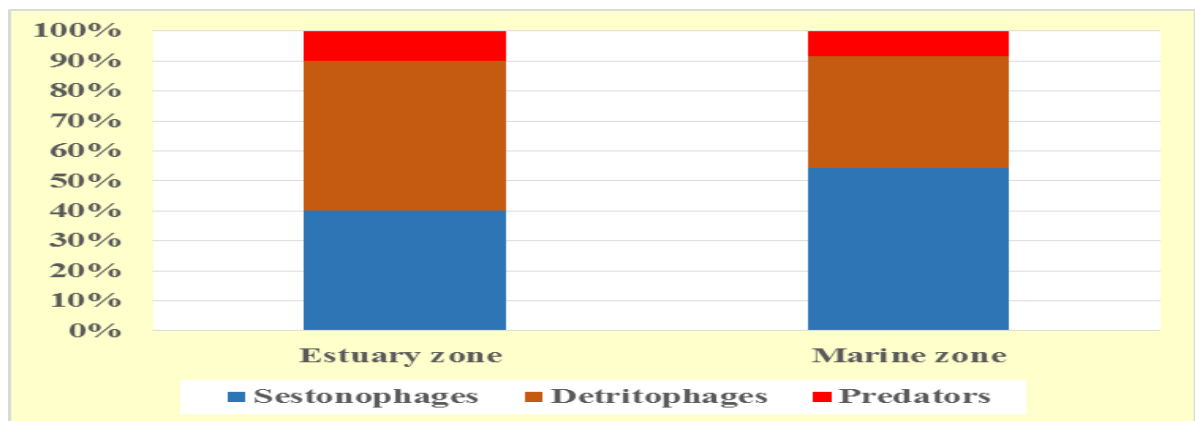


Рисунок 5.9 – Внесок головних трофічних груп в угруповання макрозообентосу у районі Дунаю у 2016 році

Мориста ділянка представлена повним комплексом трофічних груп макрозообентосу, а також характеризується більшим видовим різноманіттям від гирлової ділянки, що свідчить про сприятливі екологічні умови для розвитку макрозообентосного угруповання Дунайського району. В гирловій ділянці виявлено незначну кількість тварин макрозообентосу, що

обумовлено гідрологічними умовами та господарською діяльністю людини в цьому районі. В цілому стан макрзообентосу Дунайського району не зазнав суттєвих змін у порівнянні із попередніми роками дослідження. Результати оцінки за М-АМВІ представлено у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Стан морського середовища за розрахунком М-АМВІ

Станції	М-АМВІ	Статус
гирлова ділянка	0.6440	Добрий (Good)
морська ділянка	1.0002	Високий (High)

Згідно одержаних результатів за обчислюванням АМВІ та М-АМВІ обстежених проб макрзообентосу Дунайського району, можна зазначити: що стан морського середовища оцінюється статусом добрий (Good) у гирловій ділянці та високий (High) у морській ділянці.

5.3 Стан мейобентосу північно –західної частини Чорного моря

У травні 2016 р. упродовж експедиційних досліджень було відібрано 16 проб мейобентосу на 15 станціяху ПЗЧМ у діапазоні глибин:

- А) від 10 м до 20 м – 6 станцій;
- В) від 21 м до 30 м – 5 станцій;
- С) від 31 м до 50 м – 4 станції.

Типи ґрунтів – черепашиник з домішками мулу та піску, піщаний з мулом, мул. У складі мейобентосу ПЗЧМ виявлено 13 таксономічних груп. За чисельністю домінували фораменіфери (Foraminifera) та нематоди (Nematoda) на частку яких сумарно доводилося 69 % багатоклітинного мейобентосу, що відображено на рисунку 5.10.

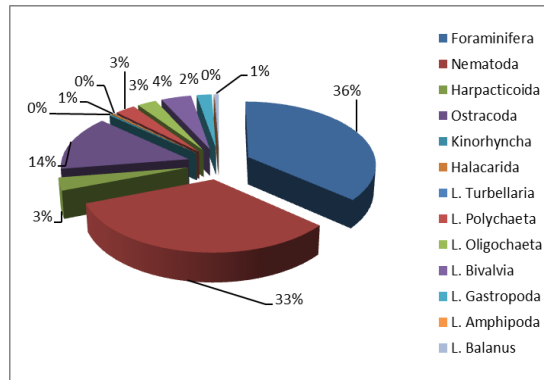


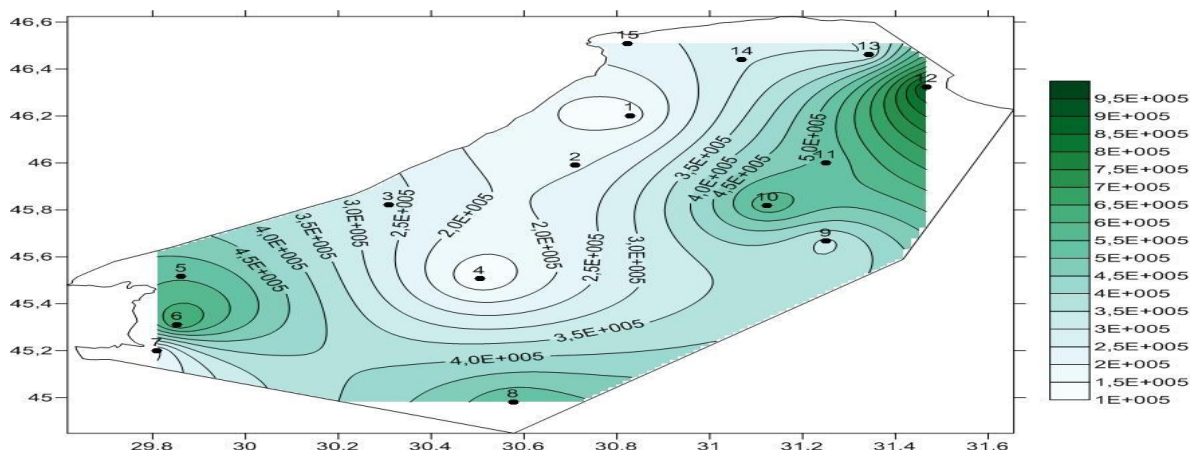
Рисунок 5.10 – Внесок таксонів у загальний мейобентос у ПЗЧМ у травні 2016 року

Внесок 14 % в сумарну чисельність мейобентосу давали остракоди (Ostracoda), гарпактикоїди (Copepoda: Harpacticoida) лише 3 %, інші групи (Kinorhyncha, Halacarida, Turbellaria, Polychaeta, Oligochaeta L., Bivalvia L., Gastropoda L., Amphipoda L., Balanus L.) давали дуже незначний внесок у сумарну чисельність. Максимуми чисельності мейобентосу були зареєстровані на мулистих ґрунтах. Зі збільшенням глибини загальна чисельність мейобентосу збільшувалась, максимум відзначений на станції № 12, складаючи 72 336 екз/м². Формування даного показника було за рахунок евмейобентосу (96,3 %).

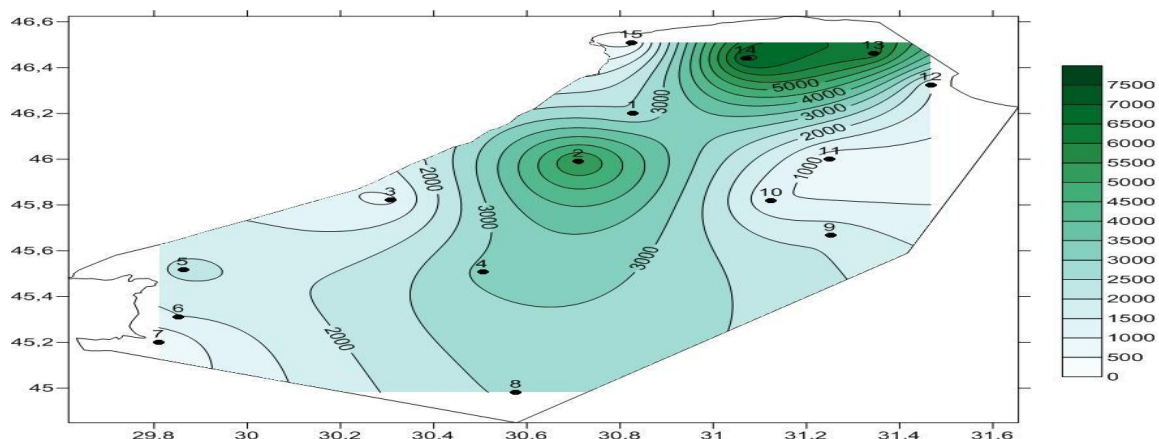
Просторовий розподіл чисельності та біомаси мейобентосу показаний на рисунку 5.11.

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

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



а)



б)

а) чисельність (екз/м²);б) біомаса (мг/м²).

Рисунок 5.11 – Просторовий розподіл кількісних показників мейобентосу у ПЗЧМ у травні 2016 року

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

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

5.4 Таксономічний склад та кількісні характеристики мейобентосу північно –західної частини Чорного моря

У травні 2016 р. упродовж експедиційних досліджень 16 проб мейобентосу були відібрані на 15 станціяху ПЗЧМ у діапазоні глибин:

- А) від 10 м до 20 м – 6 станцій;
- В) від 21 м до 30 м – 5 станцій;
- С) від 31 м до 50 м – 4 станції.

Типи ґрунтів – черепашник з домішками мулу та піску, піщаний з мулом, мул. У складі мейобентосу ПЗЧМ виявлено 13 таксономічних груп. За чисельністю домінували фораменіфери (Foraminifera) та нематоди (Nematoda) на частку яких сумарно доводилося 69 % багатоклітинного мейобентосу, що відображено на рисунку 5.12.

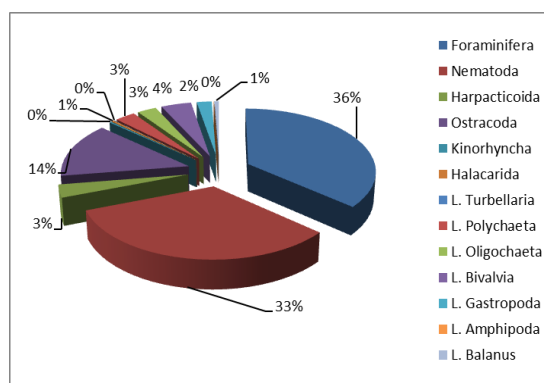
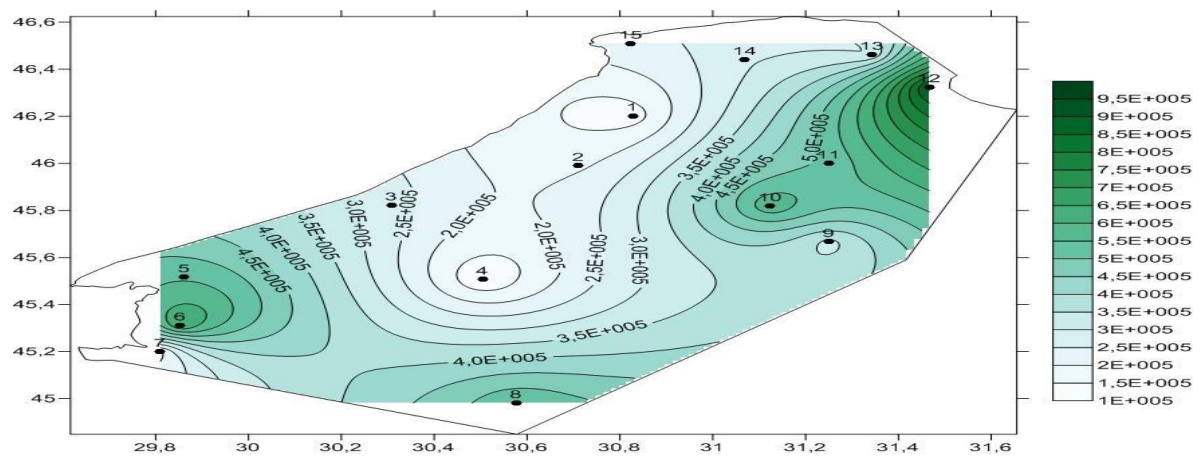


Рисунок 5.12 – Внесок таксонів у загальний мейобентос у ПЗЧМ у травні 2016 року

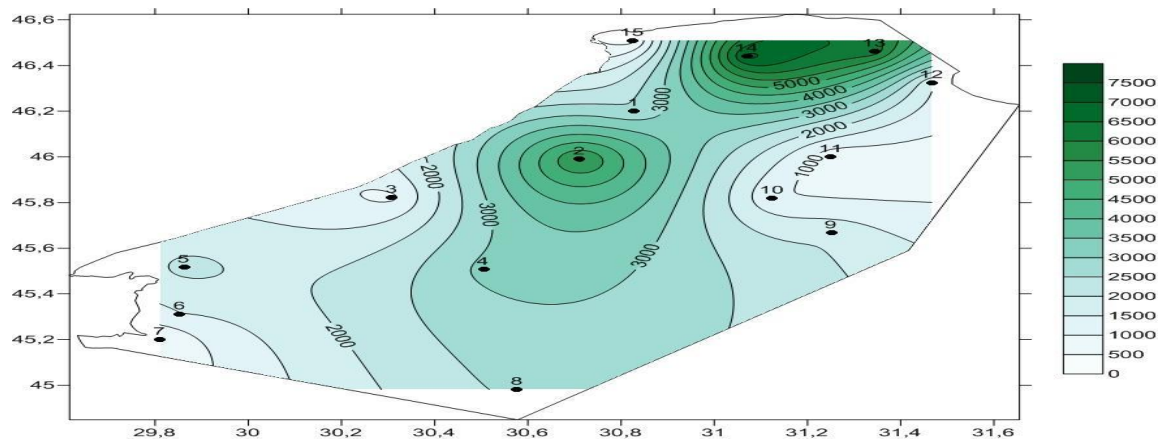
Внесок 14 % в сумарну чисельність мейобентосу давали остракоди (Ostracoda), гарпактикоїди (Copepoda: Harpacticoida) лише 3 %, інші групи

(Kinorhyncha, Halacarida, Turbellaria, Polychaeta, Oligochaeta L., Bivalvia L., Gastropoda L., Amphipoda L., Balanus L.) давали дуже незначний внесок у сумарну чисельність. Максимуми чисельності мейобентосу були зареєстровані на мулистих ґрунтах. Зі збільшенням глибини загальна чисельність мейобентосу збільшувалась, максимум відзначений на станції № 12, складаючи 72 336 екз/м². Формування даного показника було за рахунок евмейобентосу (96,3 %).

Просторовий розподіл чисельності та біомаси мейобентосу показаний на рисунку 5.13.



а)



б)

а) чисельність (екз/м²);

б) біомаса (мг/м²).

Рисунок 5.13 – Просторовий розподіл кількісних показників мейобентосу у ПЗЧМ у травні 2016 року

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

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

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

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

5.5 Оцінка екологічного стану за показниками мейобентосу

Раніше, згідно з літературними даними, було запропоновано ряд індикаторів для оцінки екологічного стану за мейофауною: співвідношення нематоли-гарпактикоїди; індекси різноманіття або графічні методи (К – крива домінування) для оцінки біорізноманіття; спектри біомаси [17] – [20] або багатовимірний аналіз угруповання від нижчих до вищих таксонів.

Нещодавно було зафіксовано зміну структури мейобентосного угруповання у Чорному морі через кліматичні зміни та наявність інших чинників. Перш за все, змінилися домінуючі таксони мейобейотичного

угруповання. Раніше доміантними групами у структурі мейобентосу були нематоди та гарпактикоїди, проте останнім часом цими групами є форамініфери та нематоди, що підтверджується нашими дослідженнями [21] – [23]. Відповідно, запропоновані раніше індикатори для оцінки екологічного стану за мейобентосними доміантами не відображають реальний стан угруповання.

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

У нашому дослідженні ми уперше пропонуємо оцінювати екологічний стан м'яких донних відкладів базуючись на домінуванні сучасних груп та частках у числі переважаючих таксонів. Граничні значення для оцінювання наведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Оцінка екологічного стану на основі показників мейобентосу (DDN% - чисельність нематод, %; DDF% - чисельність форамініфер, %)

MSFD	М'які ґрунти	
	Глибина 20 - 50 м	
GES	Nematoda (DDN) ≤ 50%	Foraminifera (DDF) ≤ 30%
Not - GES	50 % > Nematoda (DDN)	30 % > Foraminifera (DDF)

Для оцінки були вибрані 7 станцій, які знаходились на м'яких ґрунтах: ст. № 1, 14 та ст. № 15 – Дніпробузький район, ст. № 6, 7 – Дунайський район, ст. № 8 – зона змішування (о. Зміїний), ст. № 12 – зона змішування (вплив Дністровсько-Дніпробузьких вод). Базовані на результатах оцінювання, були отримані значення, що наведені у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Екологічний стан бентосних біоценозів у ПЗЧМ згідно з показниками структури угруповання мейобентосу (травень, 2016 р.)

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

Продовження таблиці 5.6

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

43% станцій отримали характеристику «не добрий екологічний статус» (not-GES) згідно з критеріями WFD (European Water Framework Directive), а 57% були охарактеризовані як такі, що мають «добрий екологічний статус» (GES). Таким чином, води у ПЗЧМ мали переважно добрий екологічний стан за показниками мейобентосу.

6 СТАН МАКРОФІТОБЕНТОСУ ПІВНІЧНО – ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Виявлено 21 видів донних макрофітів. У видовому складі домінували головним чином представники Rhodophyta – 13 видів (62 %), Ochrophyta – 5 (24 %), 3 види Chlorophyta (14 %), що представлено на рисунку 6.1.

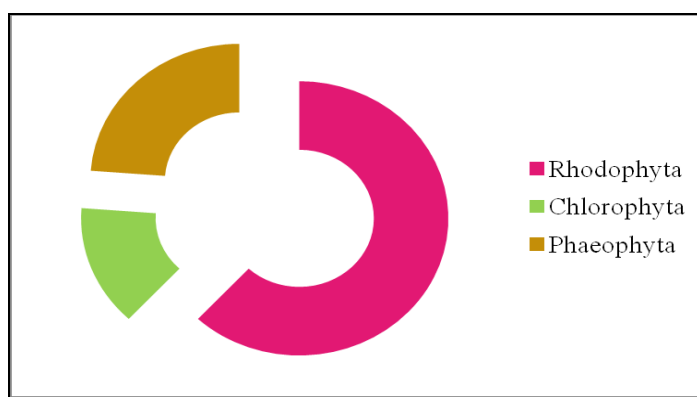


Рисунок 6.1 – Флористична структура макрофітів Філофорного поля

Домінуючими видами (як за частотою зустрічальності так і за біомасою) серед червоних водоростей були: *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S.Dixon, *Coccotylus truncatus* (Pallas) M.J.Wynne & J.N.Heine та *Spermothamnion strictum* (C.Agardh) Ardissonne. Зовнішній вигляд *Spermothamnion strictum* відображено на рисунку 6.2.

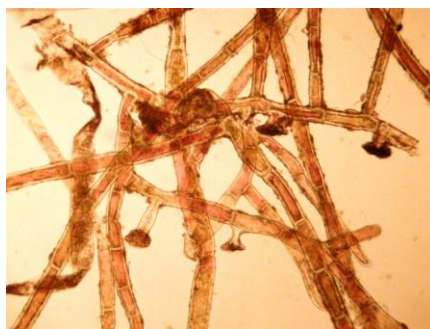


Рисунок 6.2 – Зовнішній вид *Spermothamnion strictum*

S. strictum вперше відзначений для акваторії ФПЗ, виявлений нами в усіх відібраних пробах у 2016 році. За короткий проміжок часу (порівнюючи результати рейсу 2012 року) створилися сприятливі умови для його поширення на акваторії ФПЗ.

У сучасному флористичному складі ФПЗ тільки 3 чутливих види макрофітів або *k*-стратегів: *Coccotylus truncatus* з $S/W_p = 14,7 \pm 0,9 \text{ m}^2/\text{kg}$, *Lomentaria clavelosa* – $13,0 \pm 1,17 \text{ m}^2/\text{kg}$ та *Phyllophora crispa* – $11,2 \pm 0,6 \text{ m}^2/\text{kg}$. У нестабільному або непередбачуваному середовищі переважає *r*-стратегія, так як в цьому випадку ключову роль відіграє здатність до швидкого розмноження, а адаптаційні механізми, що дозволяють конкурувати з іншими організмами, зважаючи на швидкі зміни обставин не настільки важливі. Характерними рисами *r*-стратегії є висока плодючість, невеликі розміри, відносно короткий час життя покоління і здатність до швидкого і широкого розповсюдження. Якщо навколишнє середовище більш-менш постійне, то в біоценозах переважають організми з *k*-стратегією, тому що в цьому випадку на перше місце виходить здатність успішно конкурувати з іншими організмами в умовах обмежених ресурсів. Популяція *k*-стратегів, як правило, постійна і близька до максимально можливої за даних умов. Характерними рисами *k*-стратегії є великі розміри, відносно довга тривалість життя [24].

Для оцінки екологічного статусу класу (ESC) прибережних та шельфових оселищ Чорного моря (із солоністю вод 12 - 17 ‰) одним з морфо-функціональних показників, рекомендованих Г. Г. Мінічевою було середнє значення коефіцієнтів питомої поверхні популяцій (S/W_p) трьох домінантів (S/W_{3Dp}) [25]. Середній показник коефіцієнту питомої поверхні популяції для трьох домінантів (S/W_{3Dp}) на тимчасовий період становить $58,13 \text{ m}^2/\text{kg}$, тобто філофорне поле має поганий стан («Poor»), результати розрахунків представлено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Структурно-функціональна організація домінуючих видів макрофітів ФПЗ, травень 2016 року

Доминантні види	Проективне покриття, %	Біомаса, кг·м ⁻²	Екологічна активність, S/W _p , м ² ·кг ⁻¹
<i>Coccotylus truncatus</i> (Pallas) M.J.Wynne & J.N.Heine	5	0,019	13,7
<i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) P.S.Dixon	5	0,046	10,2
<i>Spermothamnion strictum</i> (C.Agardh) Ardissonne	50	0,033	150,5

Чутливі макрофіти *Coccotylus truncatus*; *Phyllophora crispa* обростають толерантним, дрібним, нитчастим видом *Spermothamnion strictum*, зовнішній вигляд представлено на рисунку 6.3.



а)



б)

а) *Coccotylus truncatus*;

б) *Phyllophora crispa*.

Рисунок 6.3 – Чутливі макрофіти обрості толерантними, дрібними, ниткоподібними видами водоростей

Таким чином, в українському секторі північно-західної частини Чорного моря в 2016 року інтенсивність функціонування макрофітових спільнот була меншою порівняно з 2015 роком.

7 ОЦІНКА МОРСЬКИХ ВОД ПЗЧМ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ МЕТОДАМИ

7.1 Характеристика індекса оцінки трофності морських вод

Слід підкреслити, що універсального методу до оцінки рівня трофності і якості вод, абсолютно точних і загальноприйнятих методик вживаних на практиці до теперішнього часу не існує. В тому або іншому ступені накладається доля суб'єктивного підходу, що найчастіше пов'язане з вибором показників, їх кількості при розрахунках різних індексів, а головніше обмеженою кількістю вимірюваних гідрохімічних і біологічних параметрів морського середовища.

Для оцінки водного середовища використали інтегральний показник - E-TRIX, який пов'язаний з характеристиками первинної продукції фітопланктону і з харчовими факторами (концентрацією поживних біогенних речовин). В розрахункову формулу індексу E-TRIX входять наступні показники екосистеми: концентрація хлорофілу-а – аналог, який заміняє показник автотрофної біомаси фітопланктону; відхилення насиченості киснем від 100 % – індикатор інтенсивності первинної продукції системи, який охоплює фазу активного фотосинтезу і фазу переважання дихання; концентрації загального фосфору і мінерального азоту – показники присутності кількості поживних речовин. Перевага цих показників, які входять в індекс E-TRIX, відносно багатой кількості інших критеріїв оцінки якості вод також розглядалось в роботі [26].

В розрахунковій формулі використовуються стандартні і найбільш часто вимірювані гідрохімічні і гідробіологічні характеристики морських вод, кількість показників не змінюється, що дає можливість зіставляти результати оцінок рівня трофності вод за індексом E-TRIX різних районів моря и Світового океану.

Е-TRIX розраховується за формулою:

$$E - TRIX = [\log(Ch \cdot D\%O \cdot N_M \cdot P_3) + 1,5] / 1,2, \quad (7.1)$$

де Ch – концентрація хлорофілу-а, мкг/дм³;

$D\%O$ – відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню

від 100 % насичення;

N_M – концентрація суми розчинених форм мінерального азоту, мкг/дм³;

P_3 – концентрація загального фосфору, мкг/дм³.

Індекс Е-TRIX змінюється відповідно умов трофності вод у межах від 0 до 10, а оцінка категорії трофності і стану якості вод здійснюється згідно величини індексу, наведено у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Категорії трофності, стан якості вод та їх характеристика

залежно від значення індексу Е-TRIX

Значення Е-TRIX	Рівень трофності	Якість вод	Характеристика якості вод
< 4	Низький	Висока	Висока прозорість вод, відсутність аномалій кольору води, відсутність пересичення та недостатньої насиченості розчиненого кисню.
4 - 5	Середній	Гарна	Епізодичні випадки зменшення прозорості вод, відсутність аномалій кольору води, гіпоксії придонних вод.
5 - 6	Високий	Середня	Низька прозорість вод, аномалії кольору води гіпоксія придонних вод, та епізодичні випадки аноксії.
> 6	Дуже високий	Погана	Велика мутність вод, великі за площею аномалії кольору води, регулярна гіпоксія на великій площі та часті випадки аноксії придонних вод, гибель бентосних організмів

7.1.1 Оцінка трофності вод Північно – західної частини Чорного моря за показником індекса трофності морських вод

Оцінка рівня евтрофікації вод Одеського регіону проводилась на підставі розрахунків індексу E-TRIX за даними кожного вимірювання, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням для більш надійного визначення категорії трофності вод. Методичні аспекти при визначенні показника E-TRIX за усередненими даними індивідуальних характеристик і визначених на підставі початкових даних і подальшого усереднення індексу були розглянуті в роботі В. Українського [26], де відмічалось, що розрахунки за усередненими даними на 8 %, в середньому, завищують значення індексу відносно розрахунків індексу на підставі кожного вимірювання і подальшого усереднення самих значень індексу.

Розрахунок оцінки трофності вод за інтегральним показником E-TRIX проводили, використовуючи концентрацію хлорофілу-а та біогенних елементів а результатами вимірювань.

За даними регулярних щотижневих спостережень, які проводилися в 2016 році в районі мису Малого Фонтану і Аркадія, значення індексу трофності E-TRIX змінювались від 3,5 до 4,6 в районі Аркадія та від 3,6 до 5,5 в районі мису Малого Фонтану. Максимальне середньо місячне значення E-TRIX (5,5) було зареєстровано в лютому (мис Малий Фонтан), а мінімальне (3,5) – в жовтні (Аркадія), що представлено на рисунку 7.1.

В січні та лютому за оцінкою E-TRIX трофність вод в акваторії Аркадія складала 4,2 та 5,5 E-TRIX відповідно, що відповідає високому рівню трофності та середній якості вод. В районі Аркадія 3,9 E-TRIX, що відповідає низькому рівню трофності та високій якості вод. В березні, квітні та травні в обох районах була виявлена середня трофність вод, та гарна якість (до 4,2 E-TRIX). Влітку оцінка за індексом E – TRIX не перевищувала 5, що відповідає середній трофності та гарній якості вод. Восени оцінка за E-TRIX

для обох станцій також не перевищувала 5, але в акваторії мису Малого Фонтану вона була вищою ніж в акваторії Аркадія, зростаючи в жовтні до 4,9. При цьому восени показники E-TRIX були відносно вищі ніж в інші сезони. Середні для сезону показники становили 4,6 в акваторії мису Малого Фонтану та 4,2 в районі акваторії Аркадія.

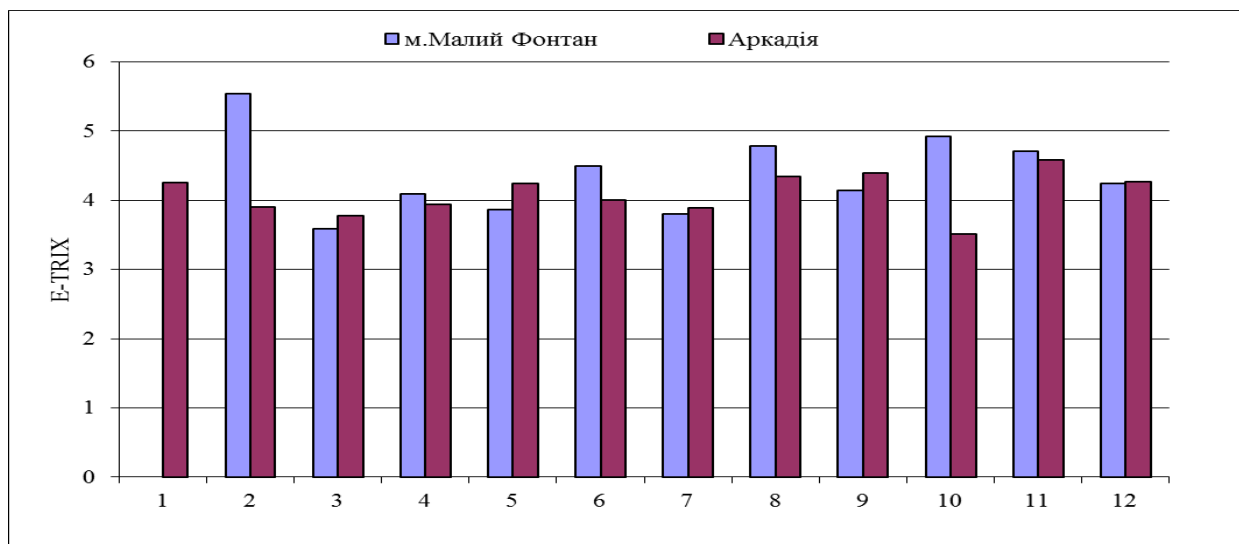


Рисунок 7.1 - Середньомісячні значення індексу E-TRIX на реперних станціях у 2016 році

Середнє за рік значення E-TRIX складає 4,1 в районі Аркадія та 4,4 в районі мису Малий Фонтан, що свідчить про середній рівень трофності і гарну якість морських вод.

Для оцінки трофності Одеського регіону було проведено відбір проб на дев'яти станціях – порт «Южний», пляж «Лузанівка», Нафтогавань, Одеський порт, пляж «Дельфін», пляж санаторію ім. Чкалова, мис Малий Фонтан, пляжі «Аркадія», Дача Ковалевського.

За даними спостережень в прибережних водах Одеського регіону в травні і вересні 2016 року їх трофність переважно відповідала «середньому» та «високому» рівню, що відображено на рисунку 7.2.

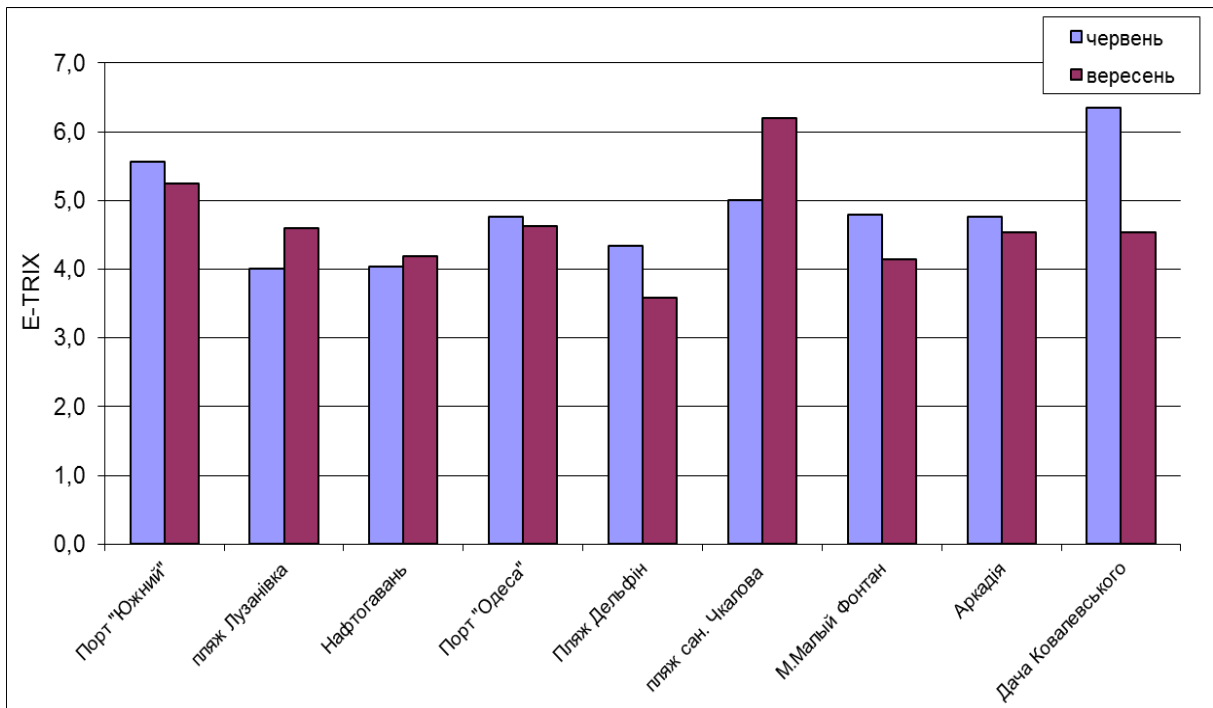
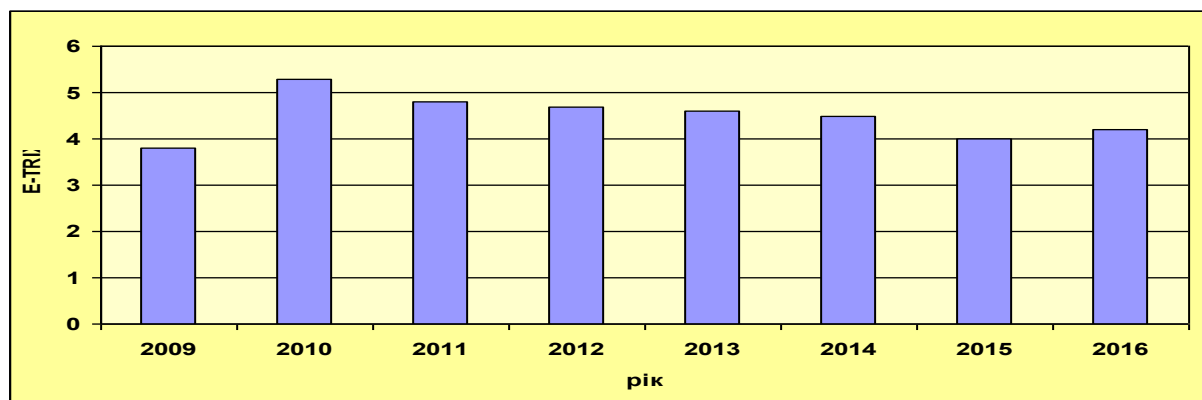


Рисунок 7.2 – Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні та вересні 2016 року

Рівень трофності вод «дуже високий», відмічався в червні та вересні, в районі пляжу сан. Чкалова, що може бути пояснено за рахунок постійного навантаження акваторії стоком дренажних вод з високим вмістом нітратного азоту, концентрації якого знаходились на рівні 4 485,3 мкг/л¹. Незадовільний стан вод з визначеним рівнем трофності «дуже високий» і якістю вод «погана» відмічався у червні в районі Дачі Ковалевського. А рівень трофності «висока» та якість води «середня» відмічався в червні та вересні в районі порту «Южний».

Міжрічна оцінка зміни трофності вод Одеського регіону представлена на рисунку 7.3. Як видно з представлених результатів оцінки трофності морських вод за інтегральним комплексним показником E-TRIX, протягом 2009-2016 рр. трофність та якість вод знаходяться в межах одного класу (трофність середня, якість гарна). Відмічені міжрічні коливання одиниць E-TRIX до верхньої або до нижньої межі класу визначеного рівня трофності вод. Виключення становить 2010 р., коли трофність вод була дуже високою [27], [28].



Примітка. В розрахунок у 2010 р. біомаса фітопланктону взята з виключенням періоду «цвітіння» води.

Рисунок 7.3 – Оцінка якості прибережних вод Одеського регіону за комплексним інтегральним показником E-TRIX (середньорічні дані)

Отже, за проведеними оцінками рівня трофності вод за комплексним інтегральним показником E-TRIX видно, що протягом 2009 - 2016 рр. прибережні води Одеського регіону знаходяться в одній класовій межі, що відповідає середній трофності та гарній якості. Також, відмічена тенденція до зниження рівня трофності та покращення якості морських прибережних вод.

7.2 Оцінка трофності морських вод за комплексним методом

Для оцінки морських вод також застосовано метод BEAST [29] в якому використовуються:

- фонове значення параметру за довідковими джерелами (RefCon);
- цільова концентрація параметру (Target);

- допустиме відхилення від фонового значення від RefCon (AcDev), якщо значення індикатору знаходиться у прямій залежності від евтрофування, тобто його значення збільшується із збільшенням рівня евтрофування, то прийняте $AcDev = + 50$; якщо значення індикатору зменшується із збільшенням евтрофування, то прийняте $AcDev = - 20$;
- значення параметру за спостереженням (AcStat) .

Фонові значення та цільові концентрації взяті із звіту УкрНЦЕМ в рамках проекту «Baltic to Black» [30].

В оцінку було взято наступні індикатори:

- а) поживні речовини;
 - 1) розчинний мінеральний азот, сума;
 - 2) розчинний мінеральний фосфор.
- б) кисень, % насичення;
- в) хлорофіл-а;
- г) біомаса фітопланктону.

Набір індикаторів можна збільшити, беручи до розрахунку прозорість вод, біомасу донних безхребетних тварин, біомасу макрофітів тощо.

Кінцева оцінка якості середовища за відношенням (EQR) знаходиться в діапазоні від 0,5 до 2 та відповідає 5 класам, що представлено у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Шкала оцінки якості вод за методом BEAST

Межі класу якості	Значення EQR	Клас якості
EQR «RefCon»/«High»	< 0,5	High
EQR «High»/«Good»	0,5 - 1	Good
EQR «Good»/«Moderate»	1,01 - 1,5	Moderate
EQR «Moderate»/«Poor»	1,51 - 2	POOR
EQR «Poor»/«Bad»	> 2	BAD

EQR розраховується для кожного індикатору, але повна класифікація статусу води залежить від комбінації індикаторів. Для початку розрахунку EQR значення індикатору комбінуються, для визначення класових меж індикатору, також границі класу індикатору комбінуються для отримання класових меж груп індикаторів. Дольова частка кожного індикатору задається від 25 % до 75 %.

За даними спостережень в Одеському регіоні в червні, вересні 2016 року і оцінок виконаних на підставі методики BEAST слід відзначити, що дуже поганий стан якості вод відповідно до їх трофності спостерігався в акваторії порту Южний як в червні, так і в вересні, а також в районі дачі Ковалевського в червні. В червні на рівні поганого і дуже поганого стану якості за показником BEAST визначались акваторії промислових районів, а також району мису Малий Фонтан і дачі Ковалевського. В цілому за показником BEAST як в червні так і в вересні сан якості середовища в середньому по району досліджень відповідав «Дуже поганому» стану, при середніх значеннях EQR в червні і жовтні 2,44 і 2,07, відповідно. Але в жовтні значення EQR знижувались в окремих районах до рівня доброго стану якості при EQR менш 1,0, що наведено на рисунку 7.4.

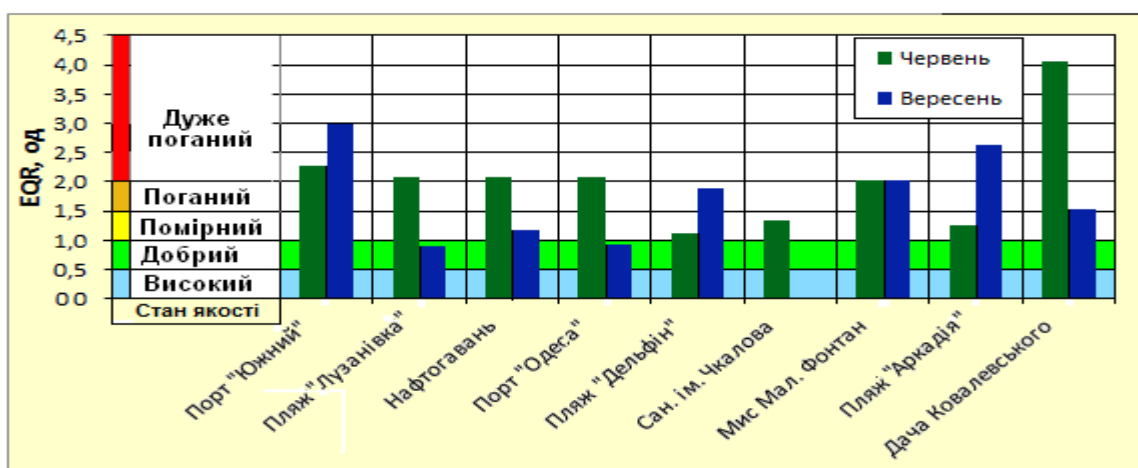


Рисунок 7.4 – Оцінка трофності прибережних вод Одеського регіону за методом BEAST(червень, вересень-жовтень 2016 р.)

Виконані оцінки стану якості вод за методикою BEAST на підставі регулярних спостережень в Одеському регіоні вказують на те, що середні сезонні значення в 2016 р. взимку і в весняно – літній період за показником EQR клас якості відповідає «помірному» ступеню і «доброму», а в осінній період – «поганому», що в цілому збігається з показником трофності E-TRIX, наведено на рисунку 7.5.

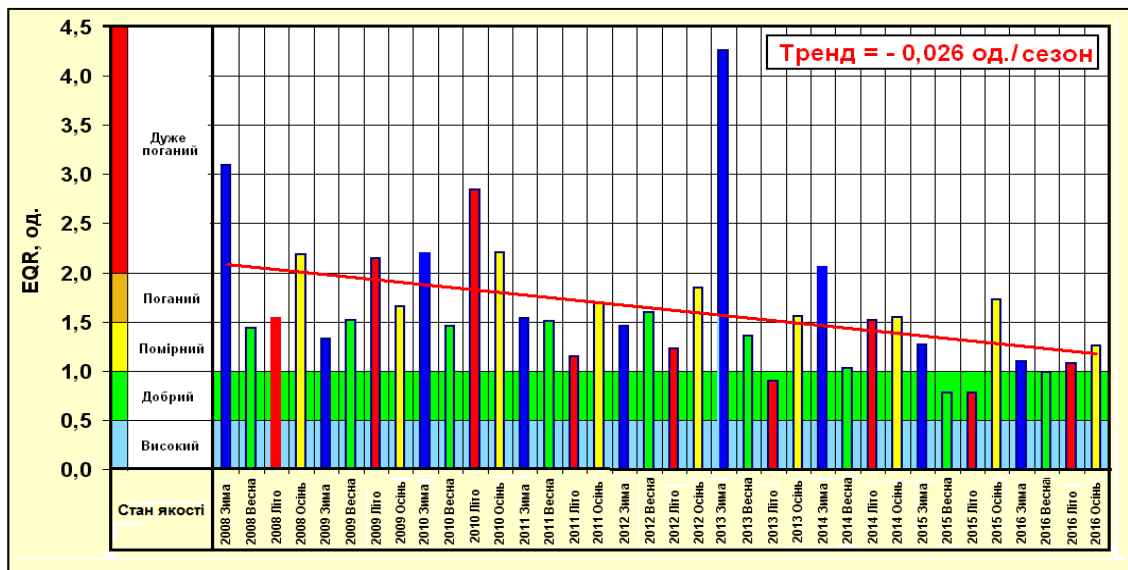


Рисунок 7.5 – Багаторічні сезонні зміни стану якості вод Одеського регіону у 2008-2016 рр., визначені за методом BEAST

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

Характеристики EQR за середніми річними значеннями в період 2008-2016 рр. також вказують на присутність тенденції покращення якості вод і зменшення їх трофності. Максимум EQR припадав на 2010 р., коли на

великій площі ПЗЧМ спостерігалось масове «цвітіння» води, викликане масовим розвитком синьозеленої водорості *Nodularias pumigena*, що охоплювало прибережну частину Одеської затоки розповсюджуючись на південь аж до зони гирла Дунаю.

Мінімум EQR спостерігався в 2016 р. і в середньому за рік відповідав «помірному» класу якості і трофності вод. Слід відзначити, що тенденція до зниження трофності вод в сучасний період, визначається як за показником індексу E-TRIX, так і за методикою оцінки якості і трофності вод BEAST, наведено на рисунку 7.6.

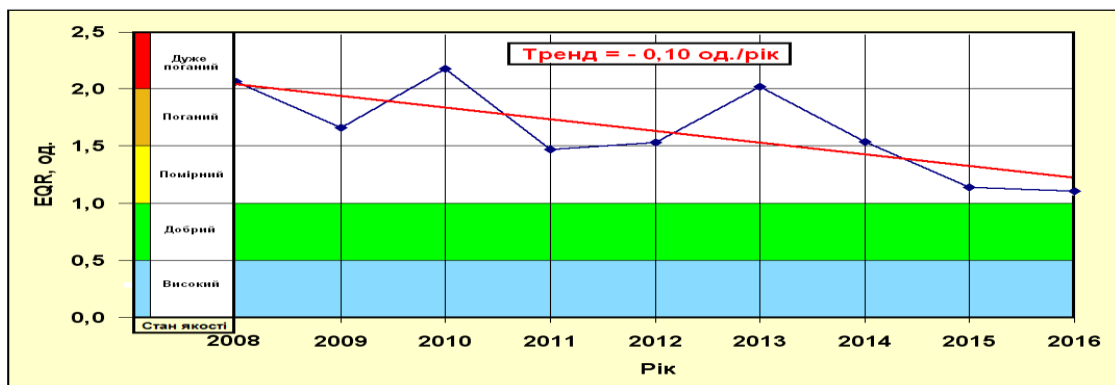
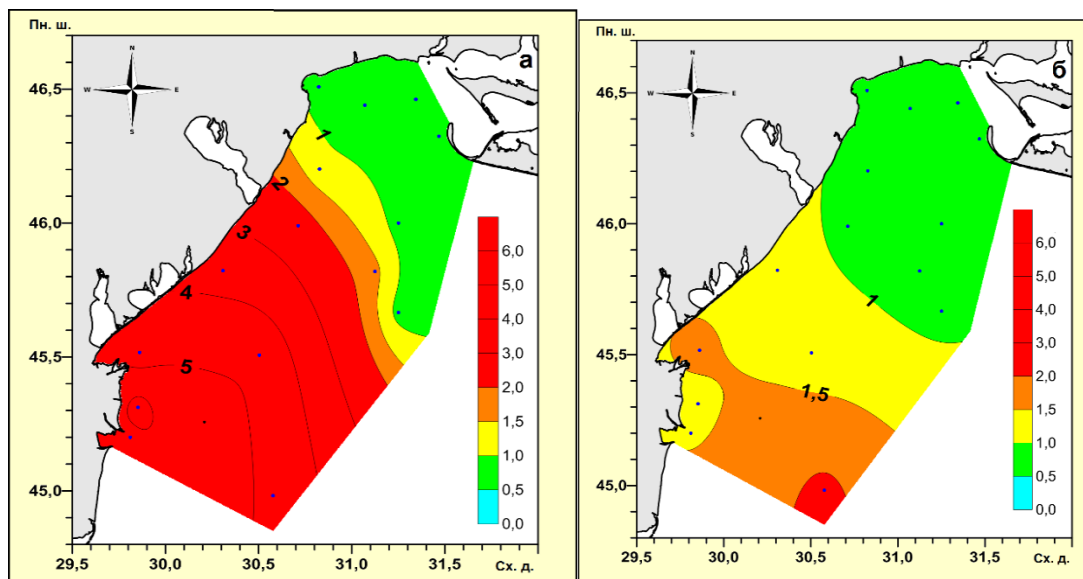


Рисунок 7.6 – Мінливість середнього річного показника стану якості і трофності вод EQR Одеського регіону у 2008-2016 рр. (метод BEAST)

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

В просторовому розподілі показника EQR, як і індексу E-TRIX, в поверхневому шарі на ПЗЧМ відмічається значний вплив вод дунайського стоку. Поверхневі води з характеристикою «дуже поганого» і «поганого» стану якості відповідно до рівня EQR охоплювали в травні 2016 року значну частину ПЗЧМ від дунайського узбережжя до Сухого лиману, що наведено на рисунку 7.7.



а)

б)

а) поверхневий шар;

б) придонний шар.

Рисунок 7.7 – Просторовий розподіл показника якості EQR на ПЗЧМ в травні 2016 року

В придонному шарі води з характеристикою «дуже поганого» і «поганого» стану якості за визначенням по методу BEAST охоплювали тільки південну область ПЗЧМ розташовану біля дунайського узмор'я. Більшу частину ПЗЧМ України в придонному шарі охоплювали води з характеристикою «помірного» і «доброго» стану якості.

ВИСНОВКИ

У зв'язку із зниженням рівня евтрофікації в шельфових водах ПЗЧМ в структурі біологічних угруповань пелагіалі та бенталі відбуваються позитивні зміни, що підтверджується збільшенням видового розмаїття, ускладненням структури біологічних угруповань та різноманітністю трофічних зв'язків. Однак, винятком є прибережні точкові райони з суттєвим антропогенним навантаженням, де стан біоти залишається нестабільним та не спостерігається довготривалих стійких позитивних змін.

У прибережних районах кількісні показники фітопланктону вище, ніж у відкритих шельфових водах. Високі значення кількісних показників фітопланктону в шельфових водах були зумовлені стоком кількох великих річок, а в травні 2016 року особливо Дунаю. Кількісні показники фітопланктону зменшуються зі збільшенням відстані від берега і збільшуються в зонах впливу річкового стоку. Цей ефект був найбільш виражений у верхніх перемішаних горизонтах та на верхній границі термоклинину та згладжувався із зростанням глибини. У Дунайському районі, який перебував під значним річковим стоком, спостерігалась різниця у кількісних показниках фітопланктону більш ніж у 100 разів, що може пояснюватися великою кількістю диспергентних речовин, що значно знижують прозорість та ускладнюють розвиток видів з автотрофним типом живлення.

На ПЗЧМ максимальна середньмісячна концентрація хлорофілу-а 13,0 мкг·дм⁻³ відмічалась в травні в Дунайському районі. За даними багаторічних спостережень 2003 - 2016 рр. визначається слабка тенденція до зниження вмісту хлорофілу-а у всіх районах ПЗЧМ.

У складі зоопланктону Одеського регіону зареєстровано 28 таксонів, які є представниками прісноводного, солонуватоводного та морського

комплексів. Середня біомаса становила $39,56 \text{ мг/м}^3 \pm 21,02 \text{ мг/м}^3$. Спостерігається постійна тенденція до покращення стану зоопланктонного угруповання, що підтверджується змінами у структурі зоопланктону: зменшення внеску нетрофічного зоопланктону (*N. scintillans*), та одночасне збільшення чисельності та біомаси трофічного компоненту.

В Дунайському районі восени зареєстровано 21 таксон зоопланктону, серед яких 12 таксонів налічували ракоподібні, спостерігався гарний стан кормової бази риб-планктофагів. Середня чисельність та біомаса зоопланктону становила ,відповідно, $6\,827,96 \text{ екз/м}^3 \pm 6\,645,15 \text{ екз/м}^3$ та $57,09 \text{ екз/м}^3 \pm 34,07 \text{ екз/м}^3$ Значну роль у формуванні кількісних показників розвитку зоопланктону відіграла копепода-вселенець *Oithona brevicornis*. Стан зоопланктонного угруповання Дунайського району має тенденції до покращення стану, що виражається у збільшенні різноманіття, особливо ракоподібних, ускладненні структури та збільшенні кормової та зменшенні не кормової частки для риб.

У складі макрозообентосу Одеського регіону (глибини до 3 м) зареєстровано 30 таксонів : Vermes – 9, Mollusca – 7, Crustacea – 11, Varia – 3. Середня чисельність становила $6\,244 \text{ екз/м}^2$, а біомаса $145,12 \text{ г/м}^2$. Поява деяких видів ракоподібних (*Bathyporeia guilliamsoniana*, *Dexamine spinosa*, *Dikerogammarus villosus*, *Echinogammarus olivii*, *Jassa ocia* та інші) та поліхет (*Harmothoe imbricata*, *H. reticulata*, *Nereis diversicolor*, тощо) в складі макрозообентосу вказує на збільшення кормової бази риб. Згідно одержаних результатів за обчислюванням AMBI і M-AMBI можна зазначити що, в цілому стан макрозообентосу знаходиться у задовільному стані та має тенденцію до покращення стану як за різноманіттям так і за кількісними показниками.

У складі мейобентосу ПЗЧМ виявлено 13 таксономічних груп. За чисельністю домінували фораменіфери (Foraminifera) та нематоди (Nematoda) на частку яких сумарно доводилося 69 % багатоклітинного мейобентосу. Домінував форамініферо-нематодний комплекс організмів.

Субдомінантою за чисельністю групою були ракоподібні (Haracticoida та Ostracoda), представлені максимумом на глибинах від 19 м до 28 м (28 %). Максимуми біомаси відмічені до глибини 20 м та сформовані в переважній більшості масою псевдомейобентосу, складаючи від 79 % до 99 %. Загальна чисельність мейобентосу на мулистому ґрунті майже в два рази вище, ніж на черепашковому і замуленому черепашнику і в три рази вище, ніж на піщаному ґрунті. Більша частина донних акваторій ПЗЧМ характеризується добрим екологічним станом бенталі за оцінкою відповідно до структури мейобентосних організмів - 57 % станцій характеризуються добрим екологічним станом, а 43 % станцій за проведеною оцінкою характеризуються як такі, що не відповідають доброму екологічному стану за критеріями WFD.

За даними інтегрального показника E-TRIX в Одеському регіоні ПЗЧМ спостерігається тенденція до зниження рівня трофності вод з «дуже високого» (у 2001 р. E-TRIX > 6) до «середнього» у 2016 р. при визначеному значенні E-TRIX = 4,7.

Характеристики показника EQR відповідно до методу BEAST також вказують на присутність тенденції підвищення якості вод і зменшення їх трофності в Одеському регіоні. В просторовому розподілі показника EQR, як і індексу E-TRIX, в поверхневому шарі на ПЗЧМ відмічається значний вплив вод річки Дунай.

Поверхневі води з характеристикою «дуже поганого» і «поганого» стану якості відповідно до рівня EQR охоплювали в травні 2016 року значну частину ПЗЧМ від дунайського узбережжя до Сухого лиману.

До гарячих точок ПЗЧМ, що вимагають постійного контролю, можна віднести три категорії станцій: зони впливу річкового стоку (Дунайський, Дністровський, у меншій мірі Дніпро-Бугський район); зони портових акваторій та зони їх впливу (в першу чергу Одеська затока); та природоохоронні акваторії («Філофорне поле Зернова»).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений [Текст] : под общ.ред. А. В. Цыбань. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – С. 100-105
- 2 Методические основы комплексного экологического мониторинга океана [Текст] / под общ. ред. А. В. Цыбань. - М. : Московское отделение Гидрометеиздат, 1988. – С. 185-200
- 3 Программа для первичной математической обработки гидробиологических проб «TRITON» [Текст] / Дерезюк Н.И., Изак О.В. : Свид. Гос. регистр. ПА № 3322, 15.08.2000.
- 4 ГОСТ 17.1.4.02-90–1990. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла – а [Текст].– Введ. 1990–07–09.– М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1990. – 25с.
- 5 NPPVIIRS Chlorophyll Concentration, Oceancolor [Электронный ресурс] / NASA. – Режим доступа : <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/l3>. – 15.01.2018. – Назва екрану
- 6 Vollenveider, R. A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale turbidity and generalized water quality index [Text] / R.A.Vollenveider F. Giovanardi, G.Montanari, A. Rinaldi // *Enviromentrics*. – 1998. – № 9. – P. 329–357
- 7 Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст]: в 3т. / [под общ.ред. Ф.Д. Мордухай–Болтовского]. — К. Наукова думка, 1968.–Т. I. – Свободноживущие беспозвоночные. Простейшие , губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. – К. : Наукова думка, 1968. – 437 с.
- 8 Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст]: в 3т. / [под общ. ред. Ф.Д. Мордухай–Болтовского]. — К., Наукова думка, 1969. – Т. II. –

- Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные.– К. : Наукова думка, 1969. – 536 с.
- 9 Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст]: в 3т. / [под общ.ред. Ф.Д. Мордухай – Болтовского]. – К. : Наукова думка, 1972. – Т. III. – Свободноживущие беспозвоночные.Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. – К. : Наукова думка, 1972. – 340 с.
- 10 Todorova, V. Manual for collection and treatment of soft bottom macrozoobentos samples [Text] / V. Todorova, T Konsulova. Varna: Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of Science, 2005. – 37 p.
- 11 Todorova, V. Benthic metrics and their suitability for the assessment of the ecological status of coastal and transitional water [Text] / V.Todorova // Macrozoobenthos Workshop in Varna: materials internat.science congres: (10-17 September 2005, Varna) / Institute of Oceanology Bulgarian Academy of Scienc. –Varna, – 2005. – 17 p.
- 12 Киселева,М. И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. Апатиты [Текст] / М.И. Киселева. – Россия: Кольский научный центр РАН, 2004. – 409 с.
- 13 Макаров Ю.Н.Высшие ракообразные [Текст] / Ю.Н. Макаров. – Киев: Наук. думка, 2004. – 429 с.
- 14 Численко Л. Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мезобентос и планктон) [Текст] / Л.Л. Численко. – Л.: Наука, 1968. – 104 с.
- 15 Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник / відповід. ред. І. Д. Лосєва; І.Г.Орлова, М. Ю. Павленко, В. В. Український [та ін.] – Київ : КНТ, 2008. – 616 с.
- 16 Directive of the European parliament and of the Council [Electronic resource] : establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) : 2008 /56 / EC, 17 June 2008 / Official Journal of the European Union. – 2008. – L 164/19. – Mode to

access:

[http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF)

EN:PDF. – Title from the screen

17 Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей [Текст] / Л. В. Воробьева – К. : Наукова думка, 1999. – 300 с.

18 Мокиевский В. О. Экология морского мейобентоса [Текст] / В. О. Мокиевский. – Москва: КМК, 2009. – 286 с.

19 Мокиевский В. О. Долгосрочные изменения мейобентоса восточной части Черного моря [Текст] / В. О. Мокиевский, Л. В. Воробьева, Л. Гарлицкая // Океанология. – 2010. – Т. 50, № 6, – С. 994–1001

20 Воробьева Л. В. Мейобентос пелоконтур Одесского морского района (Черное море) [Текст] / Л. В. Воробьева // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. – 2015. – № 3 - 4 (64). – С. 108–111. – (Серія: Біологія; спец. вип. : Гідроекологія)

21 Yanko-Hombach V. Environmental stress in the Danube Delta Front (Black Sea) identified from Benthic Foraminifera [Text] / V. Yanko-Hombach, T. Kondratuk, S. Kovalishina // From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary: IGCP 610 Third Plenary Conference : (22-30 September 2015, Astrakhan, Russia. Proceedings) / ed.; A. Gilbert, V. Yanko-Hombach, T. Yanina. // Moscow: MSU, 2015. – P. 193-196

22 Kondratuk T. Foraminifera as indicators of environmental stress in marine ecosystems: new evidence from the Romanian and Ukrainian shelf Black Sea [Text] / T. Kondratuk., V. Yanko-Hombach, S. Kovalishina // GSA Official Receipt for Abstract Submission 2015 GSA : Annual Meeting in Baltimore, Maryland, USA: (1-4 November 2015, Baltimore, MD) // The Geological Society of America P.O. Box 9140 Boulder, CO 80301 - 9140. – P. 206

23 Yanko-Hombach V. V. Foraminifera as indicators of environmental stress in marine ecosystems: new evidence from the Romanian and Ukrainian (Black sea) shelf [Text] / V. V. Yanko-Hombach, S. P. Kovalishina, T. O. Kondaryuk // From the Caspian to Mediterranean : Proceedings of the Fourth Plenary Conference

- IGCP Environmental Change and Human Response during the Quaternary : (2 - 9 October 2016, Tbilisi, Georgia) // Tbilisi, Georgia, 2016. –P. 207 - 212
- 24 Пианка Э. Эволюционная экология [Текст] / Э. Пианка – М. : Мир, 1981. – 399 с.
- 25 Minicheva G. Black Sea monitoring guidelines. Macrophytobenthos [Text] / G.Minicheva, D. Afanasyev, A. Kurakin // Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution. – Istanbul. – 2015. – 76 p.
- 26 Украинский В. В. Межгодовые изменения и тенденции в эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря [Текст] / В.В Украинский., Н.Н. Гончаренко //Укр. гідрометеорол. журн . – 2010. – N 7. – С. 211-219
- 27 Украинский, В. В. Цветение сине-зеленых водорослей в Одесском прибрежье (июль. 2010г.) [Текст] / В. В. Украинский, С. П. Ковалишина, В. Н. Сытов, И. П. Неверовский, М. А. Грандова, Н. С. Калошина // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2010. – №.1 (11). – С. 109 – 115
- 28 Грандова, М. А. К вопросу о цветении *Nodularia spumigena* в прибрежных водах одесского региона [Текст] / М. А. Грандова, С. П. Ковалишина, В. В. Украинский, Н. С. Калошина // Екологічні проблеми Чорного моря: матеріали конференції:(28 -29 октября 2010 г., Одеса) // Одеса .– ІНВАЦ, 2010. – С. 317–320
- 29 Andersen J. H. Getting the measure of eutrophication in the Baltic sea:towards improved assessment principles and methods [Text] / J. H. Andersen, P. Axe, H. Backer, J. Carstensen and other // Biogeochemistry. – 2011. – № 106. – P.137–156
- 30 The definition of reference (RefCon) and target (Target) concentrations and indicators to the estimation of eutrophication and ecological status of the waters of the Black Sea (Ukrainian region) : report for services contractBlack Sea Comission [Text] ; consultant V. V Ukrayinskyy. – NBSC-BSC-Baltic2Black.–Istanbul, 2013. – 24 p.

ДОДАТОК А

Список зареєстрованих видів фітопланктону

Таблиця А. - Список зареєстрованих видів фітопланктону в ПЗЧМ

Відділ	Вид
1	2
Bacillariophyta	<i>Achnantes brevipes</i> Ag.
	<i>Achnanthes delicatula</i> (Kutzing) Grunov
	<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kutz.) Kutz.
	<i>Amphora acutiuscula</i> Kutz.
	<i>Amphora angularis</i> Greg.
	<i>Amphora angusta</i> Gregory
	<i>Amphora caroliniana</i> Giffen
	<i>Amphora coffeaeformis</i> (Ag.) Kutz.
	<i>Amphora parvula</i> Proshkina-Lavrenko
	<i>Amphora proteus</i> (Greg.) Cl.
	<i>Amphora</i> spp.
	<i>Atteya decora</i> West
	<i>Atteya septentrionalis</i> (Oestr.) Craw.
	<i>Catacombas gaillonii</i> (Bory) D.M. Williams & Round
	<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey
	<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs
	<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.
	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cl.
	<i>Chaetoceros danicus</i> Cl.
	<i>Chaetoceros heterovalvatus</i> Pr.-Lavr.
	<i>Chaetoceros lacinosus</i> Schutt.
	<i>Chaetoceros minimus</i> (Levander) D. Marino et al.
	<i>Chaetoceros muelleri</i> Lemm.
	<i>Chaetoceros rigidus</i> Ostf.
	<i>Chaetoceros similis</i> Cl.
	<i>Chaetoceros similis</i> f. <i>solitarius</i> Pr.-Lavr.
	<i>Chaetoceros simplex</i> Ostf.
	<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.
	<i>Chaetoceros</i> spp.
	<i>Chaetoceros subtilis</i> Cl.
	<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i> f. <i>simplex</i> Pr.-Lavr.
	<i>Chaetoceros tenuissimus</i> Meunier, 1913
<i>Chaetoceros trondsenii</i> Laud.	
<i>Chaetoceros wighamii</i> Brightw.	
<i>Cocconeis costata</i> Greg.	
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.	
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	
<i>Cyclotella caspia</i> Grun.	

Продовження таблиці А.1

1	2
	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reim.et Lewin
	<i>Cymbella</i> spp.
	<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent
	<i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grun.
	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.
	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran.
	<i>Licmophora dalmatica</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Licmophora gracilis</i> (Ehr.) Grun.
	<i>Licmophora</i> sp.
	<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp)Hasle
	<i>Melosira moniliformes</i> (O.Mull.) Ag.
	<i>Navicula cancellata</i> Donk.
	<i>Navicula grevillei</i> var. <i>remotiva</i> Pr-Lavr.
	<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg
	<i>Navicula ostrearia</i> Turpin
	<i>Navicula pennataf. pontica</i> Pr-Lavr
	<i>Navicula</i> spp.
	<i>Nitzschia apiculata</i> Kutz.
	<i>Nitzschia punctata</i> Grun.
	<i>Nitzschia acicularis</i> Smith
	<i>Nitzschia hybrida</i> Grun.
	<i>Nitzschia sigma</i> (Kutz.) W.Sm.
	<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl.
	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Greg.)Reim.
	<i>Pleurosigma angulatum</i> (Ehr.) Cl.
	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg)Compere
	<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sunst.
	<i>Pseudonitzschia pungens</i> Grun
	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (Cl.) Heid. et Kolbe
	<i>Pseudosolenia calcar avis</i> (Schul.) Sunst.
	<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.
	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.
	<i>Striatella delicatula</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Striatella interrupta</i> (Ehr.) Helb.
	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) Ag.
	<i>Tabularia fasciculata</i> (Ag.) Will.et Round
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.
	<i>Thalassiosira aestivales</i> Gran. & Angst.
	<i>Thalassiosira baltica</i> Pr.-Lavr.
	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> Cleve
	<i>Thalassiosira parva</i> Pr.-Lavr.

Продовження таблиці А.1

1	2
	<i>Thalassiosira rotula</i> Mein.
	<i>Thalassiosira</i> spp.
Всього:	84
Chlorophyta	<i>Binuclearia lauterbornii</i> (Schmidle) Pr.-Lavr.
	<i>Chlamidomonas</i> sp.
	<i>Crucigenia</i> sp.
	<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood
	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.
	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsc.) Hind.
	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.
	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.
	<i>Nephrochlamis subsolitaria</i> (G.S.West) Korsch.
	<i>Oocystis borgei</i> Snow
	<i>Pterosperma jorgensii</i> Sch.
	<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hind.) Marv.
	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.
	<i>Scenedesmus acuminatus</i> v. <i>bernardii</i> Hegew.
	<i>Scenedesmus costato-granulatus</i> Hind.
	<i>Tetraselmis gracilis</i> (Kylin) Butcher
	<i>Tetraselmis inconspicua</i> Sch.
Всього:	18
Choanozoa	<i>Bicosta spinifera</i> (Thronsdn)Leadbeater,1978
	<i>Diaphanoeca grandis</i> Ellis
Всього:	2
Cryptophyta	<i>Hillea fusiformis</i> Sch.
	<i>Hillea</i> sp.
	<i>Plagioselmis prolunga</i> Butcher,1994
	<i>Ochromonas oblonga</i> Cart.
Всього:	4
Cyanobacteria	<i>Anabaena flos aquae</i> (Lyngb.) Bred.
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs
	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West&G.S.West
	<i>Cyanophyta</i> gen. sp.
	<i>Gloeocapsa minor</i> (Kutz.) Hollerb.
	<i>Gloeocapsa punctata</i> Nag.
	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Nag.
	<i>Merismopedia minima</i> G.Beck.
	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz.
	<i>Microcystis</i> spp.
	<i>Nodularia spumigena</i> Anis.
	<i>Oscillatoria kisselevii</i> Anis.
	<i>Oscillatoria limnetica</i> Kutz.
	<i>Spirulina laxissima</i> West

Продовження таблиці А.1

1	2
	<i>Spirulina tenuissima</i> Kutz.
Всього:	15
Dinophyta	<i>Ceratium furca</i> (Ehr.) Clap.et Lach.
	<i>Dinophysis acuminata</i> Sch.
	<i>Dinophyta gen. Sp.</i>
	<i>Diplopsalis lenticula</i>
	<i>Glenodinium armatum</i> Lev.
	<i>Glenodinium pilula</i> (Ostf.) Sch.
	<i>Gymnodinium blax</i> Harr.
	<i>Gymnodinium najadeum</i> Sch.
	<i>Gymnodinium sp.</i>
	<i>Gymnodinium wulffii</i> Sch.
	<i>Gyrodinium cornutum</i> (Pouch.)
	<i>Gyrodinium sp.</i>
	<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kof.et Sw.
	<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehr.) Stein
	<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge
	<i>Minuscula bipes</i> Pav.
	<i>Oblea rotunda</i> Clap.et Lach.
	<i>Peridiniopsis penardii</i> (Ehr.) Stein
	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Greg.)Reim.
	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abe et Dodge
	<i>Prorocentrum micans</i> Ehren.
	<i>Prorocentrum minimum</i> Sch.
	<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kof.) Balech
	<i>Protoperidinium pellucidum</i> (Bergh) Schutt
	<i>Protoperidinium sp.</i>
	<i>Protoperidinium steinii</i> Jorgen.
	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (St.) Loebel.III.
Всього:	27
Euglenozoa	<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer
	<i>Trachelomonas spp.</i>
Всього:	2
Flagellata	<i>Flagellata gen. Sp.</i>
Всього:	1
Haptophyta	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohm.) Hay et Mohler
	<i>Haptophyta gen. Sp.</i>
	<i>Pontosphaera spp.</i>
Всього:	3
Chrysophyta	<i>Apedinella spinifera</i> (Trond.) Trond.
	<i>Chrysophyta gen. Sp.</i>
	<i>Dinobryon faculiferum</i> (T.Willen) T.Willen
	<i>Dinobryon balticum</i> (Schutt.) Lemm.
	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.

Кінець таблиці А.1

1	2
	<i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohm.
	<i>Ollicola vangoorii</i> (W.Conrad) Vors
Всього:	7
Protozoa	<i>Ebria tripartita</i> (Schum.) Lemm.
	<i>Paulinella ovalis</i> Sunst.
Всього:	2
Загальна кількість видів:	166

Таблиця А.2 - Список зареєстрованих видів фітопланктону в дунайському районі

Відділ	Вид
1	2
Bacillariophyta	
	<i>Amphora coffeaeformis</i> (Ag.) Kutz.
	<i>Amphora hyalina</i> Kutz.
	<i>Amphora proteus</i> (Greg.) Cl.
	<i>Attheya septentrionalis</i> (Oestr.) Craw.
	<i>Aulacoseira granulata</i> (Greg.) Cl.
	<i>Cerataulina helagica</i> (Cleve) Hendeey
	<i>Chaetoceros compressus</i>
	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cl.
	<i>Chaetoceros danicus</i> Cl.
	<i>Chaetoceros heterovalvatus</i> Pr.-Lavr.
	<i>Chaetoceros lacinosus</i> Schutt.
	<i>Chaetoceros minimus</i> (Levander) D.Marino Et Al.
	<i>Chaetoceros muelleri</i> Lemm.
	<i>Chaetoceros similis</i> Cl.
	<i>Chaetoceros simplex</i> Ostf.
	<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.
	<i>Chaetoceros spp.</i>
	<i>Chaetoceros subtilis</i> Cl.
	<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i> f. <i>simplex</i> Pr.-Lavr.
	<i>Cocconeis costata</i> Greg.
	<i>Cyclotella caspia</i> Grun.
	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz.
	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reim.Et Lewin
	<i>Cymbella angusta</i> Schutt.
	<i>Detonula confervacea</i> (Cl.) Gran.
	<i>Diatoma vulgare</i> Bory De Saint-Vincent
	<i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grun.
	<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle
	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.
	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran.
	<i>Licmophora gracilis</i> (Ehr.) Grun.
	<i>Melosira moniliformes</i> (O.Mull.) Ag.
	<i>Navicula cancellata</i> Donk.
	<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg
	<i>Navicula pennata</i> A.S.
	<i>Nitzschia acicularis</i> Smith
	<i>Nitzschia acuminata</i> (W.Sm.) Grun.
	<i>Nitzschiahybrida</i> Grun.
	<i>Nitzschiamicrocephala</i> Grunov
	<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl.
	<i>Pleurosigma elongatum</i> Sm.

	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Greg.)Reim.
Продовження таблиці А.2	
1	2
	<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sunst. = <i>Rhizosolenia Alata</i>
	<i>Pseudonitzschia pungens</i> Grun
	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cl.) Heid. Et Kolbe
	<i>Skeletonema Costatum</i> (Grev.) Cl.
	<i>Stephanodiscus astraea</i> Var. <i>Minutulus</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.
	<i>Striatella delicatula</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Tabularia fasciculata</i> (Ag.) Will.Et Round.= <i>Synedra</i>
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.
	<i>Thalassiosira baltica</i> Pr.-Lavr.
	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> Cleve
	<i>Thalassiosira parva</i> Pr.-Lavr.
	<i>Thalassiosira rotula</i> Mein.
	<i>Tryblionella debilis</i> Arnott
	<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Horn.) Daw..
Всього:	57
Chlorophyta	<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew
	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsc.) Hind
	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.
	<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hind.) Marv.
	<i>Binuclearia lauterbornii</i> (Schmidle) Pr.-Lavr.
Всього:	5
Choanozoa	<i>Calliacantha natans</i> (Gron.) Leadb.
Всього	1
Chrysophyta	<i>Dinobryon balticum</i> (Schutt.) Lemm.
	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.
Всього:	2
Cryptophyta	<i>Hillea fusiformis</i> Sch.
Всього:	1
Сyanobacteria	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs
	<i>Oscillatoria kisselevii</i> Anis.
	<i>Gloeocapsa minor</i> (Kutz.) Hollerb.
	<i>Oscillatoria limnetica</i> Jorgen.
Всього:	4
Dinophyta	<i>Ceratium furca</i> (Ehr.) Clap.Et Lach.
	<i>Ceratium fusus var.seta</i> (Ehr.) Jorg.
	<i>Diplopsalis lenticula</i> Jorgen.
	<i>Glenodinium pilula</i> (Ostf.) Sch.
	<i>Gymnodinium blax</i> Harr.
	<i>Gyrodinium cornutum</i> (Pouch.)
	<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge

Кінець таблиці А.2

1	2
	<i>Minuscula bipes</i> Pav.
	<i>Prorocentrum micans</i> Ehren.
	<i>Proto-peridinium steinii</i> Jorgen.
	<i>Prorocentrum minimum</i> Sch
Всього:	11
Нартопфита	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohm.) Hay Et Mohler
	<i>Haptophyta gen. sp.</i>
Всього:	2
Protozoa	<i>Ebria tripartita</i> (Schum.) Lemm.
Всього:	1
Загальна кількість видів:	84

ДОДАТОК Б

Список зареєстрованих видів макрозообентосу

Таблиця Б.1 - Список зареєстрованих видів макрозообентосу в ПЗЧМ

№	Таксони
	Annelida
1.	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)
2.	<i>Amphitritides gracilis</i> (Grube, 1860)
3.	<i>Aonides paucibranchiata</i> Southern, 1914
4.	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)
5.	<i>Dipolydora quadrilobata</i> Jacobi, 1883
6.	<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)
7.	<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)
8.	<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861
9.	<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)
10.	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)
11.	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)
12.	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede, 1864)
13.	<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866
14.	<i>Leiochone leiopygos</i> (Grube, 1860)
15.	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870
16.	<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1866)
17.	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818
18.	<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867
19.	<i>Oligochaeta</i> sp.
20.	<i>Oriopsis armandi</i> (Claparède, 1864)
21.	<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839
22.	<i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus, 1767)
23.	<i>Phyllodoce mucosa</i> Oersted, 1843
24.	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)
25.	<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802
26.	<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren, 1883
27.	<i>Protodrilus flavocapitatus</i> (Uljanin, 1877)
28.	<i>Pygospio elegans</i> Claparede, 1863
29.	<i>Salvatoria clavata</i> (Claparede, 1863)
30.	<i>Scolelepis (Parascolelepis) tridentata</i> (Southern, 1914)
31.	<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)
32.	<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)
33.	<i>Syllides longocirratu</i> s (Örsted, 1845)
34.	<i>Terebellides stroemii</i> Sars, 1835
35.	<i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Philippi, 1844)
	Cnidaria
36.	<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)
37.	<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)

Продовження таблиці Б. 1

38.	<i>Sagartia elegans</i> (Dalyell, 1848)
39.	<i>Sagartiogeton undatus</i> (Müller, 1778)
	Crustacea
40.	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)
41.	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)
42.	<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)
43.	<i>Apseudopsis ostroumovi</i> Bacescu & Carausu, 1947
44.	<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])
45.	<i>Brachynotus sexdentatus</i> (Risso, 1827)
46.	<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814
47.	<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847
48.	<i>Cardiophilus baeri</i> G.O. Sars, 1896
49.	<i>Cumopsis goodsir</i> (Van Beneden, 1861)
50.	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)
51.	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)
52.	<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)
53.	<i>Iphinoe elisae</i> Băcescu, 1950
54.	<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878
55.	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)
56.	<i>Liocarcinus navigator</i> (Herbst, 1794)
57.	<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)
58.	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853
59.	<i>Orchomene humilis</i> (Costa, 1853)
60.	<i>Paramysis (Pseudoparamysis) pontica</i> Bacescu, 1940
61.	<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate & Westwood, 1868)
62.	<i>Pestarella candida</i> (Olivi, 1792)
63.	<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769
64.	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)
65.	<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1816)
66.	<i>Stenosoma capito</i> (Rathke, 1837)
	Echinodermata
67.	<i>Amphiura stepanovi</i> Djakonov, 1954
	Mollusca
68.	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)
69.	<i>Abra nitida</i> (O. F. Müller, 1776)
70.	<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)
71.	<i>Acanthocardia paucicostata</i> (G. B. Sowerby II, 1834)
72.	<i>Anadara inaequalis</i> (Bruguière, 1789)
73.	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)
74.	<i>Calyptraea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)
75.	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)
76.	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)
77.	<i>Gastrana fragilis</i> (Linnaeus, 1758)

Кінець таблиці Б.1

78.	<i>Gibbomodiola adriatica</i> (Lamarck, 1819)
79.	<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)
80.	<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)
81.	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)
82.	<i>Loripes orbiculatus</i> Poli, 1791
83.	<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)
84.	<i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758
85.	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)
86.	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819
87.	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)
88.	<i>Parvicardium simile</i> (Milaschewitsch, 1909)
89.	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)
90.	<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)
91.	<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)
92.	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)
93.	<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)
94.	<i>Retusa umbilicata</i> (Montagu, 1803)
95.	<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)
96.	<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)
	Nemertea
97.	<i>Nemertea sp.</i>
	Phoronida
98.	<i>Phoronis euxinicola</i> Selys-Longchamps, 1907
	Platyhelminthes
99.	<i>Platyhelminthes sp.</i>
	Porifera
100.	<i>Porifera sp.</i>
	Tunicata
101.	<i>Asciella aspersa</i> (Muller, 1776)
102.	<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)
103.	<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)

ДОДАТОК В

Карта - схема точок відбору проб у північно-західній частині Чорного моря

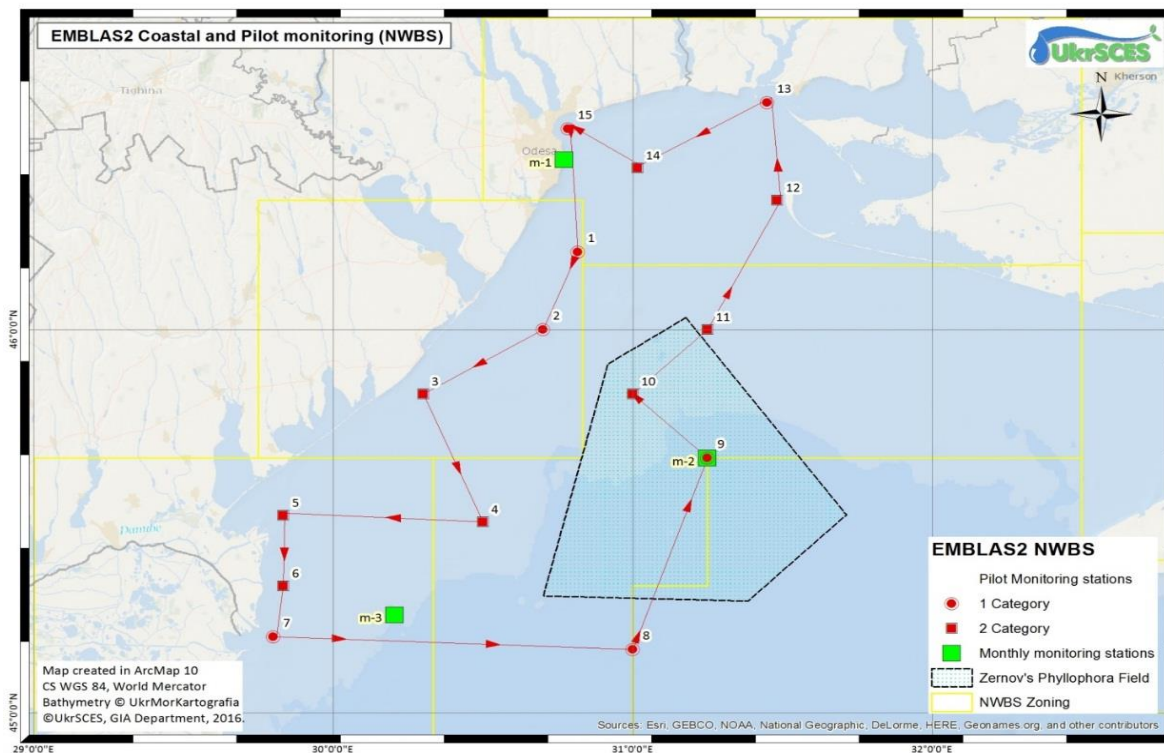


Рисунок В.1 – Карта – схема точок відбору гідробіологічних проб на ПЗЧМ (травень, 2016 року)

ДОДАТОК С

Карта – схема точок відбору проб у Дунайському районі

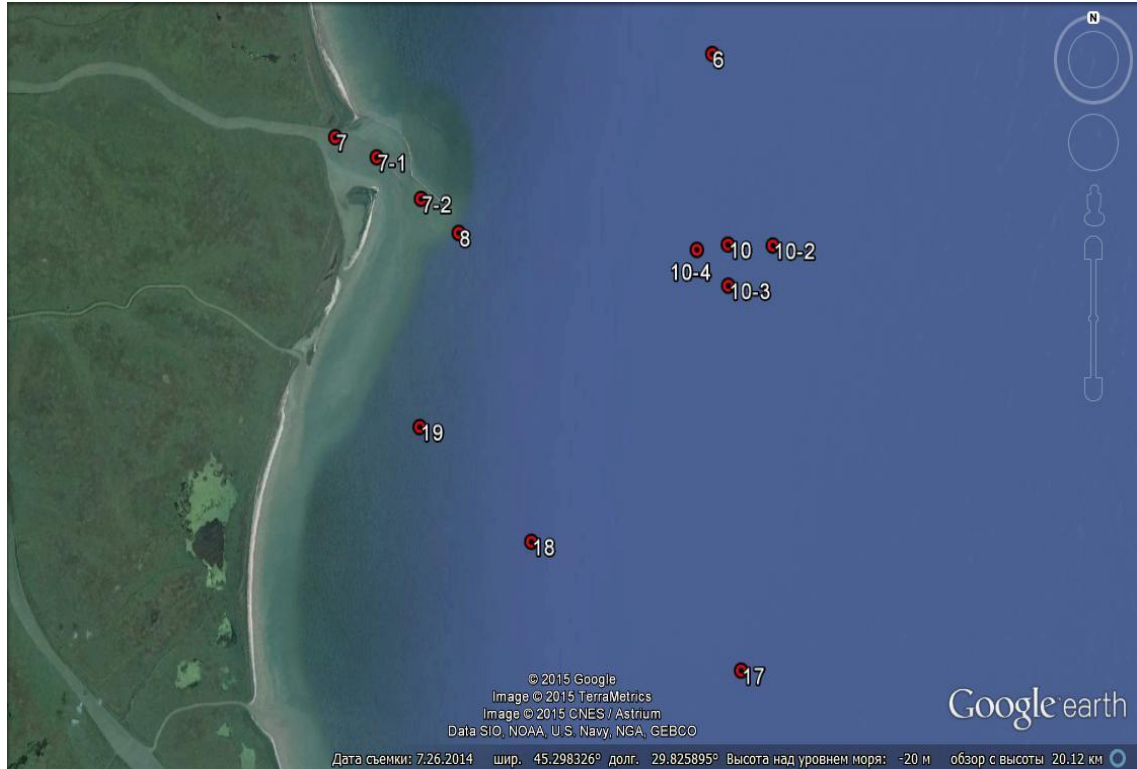


Рисунок С.1 – Карта – схема точок відбору гідробіологічних проб у Дунайському районі (жовтень, 2016 року)

ДОДАТОК Д
Список публікацій

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

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