УДК 504.4.054.001.5; 504.4.06.001.5, 504.4.054.001.5; 504.4.06.001.5, 504.58

КП 87.19.03

№ держреєстації 011903494

Інв. №

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України
НДУ «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ» (УкрНЦЕМ)
65009, м.Одеса, Французький бульвар, 89. тел. (0482) 63 66 22, факс (0482) 637322
e-mail: aceem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор УкрНЦЕМ
канд. геогр. наук.,
старш. наук. співроб.
_____ В.М.Коморін
«25» січня 2021 р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ОЦІНКА ТА ДІАГНОЗ СТАНУ БІОЦЕНОЗІВ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ У 2020 РОЦІ

Керівник НДР,
начальник ВНД та ОМБ,
канд.біол.наук С. П. Ковалишина

2020

Рукопис закінчено 29 грудня 2020 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол № 1 від 25 січня року

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, начальник ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	24 грудня 2020	С. П. Ковалишина (вступ; реферат; розділи 1-5, висновки)
Виконавці: Наук. співроб. ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	24 грудня 2020	Г. В. Теренько (розділ 2.1, 2.3)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	24 грудня 2020	М. О. Грандова (розділ 2, висновки)
Зав. Сектором ОМБ	24 грудня 2020	І. П. Трет'як (розділ 3.2, висновки)
Наук. співроб. МІАЦ, канд. біол. наук	24 грудня 2020	О. О. Семенова (розділ 4, висновки)
Наук.співроб. сектору методів біотестування та біоіндикації	24 грудня 2020	Б. Г. Линецький (розділ 3.1)
Зав. сектором ГБД	24 грудня 2020	М. В. Набокін (розділ 2.7, 2.8, висновки)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ	24 грудня 2020	О. Г. Качалов (розділ 3.1)
Наук. співроб. МІАЦ, канд. біол. наук	24 грудня 2020	Т.О. Чужекова (розділ 3, висновки)
Наук. співроб.ВНД таОМБ	24 грудня 2020	О. В. Зотова (розділ 2.5, 2.6)
Пров. фахівець сектору гідробіологічних Досліджень	24 грудня 2020	О. Ф. Катічева (розділ 2.5)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ	24 грудня 2020	О. В. Рачинська (розділ 3.3, висновки)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 110 стор., 67 рис., 21 табл., 51 посилання.

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

Об’єкт дослідження – морські води і екосистема Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України.

Мета роботи – оцінка та діагноз стану біоценозів та біорізноманіття морських екосистем.

Методи досліджень – проведені дослідження гідробіонтів на популяційному (біоценотичному) рівні, в ході яких реєструвався стан планктонних та бентосних угруповань морських екосистем.

В звіті наведені результати спостережень за гідробіологічною складовою екосистем морського середовища морів України у 2020 році, за екологічними критеріями та видами-індикаторами проведена оцінка стану біоти планктону та бентосу. Відзначено структурні зміни в угрупованнях гідробіонтів та визначено їх стан. Здійснено моделювання процесів впливу екстрагованих забруднювачів донних відкладень морського середовища у лабораторних умовах на популяцію мікроводорості. В Одеському регіоні спостерігали 2 масштабних випадки «цвітіння» води, викликаних масовим розвитком мікроводоростей: ціанобактерії *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault та динофітової водорості *Lingulodinium polyedra* (Stein) Dodge. В додатку А представлена карта – схема станцій досліджень у північно – західній частині Чорного моря, додатках – Б, В, Г, Д, наведено список зареєстрованих видів фітопланктону, мезозоопланктону, макрозообентосу, макрофітобентосу в додатку Е список публікацій з теми.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВЕЯ – відносна екологічна якість;

ДЕС – добрий екологічний стан;

ЕКС – екологічний комплексний статус;

ЄС – Європейський Союз;

НДР – науково-дослідна робота;

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

ПЗЧМ –північно – західна частина Чорного моря;

СБО – станція біологічної очистки;

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;

AcDev – допустиме відхилення від RefCon (Deviaction);

AcStat – значення параметру за спостереженням (Actual status);

AMBI–морський біотичний індекс (Marine Biotik index AZTI);

AZTI – програмне забезпечення;

B – біомаса гідробіонтів;

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

D 1 – дескриптор 1;

D 4 – дескриптор 4;

D 6 – дескриптор 6;

E-TRIX – індекс оцінки трофності морських вод (Environment trophic index);

H – індекс видового різноманіття за Шенноном;

M-AMBI – багатовимірний морський біотичний індекс AZTI (Multi AZNI Bioticindex);

MSFD – Європейська морська рамкова директива (Marine Strategy Framework Directive);

N – чисельність гідробіонтів;

N – чисельність гідробіонтів;

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

Target – цільова концентрація параметру.

(SI_{ph}) – індекс поверхні фітоценозу;

$(S/W)_{3Dp}$ – індекс екологічної активності трьох домінантів;

$(S/W)_x$ – індекс середньої питомої поверхні структурних елементів водоростей;

WFD – Європейська Водна Рамкова Директива (Water Framework Directive).

ВСТУП

Біологічні організми є добрими індикаторами стану навколишнього середовища, 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.

За звітний період 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 у відповідності до критеріїв, означених у Постанові КМУ № 758 від 19 вересня 2018 року [1], яка включила вимоги Директив ЕС [2] – [5].

Була отримана сучасна інформація про стан фітопланктону, фотосинтетичних пігментів, зоопланктону, макрозообентосу, макрофітобентосу та мікрофітобентосу різних районів Чорного моря. Здійснено моделювання процесів впливу екстрагованих забруднювачів води та донних відкладень морського середовища у лабораторних умовах на популяцію мікроводорості. В результаті цих досліджень встановлена екологічна якість донниих відкладень псевдоліторалі одеських пляжів на основі показника репродукційних змін лабораторної культури водорості. 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 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Гідробіологічні дослідження північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) для оцінки якості екосистем морського середовища за біологічними методами проводилися з метою виконання оцінки та діагнозу стану угруповань гідробіонтів пелагіалі та бенталі різних районів морів України. Біорізноманіття є важливішої екологічною характеристикою стану морського середовища у цілому і її біологічної складової. 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 гідробіонтів пелагіалі і бенталі.

1.1 Вихідні данні гідробіологічного моніторингу акваторій ПЗЧМ

УкрНЦЕМ у 2020 році проводив екологічний моніторинг у прибережних водах одеського регіону та експедиційні дослідження ПЗЧМ, схема розташування станцій прибережного моніторингу наведена на рисунку 1.1, а координати станцій та їх об’єктна і функціональна прив’язка представлені в таблиці 1.1.

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 пляжу Лузанівка 1 та Лузанівка 2, пляжів Дельфін, санаторію Чкалова, дача Ковалевського.

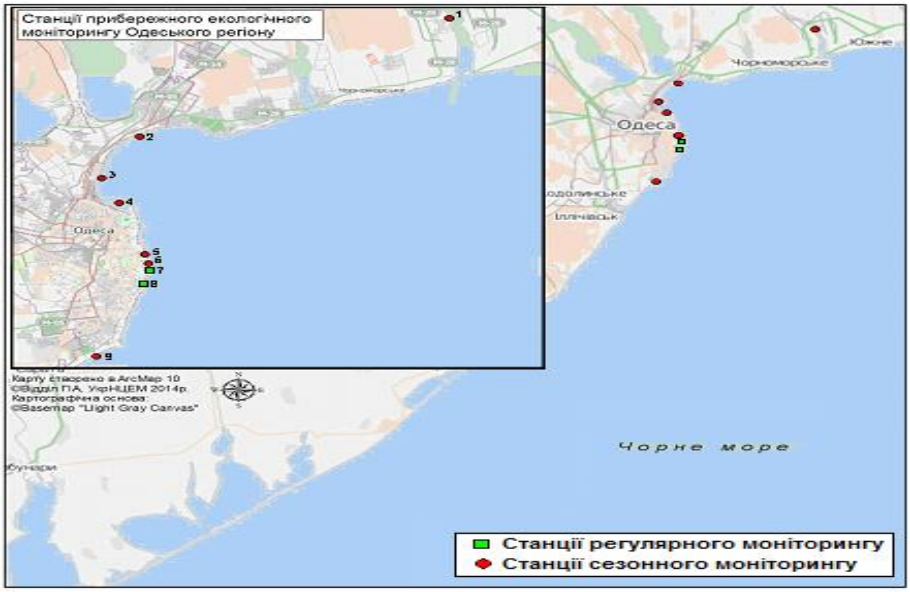


Рисунок 1.1 – Схема розташування станцій гідробіологічного моніторингу Одеського регіонуу 2020 році

Таблиця 1.1 – Мережа станцій прибережного екологічного моніторингу, що виконував УкрНЦЕМ в 2020 році

№ п/п	Номер стан-ції	Координати		Об’єктна та функціональна прив’язка
		Широта, північна	Довгота, східна	
1	1	46° 38.79′	031° 00.42′	Порт «Южний», Аджаликський лиман. Моніторинг імпактних зон.
2	2	46° 32.93′	030° 45.52′	Пляж «Лузанівка». Моніторинг рекреаційних зон.
3	3	46° 30.87′	030° 44.12′	«Нафтогавань». Моніторинг імпактних зон.
4	4	46° 29.65′	030° 44.96′	Порт Одеса. Моніторинг імпактних зон.
5	5	46° 27.10′	030° 46.16′	Пляж «Дельфін». Моніторинг рекреаційних зон.
6	6	46° 26.64′	030° 46.33′	Пляж санаторію «Чкалова». Моніторинг рекреаційних зон.
7	7	46° 26.03′	030° 46.07′	Мис Малий Фонтан. Моніторинг рекреаційних зон.
8	8	46° 26.00′	030° 46.03′	Аркадія. Моніторинг рекреаційних зон.
9	9	46° 22.04′	030° 43.89′	Дача Ковалевського. Моніторинг рекреаційних зон і впливу стоку Станції біологічної очистки стічних вод «Північна».

Кількість гідробіологічних проб у 2020 році наведена у таблиці 1.2.

У рамках досліджень в ПЗЧМ протягом 2020 року було здійснено 2 експедиційних дослідження у прибережних морських масивах (навесні та

восени), таким чином розглянувши стан біоценозів у різні сезони. Карта – схема району дослідження наведена у додатку А.

Таблиця 1.2 – Кількість гідробіологічних проб у 2020 році

Станція відбору проб	Фіто-планктон	Фотосин-тетичні пігменти	Зоопланктон	Макрозоо бентос	Макрофіто бентос	Мікрофіто бентос	Біотес-тування
Мис Малий Фонтан	37	37	32	8	6	4	2
Аркадія	37	37	32	8	6	4	2
Порт «Юж-ний»	2		2				
Порт «Одеса»	2		2				
Р-н сан. ім. Чкалова	2	2	2	4	4	2	2
Дельфін	2	2	2	4	4	2	2
Дача Ковалевсь-кого	2	2	2	4	4	4	2
Лузанівка	2	2	2	4	2	4	3
Дунайський регіон	12		7			5	2
Річка Дністер	26	26	26	4			4
Всього	124	108	109	56	26	25	19

Також проведено аналіз за результатами біотестування методом in vitro на лабораторній культурі водорості *Desmodesmus communis* (E.Hegewald) E.Hegewald як тест-об’єкту. Досліджуваними концентраціями були 1,0 г`л$^{-1}$-10,0 г`л$^{-1}$; 1,0 мл`л$^{-1}$-10,0 мл`л$^{-1}$ [1]-[4]. Характеристика водних масивів визначалася за допомогою розробленного Експрес - Інструменту оцінювання екологічної якості водного середовища р рамках проекту EMBLAS-PLUS, за яким стан визначався та включався у відповідності з власною вагою у остаточну оцінку і відповідав 5 класам.

Проби донних відкладень для біотестування відбирали у наступних прибережних районах:

– пляжу дачі Ковалевського (скид господарсько-побутових стоків);

– пляжу санаторію Чкалова (скид санаторних стоків), район біостанції Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова (ОНУ);

– пляжу Дельфін (скид дренажних вод);

– Одеського порту (проведення портових операцій), район пляжу Ланжерон;

– пляжу Лузанівка (значне рекреаційне навантаження).

1.2 Методи досліджень

Проби фітопланктону в залежності від району дослідження концентрували осадовим методом після 4-тижневої експозиції [6], [7] та експрес-методом [8].

«Живу краплю» води розглядали під мікроскопом після згущення (метод зворотної фільтрації, ядерний фільтр 1,5 мкм). Вихідний об’єм проб становив від 1л до 4 л, об’єм згущених проб – від 20 мл до 40 мл. Камеральну обробку проб фітопланктону виконано за допомогою світлових мікроскопів БИОЛАМ Р-12 та МИКМЕД-2 із використанням визначників ботанічної флори, рекомендованої для Чорного та Азовського морів. 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) [8]. Розрахунки об'ємів клітин мікроводоростей, сумарної чисельності, сирої біомаси всіх гідробіонтів, формалізованих індексів видового складу планктонних угруповань (за Шенноном,) були виконані за стандартними методами [6] – [8].

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 [9]. 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.

Відбір проб зоопланктону в прибережжі здійснювався за допомогою сітки Апштейна з діаметром вхідного отвору 37 см, розміром вічка мірошникового гасу – 150 мкм. В експедиціях, коли глибина потребувала взяття проб на різних горизонтах, використовували малу сітку Джеді (діаметр вхідного отвору – 37 см, розмір вічка мірошникового гасу – 150 мкм). Великі желетілі організми планктону перед фіксацією вибрано та підраховано окремо [6]. Проби фіксували 4 %-ним розчином формальдегіду. Ідентифікацію організмів зоопланктону проводили у камері Богорова-Расса за допомогою світлового мікроскопа МБС-10 з використанням визначників фауни Чорного та Азовського морів [10] – [12], інших визначників [13] – [15], деяких наукових статей та інших джерел [16]. Біомаса визначалася за допомогою рівняння алгометричного росту [17].

Дослідження донної рослинності в Одеському регіоні проводилися за загальноприйнятою у гідроботаніці методикою [18]. Розмір облікової рамки – 0,01 м^2, повторність – 5 - 10-кратна. Проективне покриття і домінанти

фітоценозів визначали візуально. Водорості-макрофіти і вищі водні рослини ідентифікували за визначниками [19] – [21]. Зібрані зразки водоростей документували шляхом виготовлення гербарію і фотографуванням.

Проби мікрофітобентосу відбирали за загальноприйнятою методикою, відповідно до [8].

У прибережних акваторіях проби макрозообентосу відбирали рамкою 10 см^2 х 10 см^2 з площею захвату 0,01 м^2. В експедиційних дослідженнях на ПЗЧМ проби відбирались дночерпаком «Van Veen», з площею захвату 0,1 м^2. Усі проби відбирали у двох повторах. Відбір проб макрозообентосу та їх подальша камеральна обробка в умовах берегової лабораторії проводилась відповідно до стандартних методів [8]. Видова належність організмів макрозообентосу визначалась з використанням відповідних визначників [10] – [13], [22] – [25]. 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 с точністю до 0,01 г. Гідробіологічний аналіз проб макрозообентосу визначав наступні біологічні параметри: видова належність організмів, їх чисельність –N (екз·м$^{-2}$), біомаса – B (г·м$^{-2}$).

2 СТАН ПЛАНКТОННОГО УГРУПОВАННЯ

2.1. Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону ПЗЧМ

Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону на реперних станціях Одеського регіону.

У 2020 році на реперних станціях Одеського регіону (район мису Малий Фонтан та Аркадія) було знайдено 170 таксонів мікроводоростей (134 у відкритій акваторії пляжу Аркадія та 124 у напівзакритій акваторії мису Малий Фонтан), які належали до 17 класів: Bacillariophyceae 82, Dinophyceae 43, Chlorophyceae 10, Chlorodendrophyceae 1, Trebouxiophyceae 4, Cyanophyceae 10, Prymnesiophyceae 3, Chrysophyceae 3, Choanoflagellatea 1, Cryptophyceae 2, Dictyochophyceae 3, Ebriophyceae 1, Euglenoidea 3, Imbricatea 1, Flagellata 1, Prasinophyceae 1, Prymnesiophyceae 3, Xanthophyceae 1. Як і в минулі роки, основу видового різноманіття складали діатомові та динофітові мікроводорості, що представлено на рисунку 2.1.

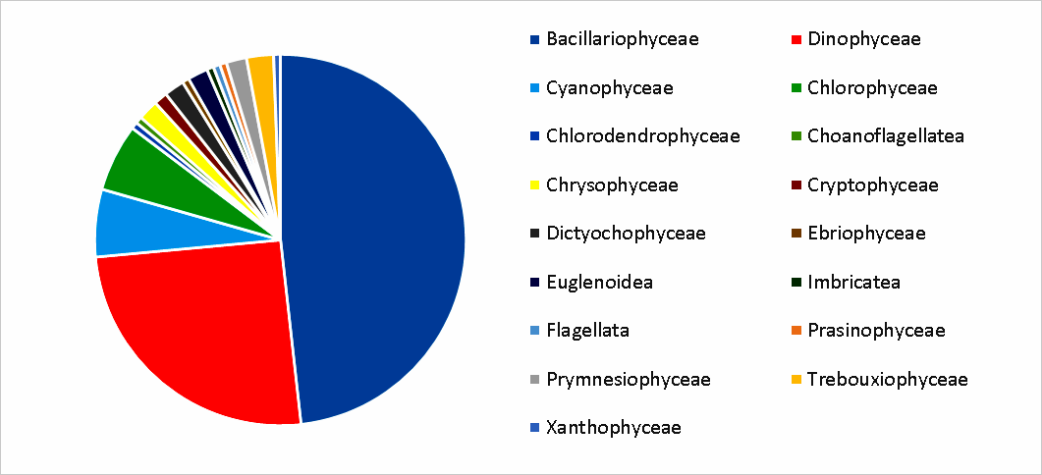


Рисунок 2.1 – Таксономічне різноманіття мікроводоростей на реперних станціях Одеського регіону у 2020 році

Індекс видового різноманіття Шеннону змінювався від 0,27 до 2,4 біт*екз, із середнім значенням 1,37 біт*екз. Найвищі значення спостерігались у червні у напівзакритій акваторії Мису Малий Фонтан, найнижчі – у серпні у акваторії пляжу Аркадія. В акваторії Мису Малий

Фонтан середні значення індексу Шеннона були дещо вищими, ніж у акваторії пляжу Аркадія (1,41 та 1,34 біт*екз., відповідно). Середньомісячні зміни індексу Шеннона показані на рисунку 2.2.

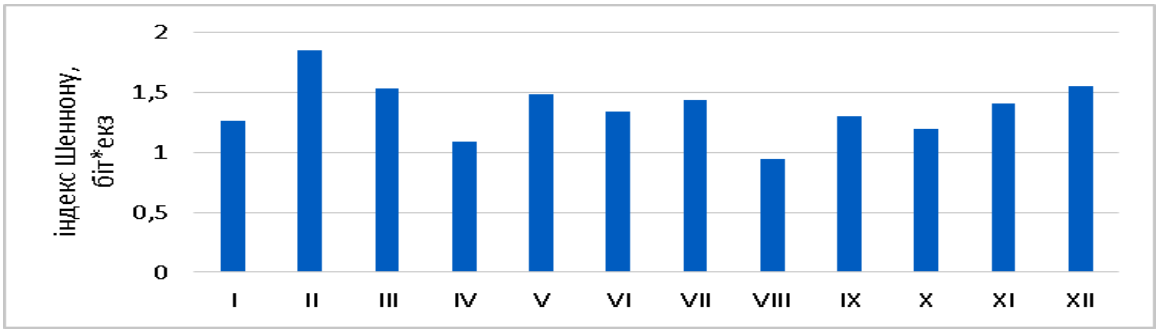
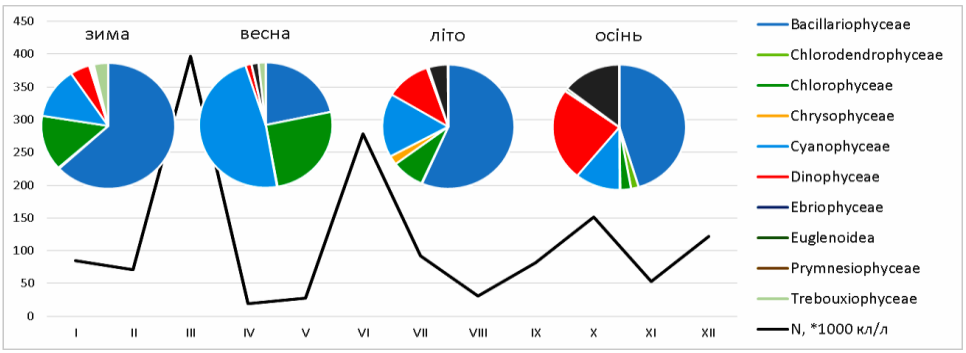
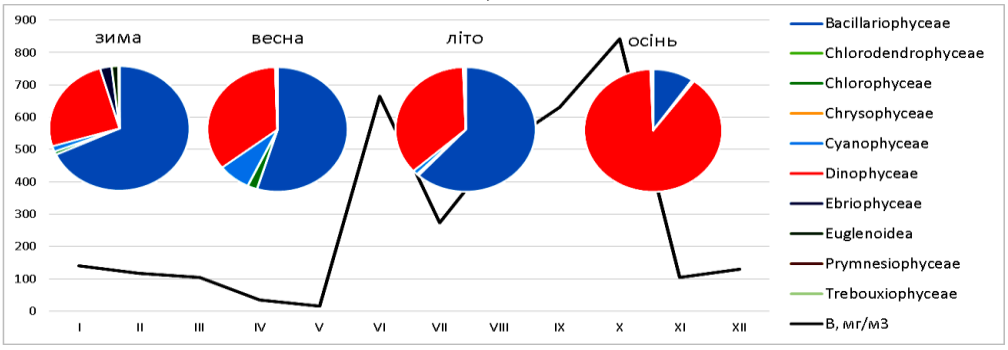


Рисунок 2.2 – Середньомісячні зміни індексу Шеннона на реперних станціях Одеської затоки у 2020 році

Чисельність мікроводоростей змінювалась від 6 до 1018 тис. кл · $л^{-1}$, біомаса від 0,56 до 2825 мг · $м^{-3}$, при середній чисельності 117 тис. кл · $л^{-1}$ та біомасі 297 мг · $м^{-3}$, що трохи нижче, ніж у попередні роки, що відображено на рисунку 2. 3.



а)



б)

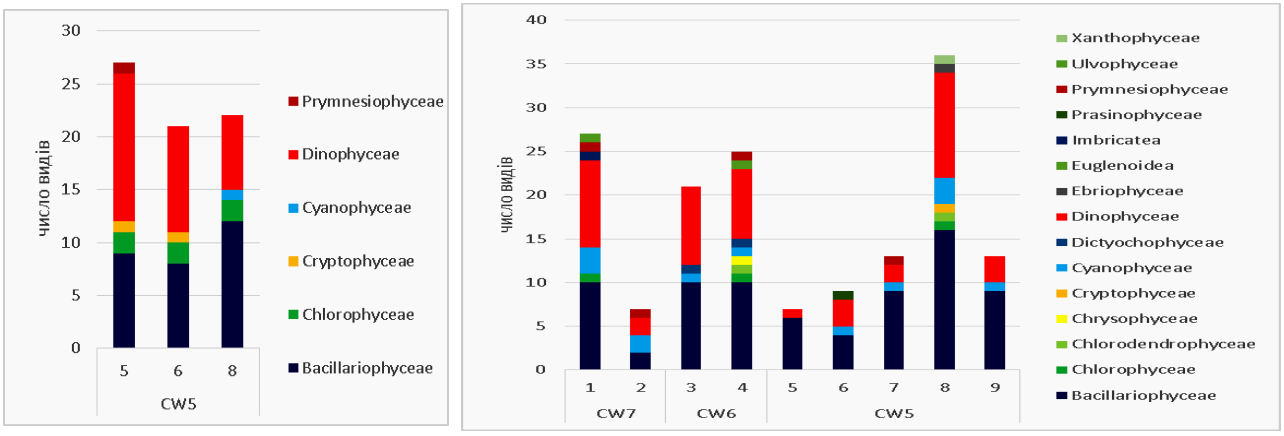
Рисунок 2.3 – Кількісні показники фітопланктону на реперних станціях Одеського регіону у 2020 році: а) чисельність; б) біомаса.

Таким чином, в акваторії Одеського регіону зберігається тенденція зниження кількісних показників фітопланктону. У відкритій акваторії пляжу Аркадія середня чисельність складала 117 тис. кл · $л^{-1}$, середня біомаса 461 мг · $м^{-3}$, у напівзакритій акваторії мису Малий Фонтан – 60 тис. кл · $л^{-1}$ та 127 мг · $м^{-3}$, відповідно. У 2020 році спостерігалось 3 максимуми кількісних показників – весняний (за рахунок розвитку прісноводних дрібноклітинних видів *Jaaginema kisselevii, Merismopedia punctata та Monoraphidium contortum*), літній (за рахунок розвитку діатомових *Coscinodiscus janischii та Skeletonema costatum*) та восени (за рахунок розвитку великої динофітової *Lingulodinium polyedrum*), але рівня «цвітіння» води досягали тільки восени.

Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону в прибережних водних масивах.

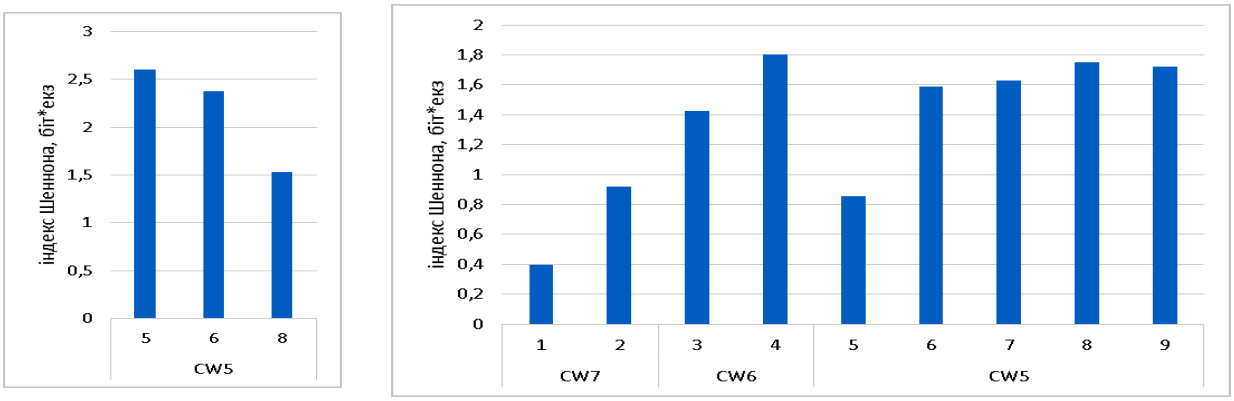
Під час дослідження прибережних водних масивів Одеської регіону було знайдено 95 таксонів мікроводоростей (43 у червні та 75 у жовтні), що належали до 15 класів: Bacillariophyceae 49, Dinophyceae 28, Cyanophyceae 5, Chlorophyceae 2, Chlorodendrophyceae 1, Ulvophyceae 1, Chrysophyceae 1, Cryptophyceae 1, Dictyochophyceae 1, Ebriophyceae 1, Euglenoidea 1, Prasinophyceae 1, Prymnesiophyceae 1, Xanthophyceae 1, Imbricatea 1. Як і на реперних станціях, основу видового різноманіття складав діатомово-дінофітовий комплекс видів. Влітку найбільше число видів було знайдено в акваторії пляжу Дельфін (CW5), восени – в акваторії пляжу Аркадія (CW5), Коблево (CW7) та порту Одеса (CW6). Видове різноманіття мікроводоростей у «гарячих точках» Одеського регіону представлене на рисунку 2. 4.

Індекс видового різноманіття за Шенноном влітку змінювався від 1,52 до 2,6 восени від 1,75 до 0,40 (рис. 2. 5). Під час літніх зйомок найвищі значення спостерігались на станції Дельфін (CW5), а найнижчі – на станції Аркадія (CW5), восени навпаки, на станції Аркадія (CW5) значення були найвищими, а найнижчими – на станції Коблево (CW7), де спостерігалось «цвітіння» води.



а) б)

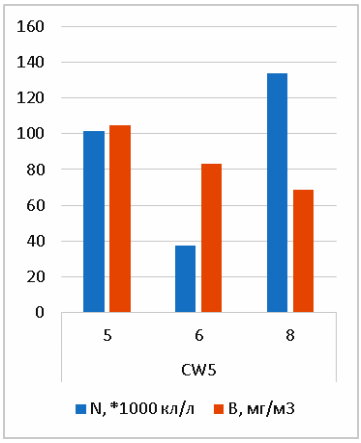
Рисунок 2.4 – Видове різноманіття мікроводоростей в прибережних морських масивах Одеського регіону у 2020 році на станціях: 1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського: а) червень, 2020 р.; б) жовтень, 2020 р.



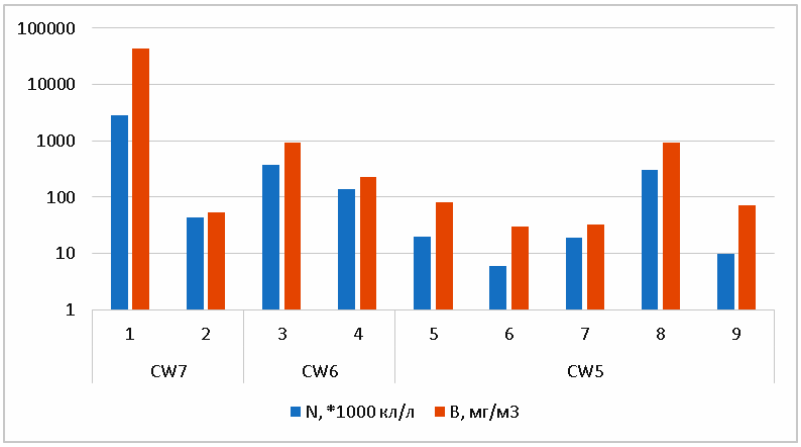
а) б)

Рисунок 2.5 – Зміни індексу видового різноманіття за Шенноном у прибережних водних масивах Одеського регіону на станціях: 1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського: а) червень, 2020 р.; б) жовтень, 2020 р.

Кількісні показники в період дослідження були досить низькими, що відображено гна рисунку 2. 6.



а)



б)

Рисунок 2.6 – Кількісні показники фітопланктону у акваторіях Одеського регіону на станціях: 1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського: а) червень, 2020 р.; б) жовтень, 2020 р.

Влітку чисельність варіювала від 37 до 133 тис. кл · $л^{-1}$, біомаса – від 68 мг · $м^{-3}$ до 105 мг · $м^{-3}$, восени – від 6 до 311 тис. кл · $л^{-1}$, та від 30 мг · $м^{-3}$ до 916 мг · $м^{-3}$ відповідно, за винятком однієї станції у водному тілі CW7, де спостерігалось «цвітіння» води із загальною чисельністю мікроводоростей 2,8 млн.кл · $л^{-1}$ та біомасою 43,96 г · $м^{-3}$. Під час дослідження «гарячих точок» Одеського регіону у 2020 році у червні цвітінь не було відмічене, у жовтні цвітіння було відмічене тільки на станції Коблево (CW7).

Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону в Дунайському регіоні.

Дослідження Дунайського регіону (TW5) в 2020 році проводилися у серпні. Під час аналізу було виявлено 40 таксонів мікроводоростей, що належали до 9 класів: Bacillariophyceae 25, Chlorophyceae 5, Cryptophyceae 1, Cyanophyceae 3, Dinophyceae 1, Euglenoidea 2, Prasinophyceae 1, Trebouxiophyceae 1, Ulvophyceae 1 (рис. 2.7). Таким чином, в Дунайському регіоні спостерігався звичайний для цього району діатомово-зелений комплекс видів, з домішком ціанобактерій.

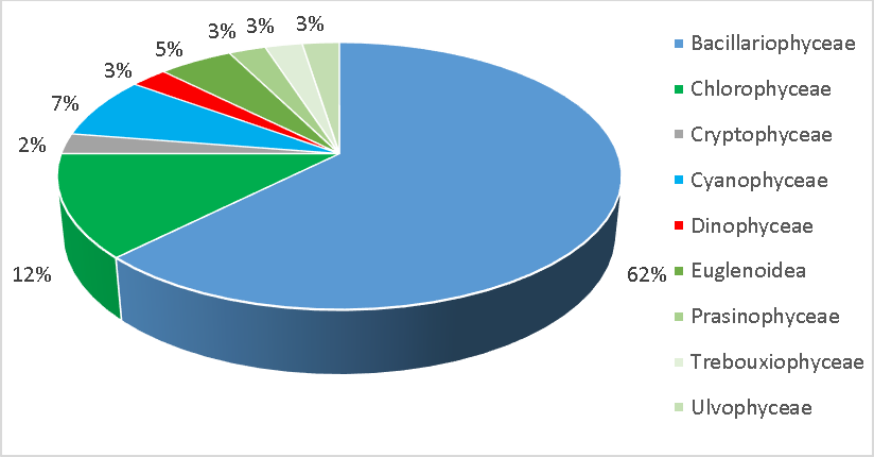


Рисунок 2.7 – Таксономічне різноманіття фітопланктону в Дунайському регіоні в серпні 2020 року

Індекс видового різноманіття за Шенноном змінювався від 0,15 до 1,46 біт*екз (рис. 2. 8). Найвищі значення індексу спостерігались у поверхневому горизонті на найближчій до гирла станції 7, найнижчі – у придонному горизонті мористої станції 10-2. Помітний тренд зниження індексу видового різноманіття по мірі віддалення від гирла річки Дунай.

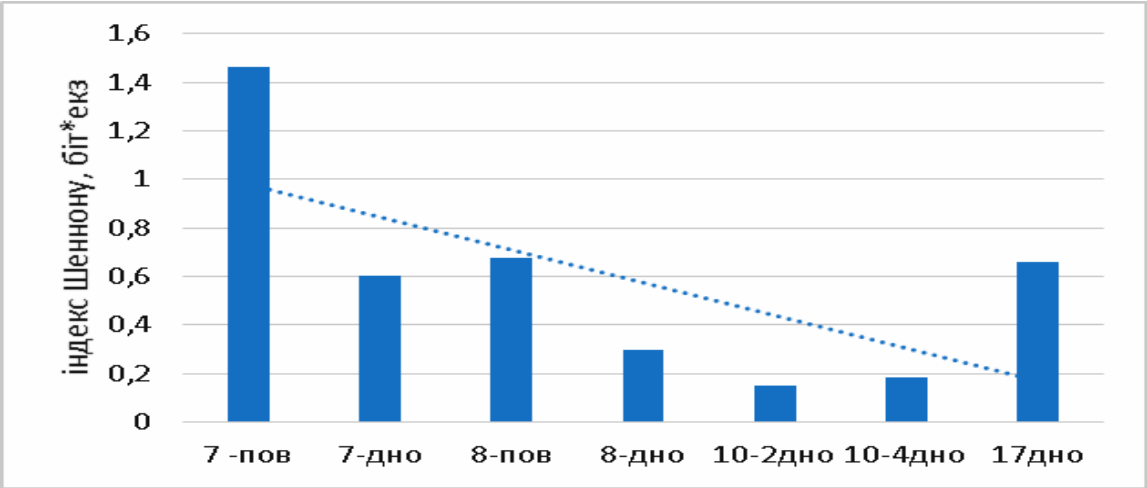
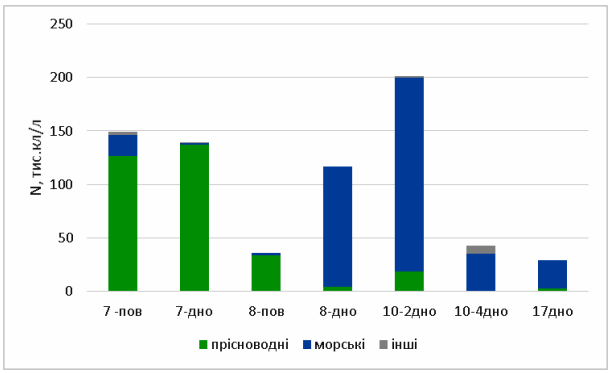


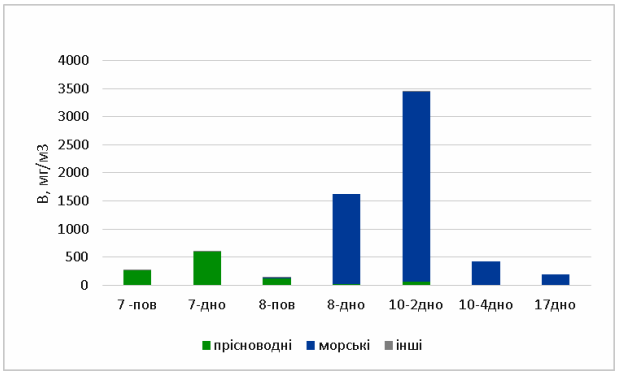
Рисунок 2.8 – Зміни індексу видового різноманіття за Шенноном у Дунайському регіоні (серпень 2020 р)

Чисельність коливалась від 29 до 202 тис. кл · $л^{-1}$, біомаса від 130 до 3454 мг · $м^{-3}$. На станції біля гирла Дунаю основу кількісних показників складали прісноводні види, по мірі віддалення від гирла прісноводний

компонент змінювався на морський спочатку у придонному, а потім і в поверхневому горизонті (рис. 2.9).



а)



б)

Рисунок 2.9 – Вклад прісноводних та морських видів мікроводоростей у загальні кількісні показники фітопланктону у Дунайському регіоні у серпні 2020 року: а) чисельність; б) біомаса.

Найвищі значення біомаси спостерігались у придонному горизонті ст. 10-2, за рахунок розвитку великої морської діатомової *Pseudosolenia calcar-avis,* біомаса якої досягала 3,37 г · м$^{-3}$ при чисельності 171 тис. кл · л$^{-1}$.

2.2 Оцінка якості води за показниками фітопланктону

Оцінка якості води на реперних станціях Одеського регіону за показниками фітопланктону.

Оцінку якості води проводили за шкалою, розробленою УкрНЦЕМ в рамках державної науково-дослідної роботи «Базова оцінка та визначення доброго екологічного стану (ДЕС) біоценозів і біорізноманіття Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України» [26].

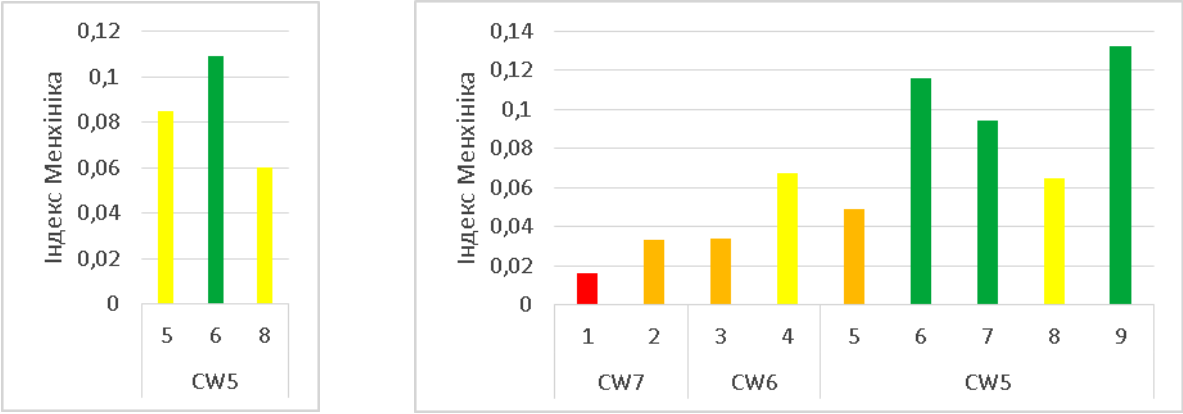
За середньомісячними показниками біомаси фітопланктону, якість води на обох реперних станціях Одеського регіону можна було оцінити як «дуже

добра». Для оцінки також використовувалися індекси Менхініка, BAC:DIN (у весняний період) та MEC % (у літній період), які були розроблені для болгарських вод та зараз проходять адаптацію у водах ПЗЧМ. Згідно за середньомісячним значенням індексу Менхініка, у більшу частину року якість води відповідала категорії «помірна», і лише у серпні її можна було оцінити як «добру», а у березні, навпаки, як «погану». Згідно індексу BAC:DIN, у березні якість води можна було оцінити як «дуже погану», у квітні як «дуже добру», та у травні як «погану». Згідно з індексом MEC %, у всі літні місяці якість води можна оцінити як «дуже добру». Але треба брати до уваги, що останні три індекси були розроблені для болгарських вод та зараз проходять адаптацію у водах ПЗЧМ. Таким чином, за інтегральними показниками фітопланктону якість води на реперних станціях Одеського регіону у 2020 році в основному відповідала ДЕС, виключення становить лише березень та травень.

Оцінка якості води прибережних водних масивів Одеського регіону за показниками фітопланктону.

В прибережних водних масивах Одеського регіону за показником біомаси фітопланктону якість води на всіх станціях можна оцінити як «дуже добра», за винятком станції Коблево, де завдяки «цвітінню» води якість води оцінюється як «дуже погана». Оцінка якості води за індексом Менхініка представлена на рисунку 2.10.

Влітку для оцінки якості води також використовувався індексом MEC %, за яким якість води на всіх станціях можна оцінити як «дуже добра». Таким чином, якість води в акваторіях прибережних водних масивів Одеського регіону відповідала ДЄС, за винятком станції Коблево у водному тілі CW7, де якість води оцінювалась як «дуже погана».

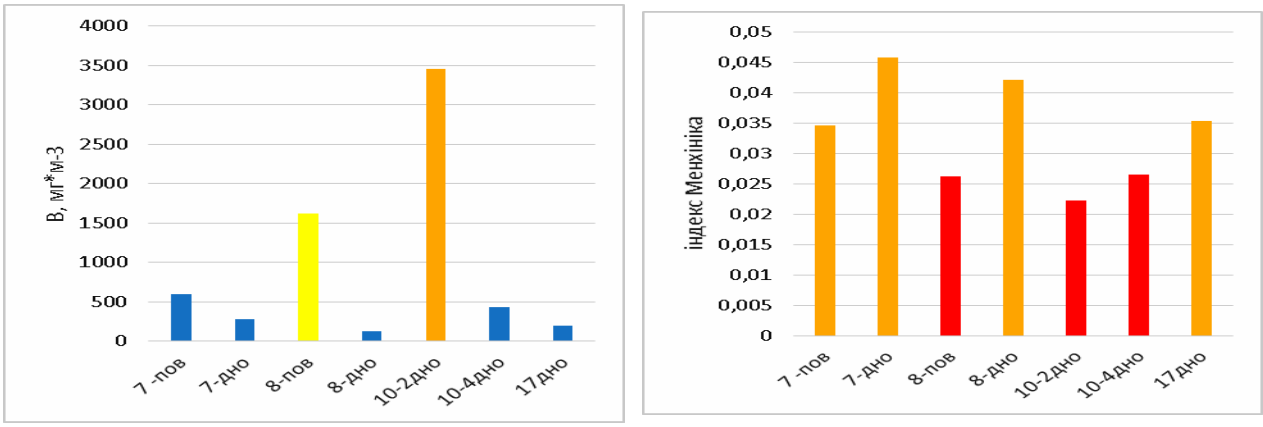


а) б)

Рисунок 2.10 – Оцінка якості води за індексом Менхініка в акваторіях водних масивів Одеського регіону на станціях: 1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського: а) червень, 2020 р.; б) жовтень, 2020 р.

Оцінка якості води у Дунайському регіоні за показниками фітопланктону.

Оцінку якості води проводили за шкалою, розробленою УкрНЦЕМ в рамках державної науково-дослідної роботи «Базова оцінка та визначення доброго екологічного стану (ДЕС) біоценозів і біорізноманіття Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України», згідно з якою основним параметром для оцінки якості води за показниками фітопланктону є його біомаса. Результати оцінки якості води за біомасою фітопланктону, індексом Менхініка представлені на рисунку 2.11, за індексом МЕС % всі станції можна оцінити як «дуже добре», але треба брати до уваги, що останні два індекси були розроблені для болгарського узбережжя, і знаходяться в процесі адаптації до українських вод.



а) б)

Рисунок 2.11 – Оцінка якості води за показниками біомаси фітопланктону та індексом Менхініка у Дунайському регіоні у серпні 2020 року: а) за біомасою фітопланктону; б) за індексом Менхініка.

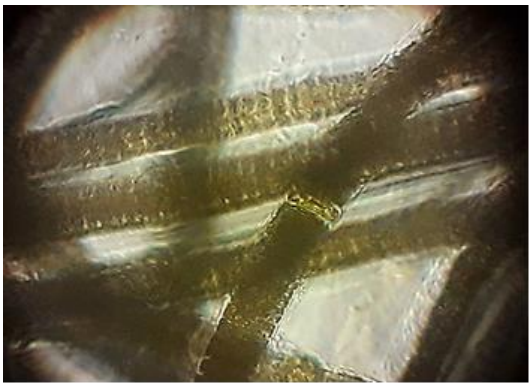
За середньої оцінкою на більшості станцій і горизонтів якість води відповідала ДЕС, але значна розбіжність між оцінками за різними показниками фітопланктону свідчить про нестабільність екологічної ситуації в цьому регіоні.

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

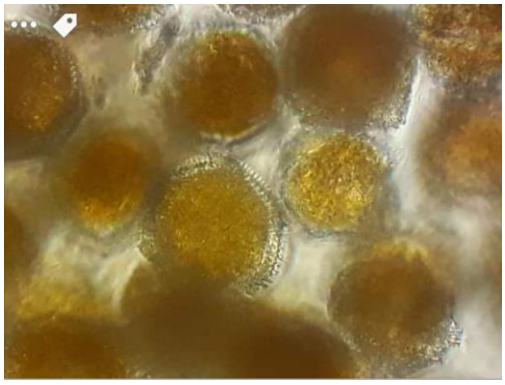
2.3 «Цвітіння» води в Одеському регіоні

У 2020 році в Одеському регіоні спостерігали 2 масштабних випадки «цвітіння» води, викликаних масовим розвитком мікроводоростей. Перше спостерігалось 26.06.2020 р. в акваторії Хлібної гавані Одеського морського

порту при температурі води 23,7°С та солоності 15,0 ‰, та було викликане розвитком ціанобактерії *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault (рис. 2.12,а), біомаса якої в пробі становила більш ніж 7 кг / м^3. Вклад *N. spumigena* в пробі по біомасі становив 99,0 %.



а)



б)

Рисунок 2.12 – Види, що викликали «цвітіння» води в Одеському регіоні у 2020 році: а) *N. spumigena;* б) *L. polyedra*.

Другий випадок цвітіння був відмічений в акваторії порту Одеса при температурі води 21,8°С та солоності 15,9 ‰, де 16.09.2020 спостерігався "червоний прилив", визваний розвитком динофітової водорості *Lingulodinium polyedra* (Stein) Dodge (рис. 2.12,б). Її чисельність складала 9,192 млн. кл · л$^{-1}$, біомасса - 294,89 г / м^3. Потім площа «цвітіння» розповсюджувалось уздовж Одеського регіону, червоний колір води відмічався в районі Коблево, порту Южний, Крижанівки и тд. Так, під час зйомки в прибережних водних масивах Одеського регіону 02.10.2020 на станції Коблево біомаса *L. polyedra* складала 41 г / м^3 при чисельності 1,45 млн. кл · л-1, а 21.10.2020 його біомаса на реперній станції Аркадія досягала 2,08 г / м^3 при чисельності 104 тис. кл. / л. Фактично, вегетація цього виду в Одеському регіоні з періодичними спалахами «цвітіння» продовжувалась з липня по жовтень.

2.4 Біорізноманіття та стан фітопланктону у нижній течії р. Дністер

Під час досліджень у нижній течії р. Дністер було знайдено 128 таксонів мікроводоростей, що відносилися до 7 відділів: Bacillariophyceae 57, Chlorophyceae 29, Trebouxiophyceae 7, Euglenoidea 11, Cyanophyceae 19, Chrysophyceae 3, Dinophyceae 2 , що представлено на рисунку 2.13.

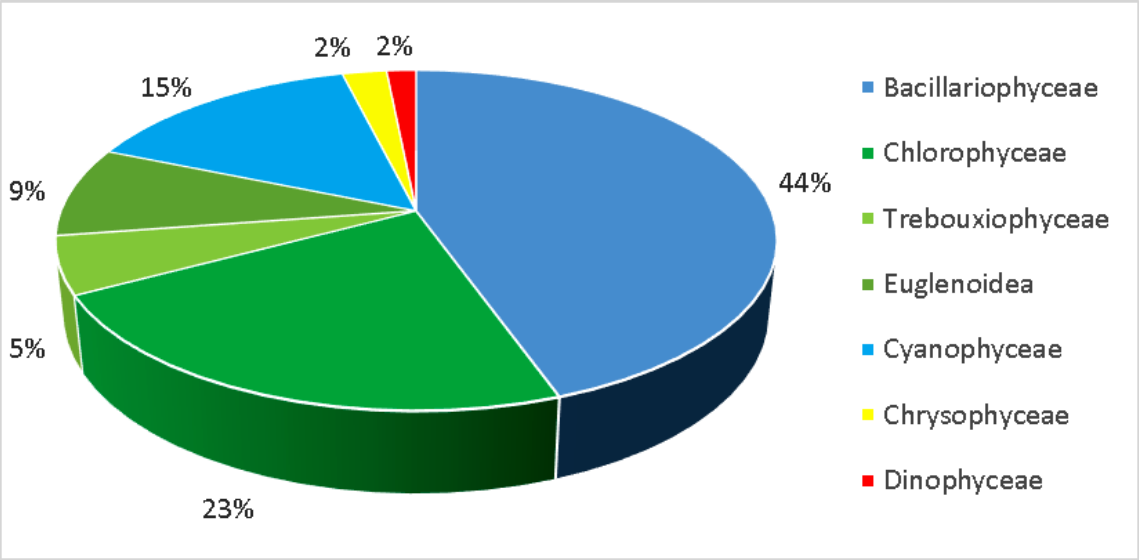
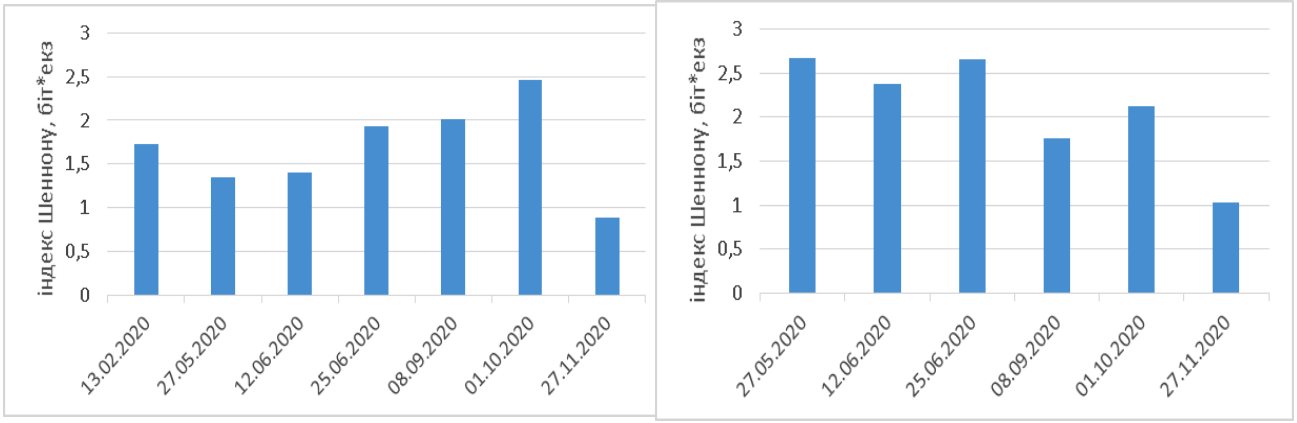


Рисунок 2.13 – Таксономічне різноманіття фітопланктону у нижній течії р. Дністер у 2020 році

Основу таксономічного різноманіття складали діатомові та зелені водорості, значний вклад також належав евгленовим та ціанобактеріям.

Індекс видового різноманіття Шеннону характеризувався досить високими показниками, він змінювався від 0,89 до 2,67 (рис. 2.14), при середньому значенні 1,89 біт*екз.

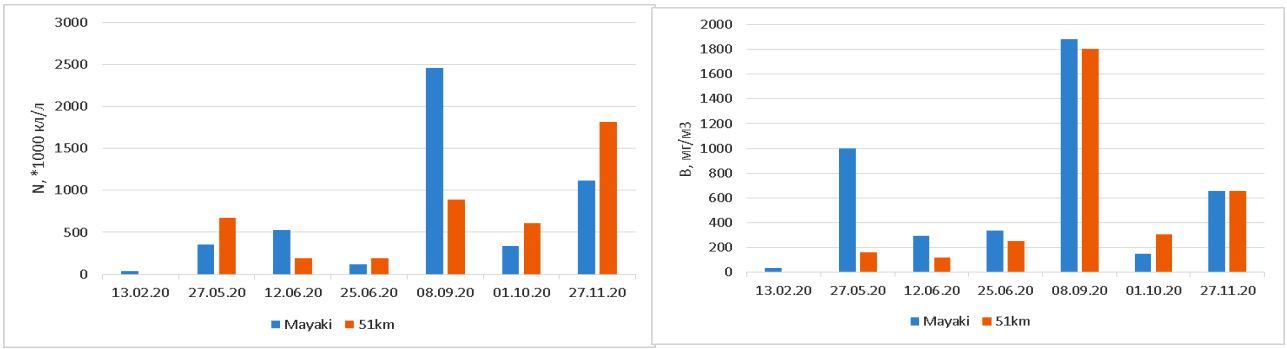
Найвищі значення спостерігались у травні, червні та жовтні, найнижчі у листопаді. Максимуми індексу видового різноманіття не співпадали з максимумами кількісних показників мікроводоростей, що свідчить про нестабільність фітопланктонного угруповання.



а) б)

Рисунок 2.14 – Зміни індексу Шеннону у нижній течії р. Днестер у 2020 році: а) ст. Маяки; б) ст. 51 км.

Чисельність фітопланктону у поверхневому горизонті змінювалась від 41 до 2459 тис. кл . / л, біомаса від 36 до 1880 мг · м-3 (рис. 2.15).



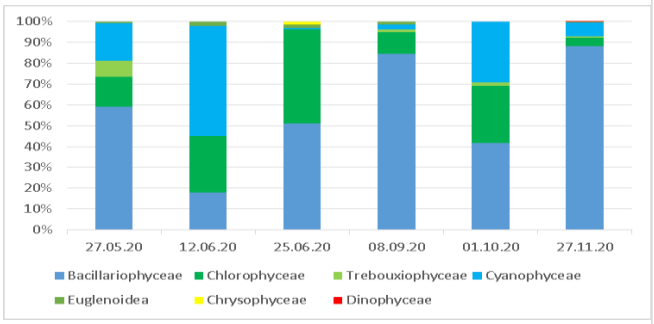
а) б)

Рисунок 2.15 – Кількісні показники фітопланктону нижньої течії р. Дністер у 2020 році: а) чисельність; б) біомаса.

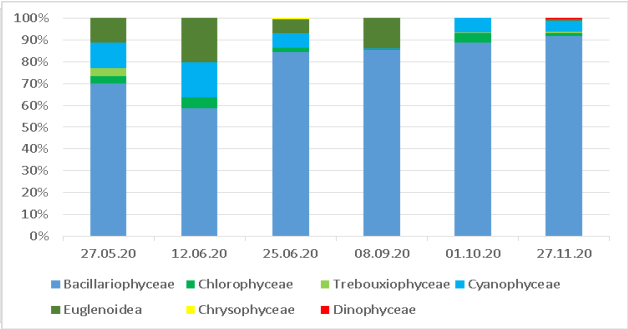
Найнижчі значення кількісних показників спостерігались у лютому, найвищі – у вересні. Порівняння кількісних показників у поверхневому та придонному горизонті показало, що у лютому значення чисельності та біомаси у придонному горизонті були в декілька разів вище, ніж у поверхневому; у червні на станції Маяки, навпаки, чисельність та біомаса

були майже в п’ять разів вище у поверхневому горизонті, а на станції 51 км значення кількісних показників майже не відрізнялись.

Основу кількісних показників складали діатомові та зелені водорості, з переважанням діатомових у загальній біомасі, та значним вкладом у загальну чисельність, що відображено на рисунках 2.16, 2.17.

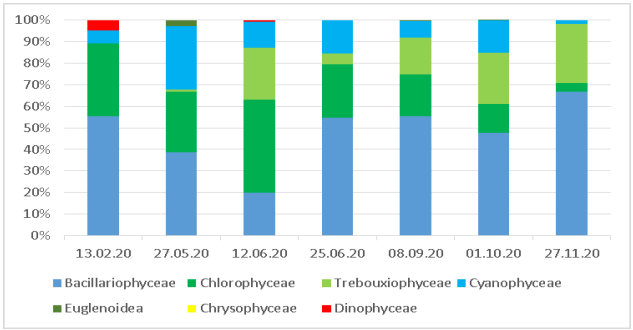


а)

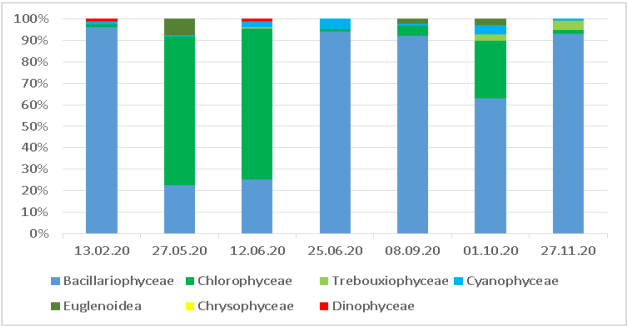


б)

Рисунок 2.16 – Вклад окремих відділів мікроводоростей в кількісні показники фітопланктону нижньої течії р. Дністер у 2020 році на ст. 51 км: а) чисельність; б) біомаса.



а)



б)

Рисунок 2.17 – Вклад окремих відділів мікроводоростей в кількісні показники фітопланктону нижньої течії р. Дністер у 2020 році на ст. Маяки: а) чисельність; б) біомаса.

Щодо вертикального розподілу фітопланктону, за чисельністю вклад окремих відділів у поверхневому та придонному горизонті практично не відрізнявся, за біомасою вклад діатомових мікроводоростей у придонному горизонті був вищим, ніж у поверхневому.

Таким чином, у 2020 році в нижній течії р. Дністер спостерігався діатомово-зелений комплекс видів, з помітним вкладом видове різноманіття евгленових та ціанобактерій. Максимальні значення чисельності та біомаси спостерігались у вересні. Максимуми кількісних показників не співпадали з максимумами видового різноманіття, що свідчить про нестабільність фітопланктонного угрупування у цьому регіоні.

2.5 Мінливість значень хлорофілу-α в прибережній зоні Одеського регіону

Аналіз річної динаміки концентрації хлорофілу-α протягом 2020 року показав, що значення цього показника на станції Аркадія були вищими ніж на станції м. Малий Фонтан протягом всього року, за винятком перших трьох місяців року, коли розподіл був зворотнім, що відображено на рисунку 2.18.

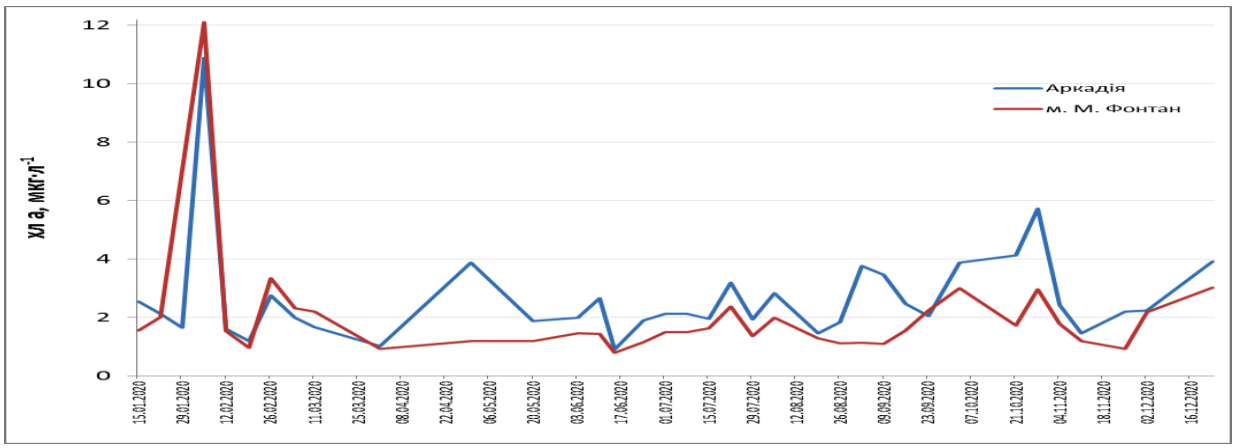


Рисунок 2.18 – Зміна концентрації хлорофілу-α на реперних станціях Аркадія і мис Малий Фонтан у 2020 році

Загалом значення вмісту хлорофілу-α у 2020 році варіювало від 0,79 мкг·л$^{-1}$ до 12,11 мкг·л$^{-1}$. Як мінімальне, так і максимальне значення виявлені на станції м. Малий Фонтан. Протягом 2020 року на різних станціях

спостерігався переважно синхронний характер мінливості середньомісячних значень концентрації хлорофілу-α, що представлено на рисунку 2.19.

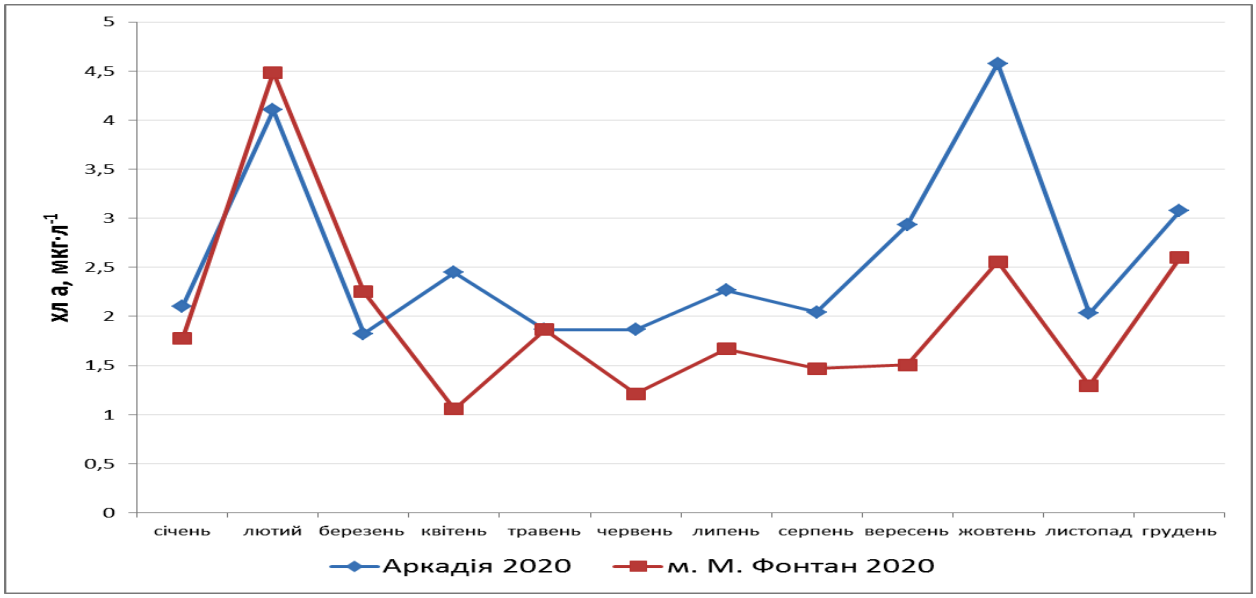


Рисунок 2.19 – Динаміка середньомісячних значень концентрації хлорофілу-α на реперних станціях у 2020 році

Мінімальне середньомісячне значення концентрації хлорофілу-α виявлене в квітні на станції м. Малий Фонтан (1,05 мкг·л$^{-1}$), максимальне - в жовтні на станції Аркадія (4,57 мкг·л$^{-1}$). Динаміка хлорофілу характеризувалася двома вираженими піками в лютому та жовтні 2020 року. В весняно-літній період мінливість хлорофілу-α була незначною. Необхідно відмітити, що в лютому, близьке по рівню (4,10 мкг·л$^{-1}$ – Аркадія, 4,48 мкг·л$^{-1}$ – м. Малий Фонтан) підвищення значень хлорофілу-α спостерігалось на обох станціях. В жовтні середньомісячне значення концентрації хлорофілу-α на станції Аркадія (4,57 мкг·л$^{-1}$) було значно вищим ніж аналогічний показник, виявлений на станції м. Малий Фонтан (2,55 мкг·л$^{-1}$).

Таким чином, протягом 2020 року середньомісячні значення хлорофілу-α на станції Аркадія змінювалися від 1,82 мкг·л$^{-1}$ до 4,58 мкг·л$^{-1}$ (при загальній мінливості від 0,90 мкг·л$^{-1}$ до 10,88 мкг·л$^{-1}$). На станції

м. Малий Фонтан цей показник змінювався від 1,05 мкг·л$^{-1}$ до 4,48 мкг·л$^{-1}$ (при загальній мінливості від 0,79 мкг·л$^{-1}$ до 12,11 мкг·л$^{-1}$).

Було проведено порівняльний аналіз зміни середньомісячних значень хлорофілу-α в прибережній зоні Одеського морського регіону в 2019 та 2020 роках. У 2019 році на реперній станції Аркадія спостерігалось підвищення концентрації хлорофілу-α в лютому та жовтні та такіж аналогічні ситуації були у 2020 році, що представлено на рисунку 2.20.

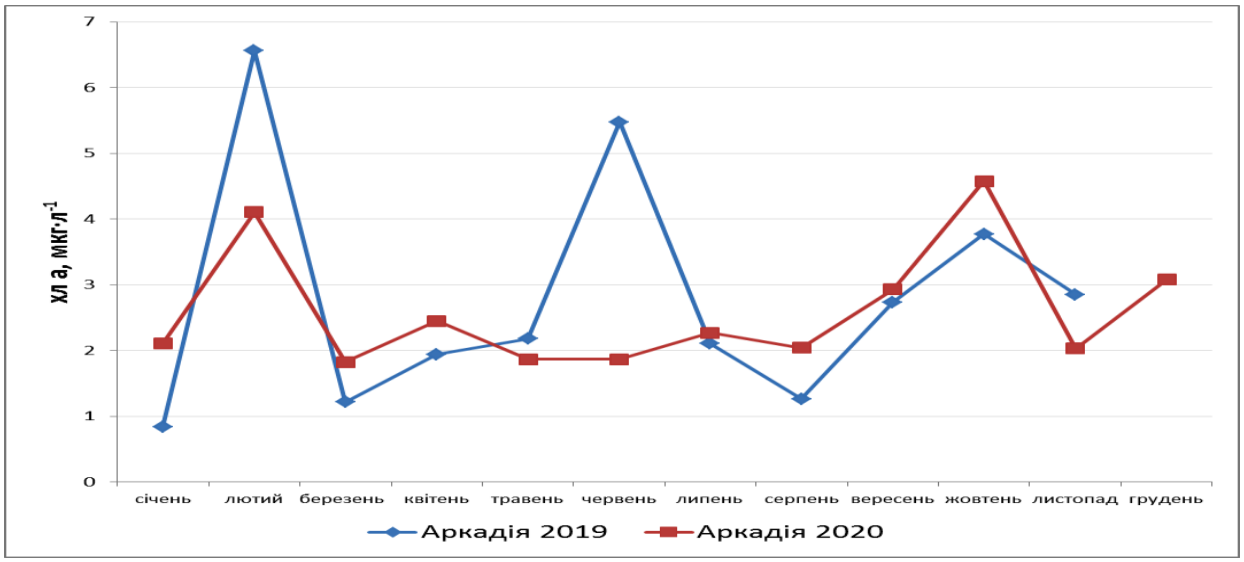


Рисунок 2.20 – Зміна середньомісячних значень концентрації хлорофілу-α на станції Аркадія в 2019 та 2020 році

В цілому динаміка середньомісячних значень хлорофілу-α на станції пляж Аркадія в 2019 і 2020 році мала синхронний характер. Основною відмінністю була відсутність в 2020 році літнього піку хлорофілу, що в 2019 році спостерігався в червні. В 2020 році, літні середньомісячні концентрації хлорофілу-α, навпаки, знижувались до мінімальних за рік значень (1,86 мкг·л$^{-1}$ в червні).

Аналогічна ситуація спостерігалася на станції м. Малий Фонтан. При наявності вираженого (і близького за значенням для 2019 та 2020 років) підвищення концентрації хлорофілу-α в лютому і більш помірного

підвищення в жовтні, то червневий пік, що спостерігався на станції м. Малий Фонтан в 2019 році не був виявлений для 2020 року, що представлено на рисунку 2.21.

Це свідчіть про суттєві зміни в протіканні річної сукцесії фітопланктону в 2020 році, порівняно з 2019 роком.

Середньорічні значення концентрації хлорофілу-α для станції Аркадія варіювали від 2,81 мкг·л$^{-1}$ в 2019 році до 2,59 мкг·л$^{-1}$ в 2020 році. Для станції м. Малий Фонтан ці показники розподілились наступним чином – 2,31 мкг·л$^{-1}$ в 2019 році і 1,97 мкг·л$^{-1}$ в 2020 році, що представлено на рисунку 2.22.

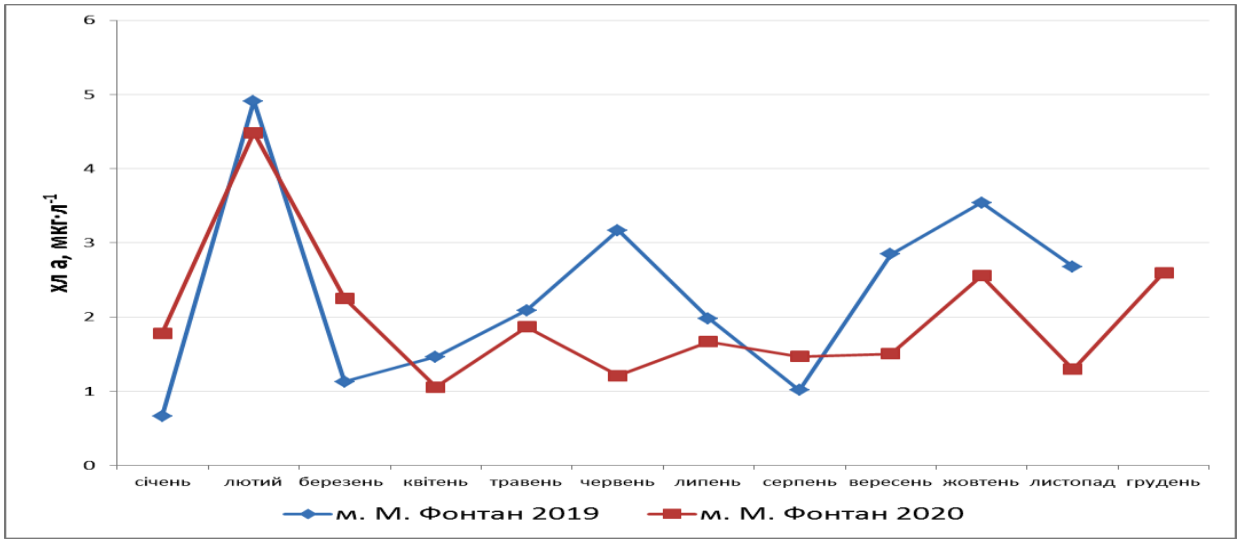


Рисунок 2.21 – Зміна середньомісячних значень концентрації хлорофілу-α в акваторії станції мис Малий Фонтан у 2019 та 2020 році

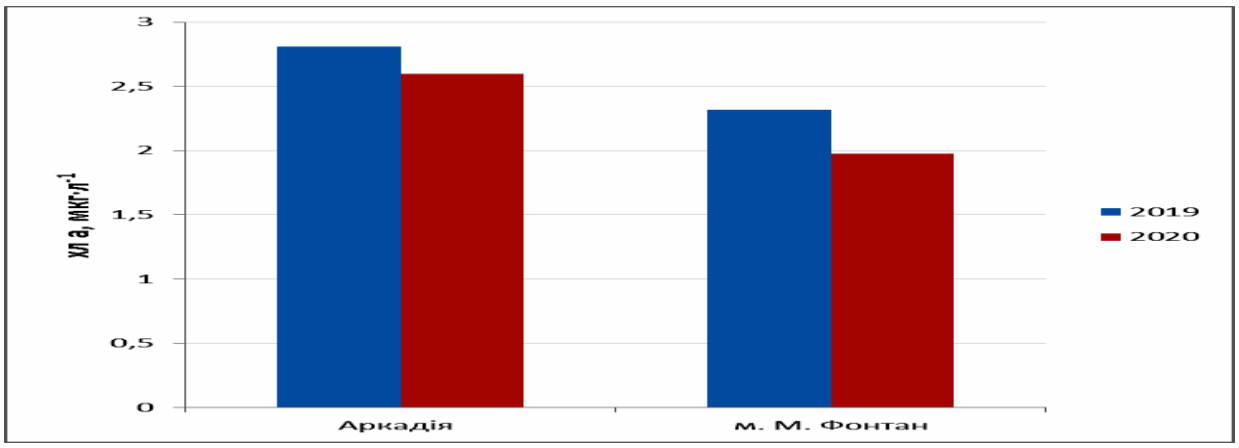


Рисунок 2.22 – Середньорічні значеня концентрації хлорофілу-α на реперних станціях у 2019 та 2020 роках

Таким чином, порівняння середньорічних значень концентрації хлорофілу-α для 2019 та 2020 років свідчить про загальне зниження цього показника у 2020 році як для станції Аркадія, так і для станції м. Малий Фонтан.

2.6 Оцінка стану морських прибережних вод Одеського регіону за концентрацією хлорофілу-α

Для проведення оцінки були використані критерії, розроблені для Болгарських та Румунських прибережних вод [27], та апробовані в таких міжнародних проектах, як MISIS та EMBLAS [28] та узагальнені в Звіті УкрНЦЕМ [26]. Шкалу, за якою проведено оцінку представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Шкала категорій оцінки екологічного стану за концентрацією хлорофілу - а (мкг·л$^{-1}$)

Район	Відмінний	Добрий	Задовільний	Посередній	Поганий
Прибережжя	<0.9	0.9-1.5	1.5-3.1	3.1-7.0	>7.0
Зона змішаних вод	<0.7	0.7-1.2	1.2-2.5	2.5-5.5	>5.5
EQR	1-0.80	0.80-0.63	0.63-0.43	0.43-0.23	0.23-0.0

Ця шкала була розроблена відповідно до вимог WFD і розрізняє п'ять категорій оцінки екологічного стану (Відмінний - синій; Добрий - зелений; Задовільний - жовтий; Посередній - оранжевий; Поганий – червоний). Відповідно до вимог MSFD виділяється лише дві категорії оцінки статусу: "Добрий екологічний стан" (ДЕС; зелений); і "не добрий екологічний стан" (Не ДЕС, червоний).

Оцінка середньосезонних значень концентрації хлорофілу-α показала, що екологічний стан на станції Аркадія та м. М. Фонтан протягом різних сезонів відповідав категорії «Задовільний». Виключення становив зимовий сезон на ст. М.Малий Фонтан та осінній на ст. Аркадія, в який екологічний стан вод відповідав в цей період категорії «Посередній», результати оцінки представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Оцінка екологічного стану на основі середньосезонних значень концентрації хлорофілу-α (мкг·л$^{-1}$)

Сезон	Аркадія	м. Малий Фонтан
зима	3,10	3,13
весна	2,05	1,72
літо	2,06	1,45
осінь	3,18	1,79

Середньорічні значення хлорофілу-α в районі Аркадії (2,55 мкг·л$^{-1}$) та М.Малий Фонтан (1,92мкг·л$^{-1}$) в 2020 році були близькі до відповідних значень, отриманих в 2019 році (2,81 та 2,28 мкг·л$^{-1}$).

Екологічній стан на станціях водних масивів, що досліджувались в літній період відповідав категорії «Добрий», результати оцінки представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Оцінка екологічного стану на основі значень концентрації хлорофілу-α (мкг·л$^{-1}$) в водних масивах у 2020 році

Дата	Район	Хл а, мкг/л
1	2	3
15.06.2020	Дельфін	1,07
15.06.2020	Чкалова	1,17
15.06.2020	м.М. Фонтан	0,79
15.06.2020	Аркадія	0,90
02.10.2020	порт Южний–	9,57

Продовження табл. 2.3

1	2	3
02.10.2020	Коблево	58,40
02.10.2020	Лузанівка	5,94
02.10.2020	Морвокзал	5,38
02.10.2020	Дельфін	4,23
02.10.2020	Чкалова	2,36
02.10.2020	м.М. Фонтан	3,00
02.10.2020	Аркадія	3,87

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

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

2.7 Біорізноманіття та кількісні показники зоопланктону ПЗЧМ

Зоопланктон є суттєвою частиною біоценозу. Він представляє важливу ланку харчового ланцюгу водойм. До того ж до складу зоопланктону поряд з організмами, що впродовж усього життя залишаються в планктоні (голопланктон), входять і личиночні стадії деяких бентосних, перифітонних та нектонних организмів (меропланктон). Таким чином, стан зоопланктону є важливим та лімітуючим фактором для бентосних та нектонних (зокрема риб) спільнот. Організми зоопланктону є чутливими до стану навколишнього середовища, на відміну від короткоциклічного фітопланктону, що відображає

головним чином одномоментні зміни, і довгоциклічного макрозообентосу, що має велику інерцію, зоопланктон єдиний відображає стан середовища в середньостроковій перспективі.

Мезозоопланктон традиційно поділяють на голопланктон, весь життєвий цикл якого проходить у товщі води, та меропланктон (тимчасовий компонент мезозоопланктону), який представлений личиночними стадіями бентосних та нектонних тварин. Під час розвитку меропланктонного компоненту, кількість унікальних таксонів в мезозоопланктоні відчутно зростає.

Біорізноманіття та кількісні показники мезозоопланктону на реперних станціях Одеського регіону.

Протягом 2020 року у всіх досліджуваних акваторіях було ідентифіковано 63 таксонів ранга виду та вище морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Основу біорізноманіття складали копеподи, однак більшою частиною за рахунок бенто-пелагічних видів рядів Harpacticoida та Canueloida (*Canuella perplexa, Clytemnestra sp., Dactylopusia sp., Ectinosoma sp., Harpacticus sp., Heterolaophonte sp., Metis ignea, Thalestris longimana. Harpacticoida gen. sp.*). Однак, знахідка роду *Clytemnestra sp.* мала одиничний характер, до того ж представники цього роду раніше не відмічалися у Чорному морі. Ряди Calanoida і Cyclopoida були представлені 10 таксонами (*Acartia (Acartiura) clausi, Centropages ponticus, Eurytemora velox, Paracalanus parvus, Pseudocalanus elongatus*), ряд Monstrilloida – 1 таксоном(*Monstrilla grandis*). Також різноманітним був меропланктон – 10 таксонів (*Balanus sp., Bivalvia gen. sp., Bryozoa gen. sp., Decapoda grn. sp., Gastropoda gen. sp., Nereis sp., Polyphaeta sp., Prionospio sp., Spio filicornis, Phoronis euxinocola*). Кладоцери були представлені 8 таксонами (*Evadne spinifera, Penilia avirostris, Pleopis polyphemoides, Podonevadne trigona, Pseudevadne tergestina, Bosmina (Bosmina) longirostris, Diaphanosoma brachyurum, Moina micrura*), коловертки – 7 таксонами (*Asplanchna priodonta, Brachionus forficula, Synchaeta baltica, Brachionus*

calyciflorus calyciflorus, Brachionus calyciflorus amphiceros, Brachionus calyciflorus spinosus, Rotatoria g. sp.), найпростіщі – 3 (*Noctiluca scintillans, Aubinia perlicida, Tintinnina gen. sp.*) таксонами. Желетілі – 3 таксонами (*Aurelia aurita, Beroe ovata, Hydromedusa gen. sp.*). Інші організми були представлені 12 таксонами (*Amphipoda g. sp., Chironomidae g. sp., Cumacea g. sp., Insecta gen. sp., Isopoda gen. sp., Nematoda gen. sp., Oikopleura (Vexillaria) dioica, Ostracoda g.sp., Palaemon elegans, Parasagitta setosa, Pisces larvae, Hydrachnidiae gen. sp.*). Таксономічний склад мезозоопланктону у прибережній зоні Одеського регіону протягом 2020 року представлений на рисунку 2.23.

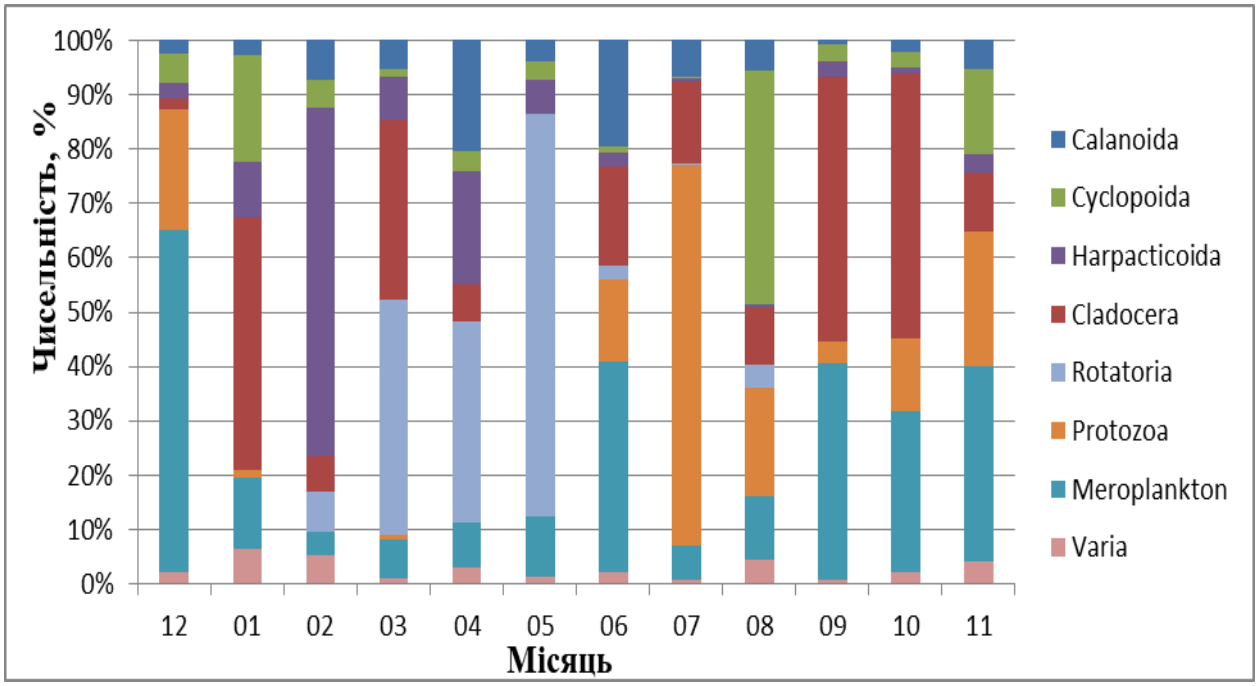


Рисунок 2.23 – Вклад різних таксонів у формування чисельності мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році

Зимовий зоопланктон був більш чисельним та різноманітним ніж в минулі роки (843 екз. · м$^{-3}$ та 4,258 мг · м$^{-3}$ в середньому зимою 2020 року, проти 696 екз. · м$^{-3}$ та 2,681 мг · м$^{-3}$ в середньому зимою 2019 року, індекс Шенону складав у середньому 2,33 ± 0,47 біт · екз.$^{-1}$ зимою 2020 р. та

1,87 ± 0,38 біт · екз.$^{-1}$ зимою 2019). Ймовірно це пов’язано з більш високими значеннями температури у зимовий період 2020 року. В пробах зустрічалися копеподи родів *Acartia, Oithona* та *Paracalanus*, чисельними були представники рядів Harpacticoida та Canueloida, також чисельними були кладоцери роду *Pleopis*, які є індикатором евтрофування, були присутні організми меропланктону. Із березня починає зростати чисельність мезозоопланктону, в пробах з’являються коловертки, демонструючи у березні максимальну чисельність та різноманітність цієї групи. Також зростає чисельність та розмаїття копепод, однак максимальну чисельність вони демонструють пізніше, у липні, коли спостерігається перший максимум розвитку мезозоопланктону (20 248 екз. м$^{-3}$ та 420,394 мг м$^{-3}$), представлений здебільшого копеподами та організмами меропланктону. У червні в пробах зустрічається копепода роду *Monstrila*, яка є індикаторним організмом та може свідчити про покращення стану середовища. Максимум розвитку гетеротрофної флагелляти *Noctiluka scintillans*, яка є індикатором евтрофування, також приходиться на липень. В серпні чисельність та біомаса мезозоопланктону скорочується. Однак, в середи ні вересня в пробах знову з’являються меропланктонні організми та у жовтні спостерігається другий, осінній максимум розвитку мезозоопланктону (8 007 екз. м$^{-3}$ та 61,193 мг м$^{-3}$). Після цього чисельність, біомаса та розмаїття скорочується та у листопаді приймає характерний для зими вигляд. Зазвичай перший максимум розвитку мезозоопланктону приходиться на квітень-червень, та є меньшим за значеннями у порівнянні із другим, однак у 2020 році перший максимум зареєстрували у липні та він був значно більшим як за чисельністю так і за біомасою.

Зміну чисельності мезозоопланктону протягом 2020 року в Одеському регіоні відображено на рисунку 2.24.

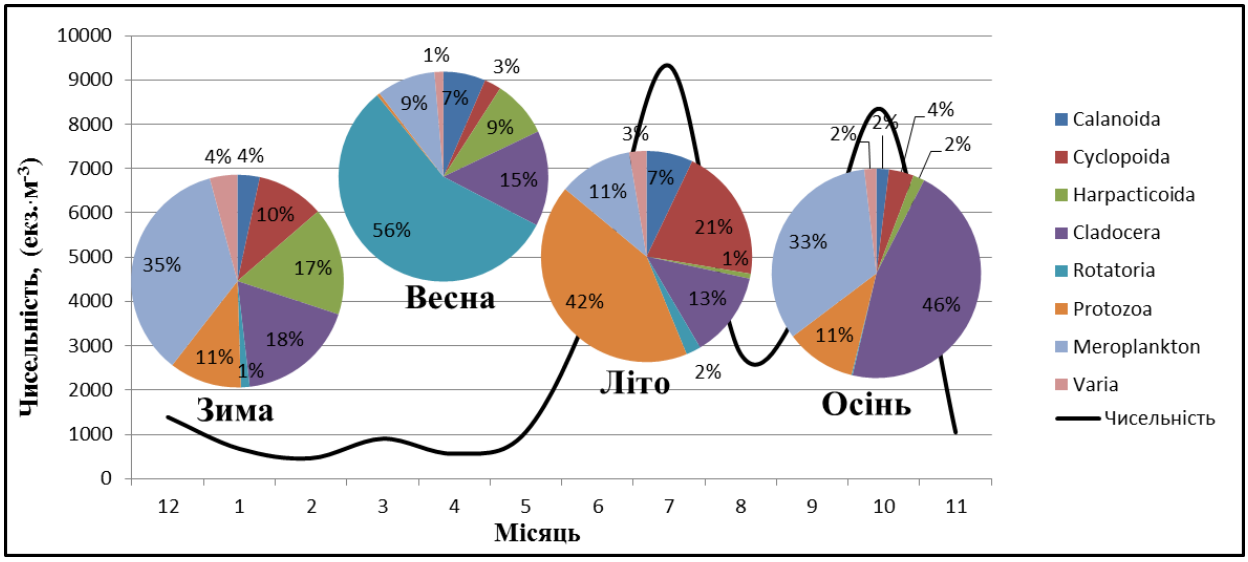


Рисунок 2.24 – Середня чисельність (екз. м$^{-3}$) мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році

Зміну біомаси мезозоопланктону протягом 2020 року в Одеському регіоні відображено на рисунку 2.25.

Загалом, показники чисельності та біомаси були дещо вищими за такі минулих років. Середня чисельність та біомаса основних груп мезозоопланктону наведена у таблиці 2.4.

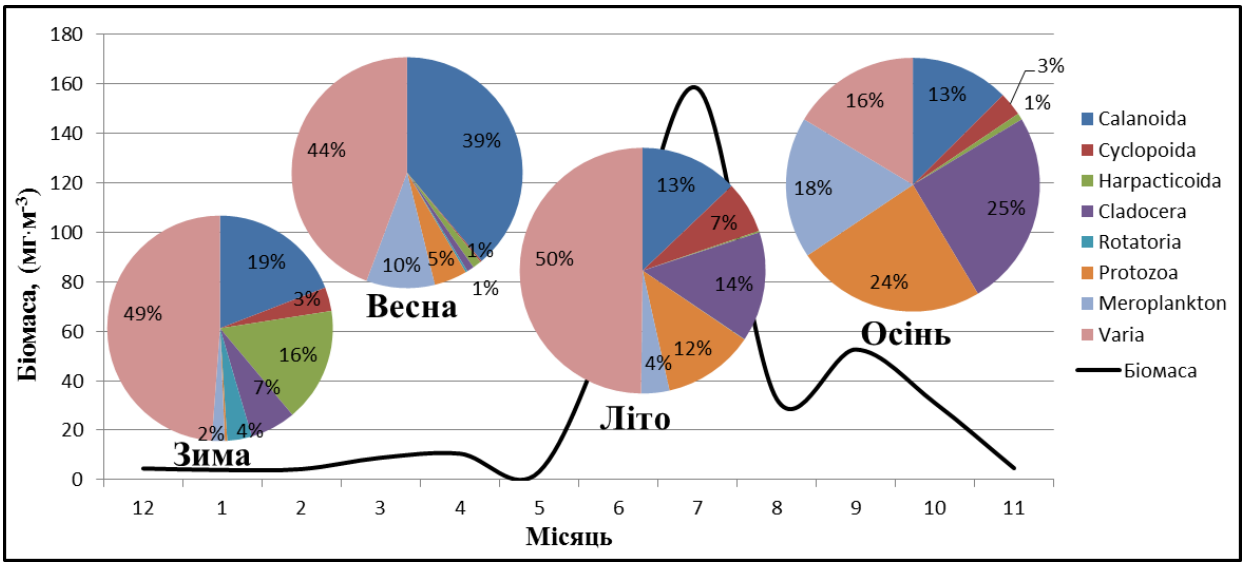


Рисунок 2.25 – Середня біомаса (мг м$^{-3}$) мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році

Таблиця 2.4 – Середня чисельність та біомаса основних груп мезозоопланктону Одеського регіону у 2020 році

Групи мезозоопланктону	Чисельність, екз. $м^{-3}$	Біомаса, мг $м^{-3}$
Calanoida	775±1793	14,59±39,583
Cladocera	794±1521	14,045±39,984
Cyclopoida	2631±12959	6,189±30,221
Harpacticoida	109±117	0,449±0,487
Meroplankton	2073±2781	5,201±7,018
Protozoa	680±2177	11,994±38,84
Rotatoria	62±187	0,083±0,238
Varia	138±482	46,889±213,121
Загалом	7262±18782	99,44±245,613

Так, показники чисельності та біомаси у середньому за 2018 рік склали 5355 ± 6517 екз. $м^{-3}$ та 35,445 ± 59,691 мг $м^{-3}$, за 2019 рік вони складали у середньому 1123 ± 837 екз. $м^{-3}$ та 29,944 ± 58,776 екз. $м^{-3}$. Протягом 2020 року показники чисельності та біомаси складали у середньому 7 262 ± 18 782 екз.*$м^{-3}$ та 99,44 ± 245,613 екз.*$м^{-3}$.

Індекс розмаїття за Шенноном змінювався від 0,54 біт $екз.^{-1}$ у листопаді до 3,10 біт $екз.^{-1}$ у травні та складав у середньому 2,09 ± 0,70 біт $екз.^{-1}$, що відображено на рисунку 2.26.

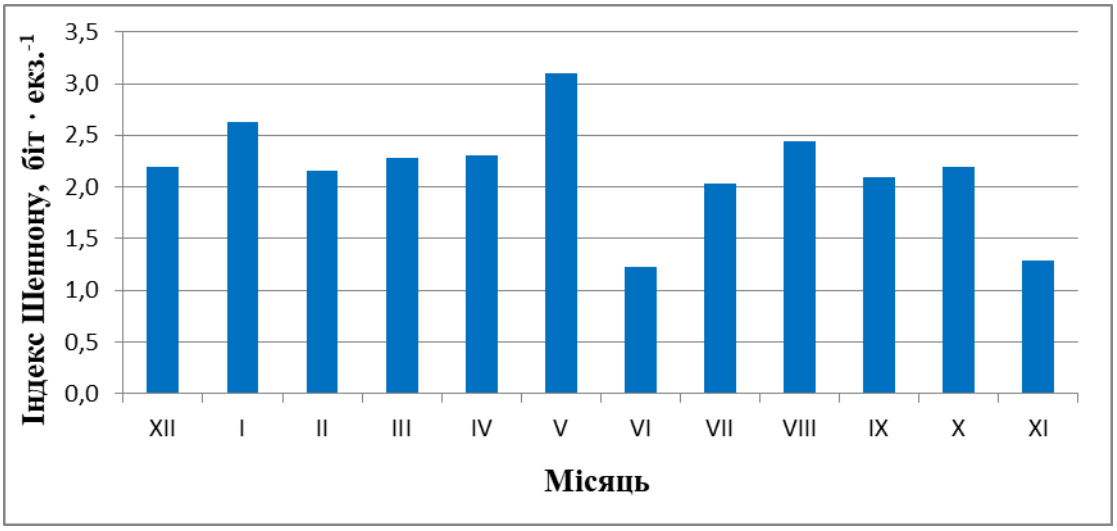
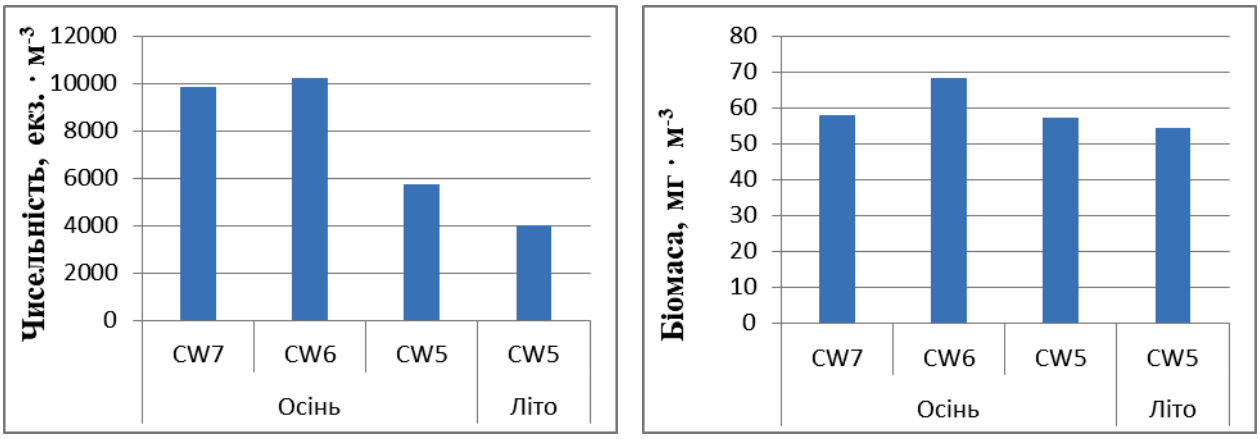


Рисунок 2.26 – Індекс Шенона (за чисельністю) зоопланктону в Одеському регіоні у 2020 році

Трофічний зоопланктон складався з Copepoda, Cladocera, Rotatoria, представників меропланктону та інших груп зоопланктону. У середньому за рік за чисельністю і біомасою переважали копеподи. Також були численними організми меропланктону – Cirripedia, Bivalvia та Polychaeta та гіллястовусі раки Cladocera. Нетрофічний зоопланктон складався в основному з представників желетілих *Aurelia aurita, Hydromedusa gen. sp., Beroe ovata* та *N. scintillans*.

Біорізноманіття та кількісні показники мезозоопланктону в прибережних водних масивах.

Найбільші показники чисельності та біомаси були зареєстровані на водному масиві CW6. Там же спостерігався найвищій показник різноманіття за індексом Шеннону. Однак найліпші показники частки у загальній біомасі *N.scintillans* та веслоногих раків Copepoda спостерігалися на масиві CW7. Водний масив CW5 продемонстрував низькі показники за всіма параметрами окрім розмаїття як влітку так і восени. Чисельність та біомаса мезозоопланктону в різних водних масивах протягом 2020 року відображені на рисунку 2.27.



а) б)

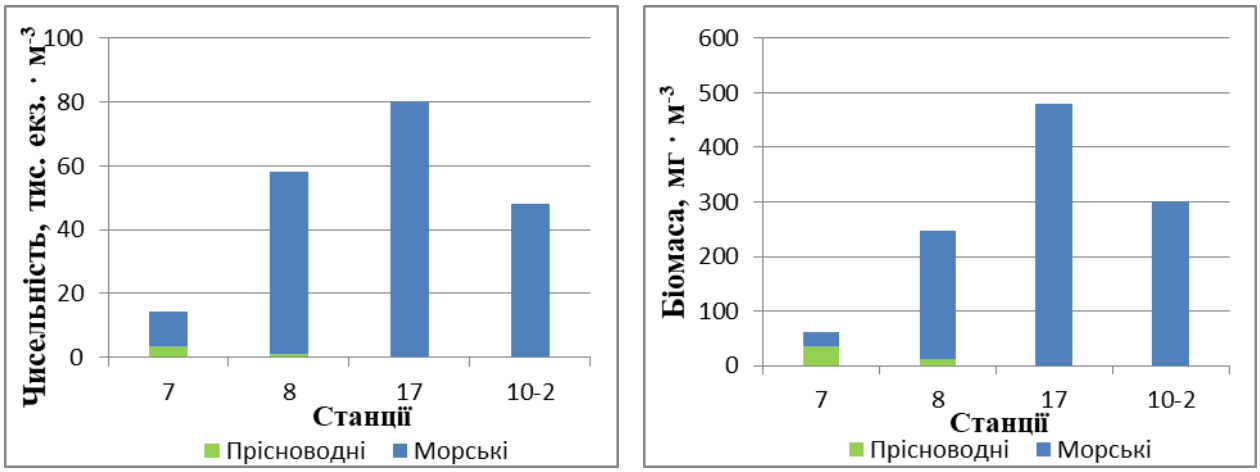
Рисунок 2.27 – Кількісні показники мезозоопланктону на різних водних масивах Одеського морського регіону в 2020 року: а) чисельність, екз. м$^{-3}$; б) біомаса, мг м$^{-3}$.

Високі показники розмаїття останнього при низьких показниках чисельності та біомаси можуть бути пов'язані з наявністю у прибережній зоні цього водного масиву гідротехнічних споруд, так званих «ковщів», які частково перешкоджають водообміну але надають субстрат для життя бенто-пелагічних видів та бентосних організмів, ювенальні стадії розвитку яких проходять у планктоні (меропланктон).

Біорізноманіття та кількісні показники мезозоопланктону в Дунайському регіоні.

Дослідження мезозоопланктону Дунайського регіону у 2020 році проводилися у серпні, на 5 точках, розташованих у водному масиві TW5. Під час досліджень було виявлено 31 таксон морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Найрізноманітнишими були кладоцери (7 таксонів) та організми меропланктону (7 таксонів). Копеподи були представлені 6 таксонами. Коловертки – 5 таксонами, найпростіші – 1 таксоном, желетілі – 1 таксоном. Інші групи не відігравали значної ролі в розмаїтті (4 таксона).

Чисельність та біомасу мезозоопланктону а також частку прісноводних видів на різних станціях представлено на рисунку 2.28.



а) б)

Рисунок 2.28 – Кількісні показники мезозоопланктону на різних водних масивах Одеського морського регіону у 2020 році: а) – чисельність, екз.·м$^{-3}$; б) – біомаса, мг·м$^{-3}$.

Чисельність та біомаса мезозоопланктону змінювалися від 14 400 екз. $м^{-3}$ та 61,003 мг $м^{-3}$ на станції 7 поблизу гирла до 80 236 екз. $м^{-3}$ та 479,447 мг $м^{-3}$ на станції 17. В середньому ці показники складали 50 241 ± 27 416 екз. · $м^{-3}$ та 272,460 ± 172,308 мг $м^{-3}$.

Поблизу гирла Дунаю разом із морськими спостерігалися прісноводні організми, однак по мірі відділення від гирла вони повністю зникали. За кількісними показниками на всіх станціях домінували морські організми. Виключення становить тільки станція 7, де прісноводні організми домінували за біомасою, але не за чисельністю.

2.8 Оцінка екологічного стану морських вод за показниками мезозоопланктону

В рамках міжнародного проекту EMBLAS [29] були запропоновані індикатори для оцінки якості морського середовища за кількісними показниками мезозоопланктону - загальною біомасою, за стандартними вагами [30], видовому різноманіттю, за індексом Шеннону, а також частки у загальній біомасі гетеротрофної динофлагелляти *Noctiluca scintillans* та веслоногих раків Copepoda.

Пізніше на базі цих індикаторів в УкрНЦЕМ в рамках НДР були розроблені [26] цільові значення та критерії оцінки, які проедставлені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Критерії оцінки якості води за показниками мезозоопланктону

Стан / Сезон	Відмінний	Добрий	Середній	Поганий	Дуже поганий
Загальна біомаса мезозоопланктону, мг м$^{-3}$					
Весна	400-300	300-150	150-70	70-10	<10(>400)
Літо	900-600	600-350	350-200	200-40	<40(>900)
Осінь	350-250	250-150	150-70	70-10	<10(>350)
Частка *Noctiluca scintillans* у загальній біомасі, %					
Протягом року	26-31	31-37	37-48	48-65	≥65
Частка *Copepoda* у загальній біомасі, %					
Протягом року	45-38	38-32	32-25	25-18	≤18
Індекс Шеннону, біт екз.$^{-1}$					
Протягом року	2,04-1,73	1,73-1,43	1,43-1,13	1,13-0,82	≤0,82

Ці показники, крім останнього рекомендовані і постановою Кабінету міністрів про моніторинг вод [1].

Так, за критерієм загальної біомаси стан акваторії протягом року можна оцінити як «Середній», за індексом різноманіття Шеннону як «Відмінний» за показником частки *N. scintillans* у загальній біомасі як «Відмінний» та за показником частки Copepoda як «Відмінний».

Більш детально з показниками та оцінками можна ознайомитися у таблиці 2.6.

В цілому за рік за показниками мезозоопланктону стан акваторії можна оцінити як «Добрий».

Таблиця 2.6 – Кількісні показники мезозоопланктону Одеського регіону у 2020 році роки та оцінка екологічного стану

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

Найгірші показники були отримані за критерієм біомаси, але були продемонстровані гарні показники за критеріями розмаїття та розвитком *N.scintillans*, що може свідчити про низький рівень евтрофування та стабільний стан угруповання.

Однак, варто зазначити, що за критеріем частки копепод та розмаїття, за індексом Шеннону високі середньорічні значення були забезпечені за рахунок кількісних та якісних значень мезозоопланктону у зимовий та весняний періоди, у той час, як літом та осінню ці критерії демонстрували нижчі показники, що може вказувати на присутнє значне рекреаційне навантаження на мезозоопланктонне угрупування в прибережних водних масивах.

Кількісні показники мезозоопланктону водних масивів та оцінку за ними якості середовища представлено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Оцінка екологічного стану різних водних масивів Одеського регіону у 2020 році

Водний масив	Показник				Загальна оцінка
	Загальна біомаса, мг · м$^{-3}$	Частка *N.scintillans*, %	Частка *Copepoda*, %	Індекс Шеннону, біт · екз.$^{-1}$	
CW7	57,864	7,09	47,07	1,63	Добрий
CW6	68,116±81,563	10,87±15,37	36,87 ±27,77	2,60±0,70	Добрий
CW5 (Літо)	57,226±48,33	34,03±22,19	9,19 ±11,13	2,0±0,84	Задовільний
CW5 (Осінь)	54,402±69,354	8,86±8,79	20,37 ±23,62	1,66±1,06	Задовільний

Мезозоопланктон характеризувався типовим розвитком, але у 2020 році продемонстрував дещо кращі показники, ніж минулого року. Цього року також не спостерігалося великого розвитку некормової частки планктону – ноктилюки та желетілих, крім того біомаса та розмаїття демонстрували дещо кращі показники, ніж минулого року, що свідчить про поступове поліпшення екологічного стану акваторії.

Оцінка екологічного стану в Дунайському регіоні проводилися за кількісними показниками мезозоопланктону – загальною біомасою, видовому різноманіттю, за індексом Шеннону, а також частки у загальній біомасі гетеротрофної динофлагелляти *N. scintillans* та веслоногих раків Copepoda.

Результати оцінки відображені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Оцінка екологічного стану морських вод за показниками мезозоопланктону в Дунайському регіоні

Станції	Показник				Загальна оцінка
	Загальна біомаса, мг · м$^{-3}$	Частка *N.scintillans*, %	Частка *Copepoda*, %	Індекс Шеннону, біт · екз.$^{-1}$	
Ст 7	61,003	0	16,82	2,40	Добрий
Ст 8	247,289	1,43	78,91	2,22	Відмінний
Ст 17	302,103	40,79	33,606	2,86	Задовільний
Ст 10-2	479,447	0,46	37,23	1,35	Добрий
TW5	272,46 ±172,308	10,67 ±20,09	41,64 ±26,39	2,21 ±0,63	Відмінний

За проведеною оцінкою за середнім серед станцій водного масиву Дунайського регіону TW5 екологічний стан можна оцінити як «Відмінний». Однак, якщо розглянути показники окремих станцій, то екологічний стан можна оцінити як «Добрий».

В цілому, у 2020 році водний масив TW5 продемонстрував великі значення чисельності та розмаїття мезозоопланктону. Екологічний стан регіону можна охарактеризувати як «Відмінний», що відповідає Доброму екологічному стану (ДЕС) у відповідності до MSFD.

Багаторічні зміни вкладу N. scintillans в біомасу зоопланктону.

Хоча за систематикою *N. scintillans* належить до динофітових водоростей, завдяки відносно великому розміру (0,25-0,95 мм [30]) та гетеротрофному способу харчування екологічно вона ближче до мезозоопланктону. Крім того, *N. scintillans* швидко реагує на зміни у навколишньому середовищі, що дозволяє використовувати її як індікатор

стану водойм. Багаторічні зміни вкладу *N. scintillans* в біомасу зоопланктону Одеського регіону відображено на рисунку 2.29.

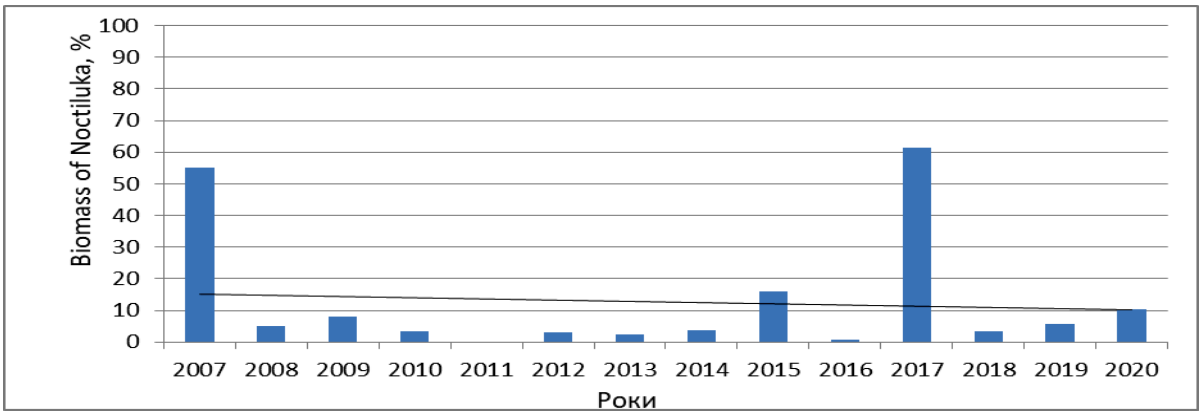


Рисунок 2.29 – Багаторічні зміни вкладу (%) *Noctiluca stintillans* в біомасу зоопланктону в Одеському регіоні

Протягом останніх років масова частка *N. scintilans* у біомасі мезозоопланктону залишається невисокою та має тенденцію до зниження. Винятком є тільки 2017 рік, коли у липні спостерігався спалах її чисельності. Однак, уже в 2018 році біомаса динофлагелляти повернулася до низьких значень.

Так, у 2007 році біомаса *N. scintilans* складала в середньому за рік 51,169 мг · м$^{-3}$ або 55,02 % від загальної біомаси мезозоопланктону. Після цього у період з 2008 року по 2016 рік вона коливалася від 0,734 мг*м$^{-3}$ до 13,052 мг*м$^{-3}$ та залишалася у межах від 2,34 % до 15,82 % від загальної біомаси зоопланктону. У 2017 році спостерігалося різке збільшення чисельності та частки ноктілюки у сумарній біомасі мезозоопланктону, доходячи на короткий період до 233 тис. екз.*м$^{-3}$ або 99,57 % від загальної біомаси. У середньому за 2017 рік біомаса *N. scintillans* складала 5738,631 ± 18736,223 мг*м$^{-3}$ або 61,23 ± 40,61 % від загальної біомаси мезозоопланктону. Однак уже в 2018 та 2019 роках біомаса ноктілюки знизилася та склала 2,135 ± 7,273 мг*м$^{-3}$ або 3,31 ± 10,49% та 0,430 ± 1,09 мг*м$^{-3}$ або 5,56 ± 12,85 % відповідно. У 2020 році вона склала

3,37 ± 9,76 мг*м$^{-3}$ або 10,45 ± 22,09 % від загальної біомаси мезозоопланктону.

Річний хід зміни частки *N. scintillans* у загальній біомасі мезозоопланктону протягом 2020 року відображено на рисунку 2.30.

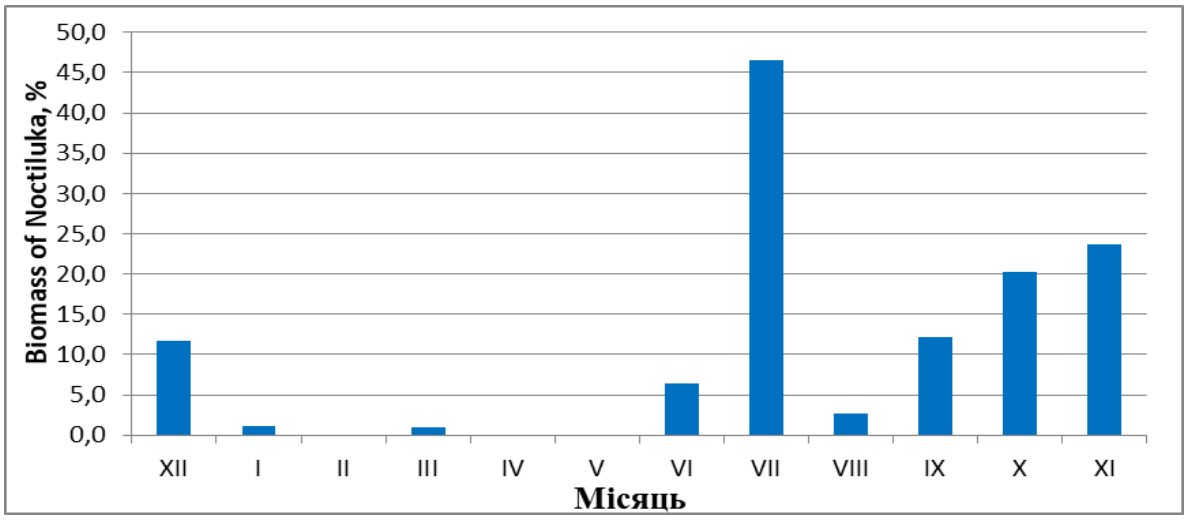


Рисунок 2.30 – Річний хід зміни частки *N. scintillans у* загальній біомасі мезозоопланктону (%) в Одеському регіоні у 2020 році

В цілому за рік стан середовища за часткою ноктілюки можна охарактеризувати як відмінний, до того ж за багаторічними показниками спостерігається тенденція до зниження частки ноктілюки у загальній біомасі мезозоопланктону, що вказує на поступове покращення стану морської прибережної акваторії.

2.9 Біорізноманіття та стан зоопланктону у нижній течії р. Дністер

Акваторія ПЗЧМ знаходиться під впливом впадаючих у неї річок. Під впливом річок, знаходиться майже вся ПЗЧМ, в її акваторію несуть свої води чотири великі річки України: Дунай, Дністер, Південний Буг та Дніпро, забезпечуючи 67 % річного надходження прісної води до Чорного моря [31].

Дослідження зоопланктону нижньої течії Дністра у 2020 році проводилися у всі сезони на двох моніторингових точках, розташованих у с. Маяки та на 51 км.

Протягом 2020 року в нижній течії Дністра було ідентифіковано 37 таксонів зоопланктону. Основу розмаїття складали коловертки (23 таксони). Кладоцери були представлені 5 таксонами, копеподи – 4 таксонами. Інші организми не відігравали значної ролі в різноманітті (5 таксонів). Таксономічний склад мезозоопланктона нижньої течії Дністра можна представлено на рисунку 2.31.

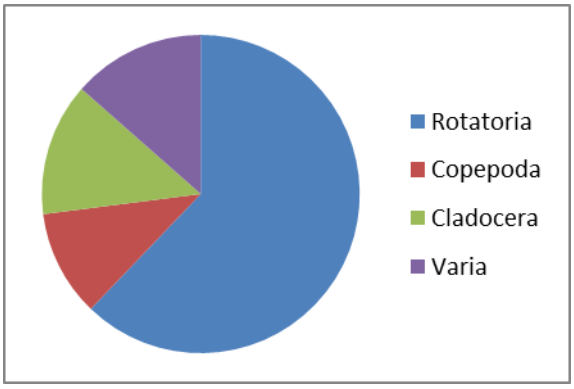
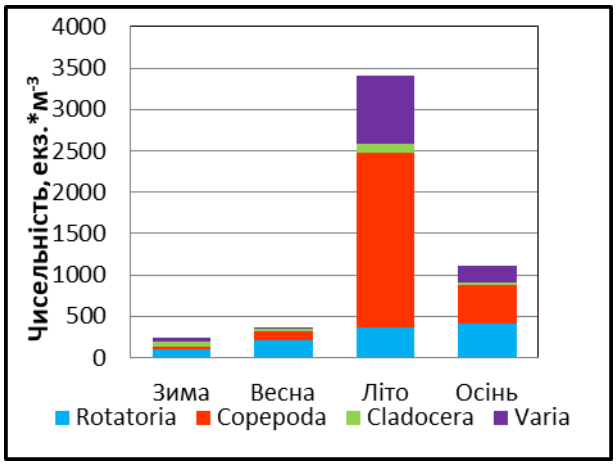


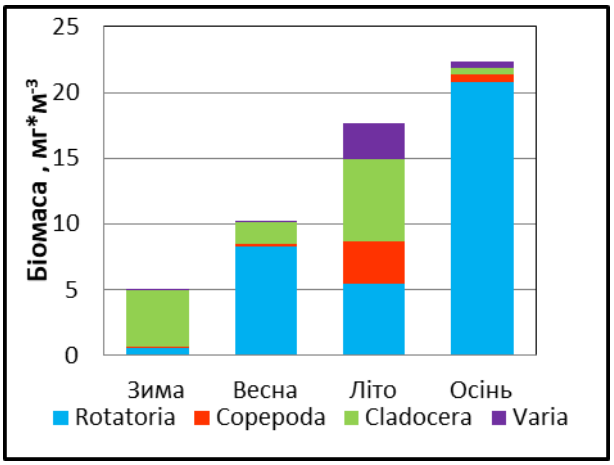
Рисунок 2.31 – Таксономічний склад мезозоопланктону нижньої течії Дністра у 2020 році

Зима характеризувалася малим видовим розмаїттям та чисельністю зоопланктону. Чисельними були тільки коловертки роду *Notholka* та кладоцери *Chydorus sphaericus*. Також зустрічалися коловертки родів *Brachionus, Asplanchna, Filinia* а також науплії копепод. Весною спостерігалося зростання розмаїття та біомаси зоопланктону. У пробах реєструвалися копеподи родів *Acanthocyclops*, *Eucyclops* та *Eudiaptomus*. Збільшувалось розмаїття коловерток. Перший максимум розвитку приходився на червень. Також на червень припадав максимум розмаїття кладоцер, які разом із коловертками і забезпечують більшу частину біомаси зоопланктону. Другий максимум припадав на вересень та представлений був

здебільшого коловертками та копеподами. В жовтні чисельність скорочувалася та у листопаді набувала характерної для зими картини. Кількісні показники різних груп зоопланктону відображено на рисунку 2.32.



а)



б)

Рисунок 2.32 – Кількісні показники мезозоопланктону Дністра у 2020 році: а) – чисельність, екз. · м$^{-3}$; б) – біомаса, мг · м$^{-3}$

Відмічено, що перший максимум розвитку був найбільшим за чисельністю, а найбільшим за біомасою був другий максимум, що відбувався у вересні. Кількісні показники основних груп мезозоопланктону представлено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Середня чисельність та біомаса основних груп мезозоопланктону в нижній течії Дністра у 2020 році

Групи мезозоопланктону	Зима	Весна	Літо	Осінь	Середнє
1	2	3	4	5	6
Чисельність, екз. · м$^{-3}$					
Rotatoria	103 ±61	207 ±151	370 ±311	407 ±187	272 ±104
Copepoda	37 ±14	117 ±24	2100 ±1937	465 ±551	679 ±906
Cladocera	57 ±71	27 ±0	110 ±71	40 ±47	58 ±33
Varia	43 ±61	3 ±5	830 ±962	193 ±167	267 ±447
Загалом	240 ±207	353 ±179	3410 ±3281	1104 ±953	1277 ±1490

Продовження табл. 2.9

1	2	3	4	5	6
Біомаса, мг · м$^{-3}$					
Rotatoria	0,581 ±0,721	8,284 ±6,938	5,408 ±0,526	20,763 ±13,664	8,759 ±6,226
Copepoda	0,097 ±0,064	0,175 ±0,005	3,291 ±3,447	0,65 ±0,583	1,053 ±1,635
Cladocera	4,281 ±5,343	1,644 ±0,524	6,263 ±3,509	0,429 ±0,573	3,154 ±2,36
Varia	0,109 ±0,155	0,008 ±0,012	2,693 ±3,273	0,497 ±0,424	0,827 ±1,547
Загалом	5,069 ±6,282	10,111 ±7,478	17,654 ±10,754	22,338 ±15,244	13,793 ±11,769

Індекс сапробності за [32] змінювався від 1,56 у лютому до 2,44 у червні, що відображено на рисунку 2.33.

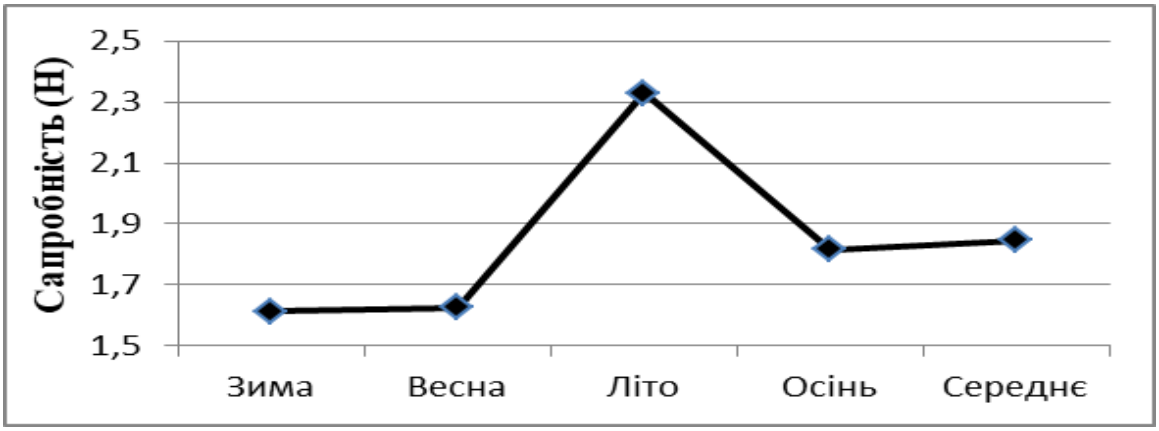


Рисунок 2.33 – Показник Сапробності (Н) за показниками мезозоопланктону у нижній течії Дністра у 2020 році

В середньому за рік індекс сапробності становив 1,62, що відповідає β-мезосапробній зоні (води помірного забруднення). Індекс сапробності продемонстрував незначне покращення у порівнянні з 70-ми роками минулого століття, коли він складав 1,88 [33].

3 СТАН БЕНТОСНОГО УГРУПОВАННЯ

3.1 Біорізноманіття та екологічний статус зообентосу ПЗЧМ

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють ракоподібні (Crustacea), молюски (Mollusca) і хробаки (Vermes). В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя Одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 до 10 м) зареєстровано 34 таксони, що представлено на рисунку 3.1.

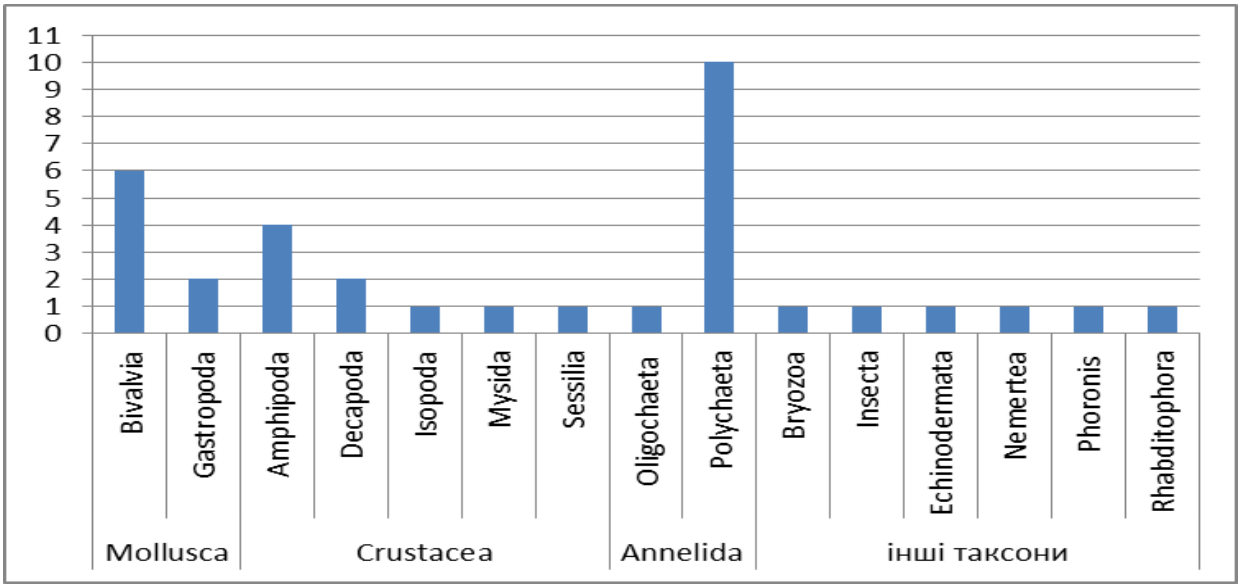


Рисунок 3.1 – Таксономічний склад макрозообентосу прибережних водних масивів у 2020 році

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

Просторовий розподіл макрозообентосу прибережної смуги неоднорідний і залежить в основному від характеру ґрунту, глибини,

зовнішніх гідрологічних змін, розташування (відстані) від гідротехнічних споруд та також зростаючого антропогенного впливу у літній період.

Стан здоров'я навколишнього середовища за показниками макрозообентосу вимірювався за допомогою індексів, встановлених MSFD - AZTI Marine Biotic Index та m-AMBI [34] – [39]. Критерії для оцінки бентосних біоценозів представлені в таблиці 3.1, за екологічними групами в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Критерії оцінки екологічного стану бентосних біоценозів

Стан	ДЕС		Не-ДЕС		
	Високий	Добрий	Помірний	Бідний	Поганий
H' для м'яких грунтів	≥ 3,3	2,5-3,3	1,8-2,5	1,1-1,8	< 1,1
H' для піщаних і змішаних ґрунтів	≥ 4	3,1-4	2,2-3,1	1,3-2,2	< 1,3
AMBI	0,2 - 1,2	1,2 - 3,3	3,3 - 4,3	4,3 - 5,5	5,5 - 7,0
M-AMBI	≥ 0.85	0,6-0,85	0,39-0,6	0,2-0,39	<0,2

Таблиця 3.2 – Критерії до розподілу тварин макрозообентосу за екологічними групами

Групи	Розподіл за залежністю від чутливості до зовнішнього впливу
I	тварини, що чуткі до впливу (первинний стан)
II	тварини, що байдужі до порушень присутні у невеликої кількості (незначний дисбаланс)
III	тварини, що толерантні до органічного забруднення но підходять до нормальних умов (деяка неврівноваженість ситуації)
IV	другого порядку «умовно патогенні» тварини (від слабої до вираженої несиметричної ситуації)
V	першого порядку «умовно патогенні» тварини (виражена незбалансована ситуація)

Критичні значення показників для Чорного моря були взяті з технічного звіту щодо інтеркалібрації за критеріями водної рамочної директиви в частині 3 [40]. Для розрахунку AMBI і m-AMBI використано безкоштовне програмне забезпечення, доступне на www.azti.es, Шеннона (H') log2, агрегування – Biodiversity PRO (доступно на http://www.sams.ac.uk).

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

Угруповання *Mytilus galloprovincialis - Alitta succinea*

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

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

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

Угруповання *Lentidium mediterraneum*

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

D4: Спільнота *Lentidium mediterraneum*: на частку виду домінанту припадало 95 % біомаси. При цьому значну частку чисельності до 45 % складали сумарно поліхети *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914 та молодь мідій *Mytilus galloprovincialis*.

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

Угруповання *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)

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

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

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

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

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

D4: Домінантою за біомасою в угрупованні були фільтратори *Cerastoderma glaucum* та *Abra nitida*, на частку яких доводилося від 70 % до 90 % біомаси, при цьому їх частка за чисельністю варіювала в межах від 18 % до 20 %. При цьому поліхети - *Capitella capitata, Alitta succinea, Spio filicornis* складали від 75 % чисельністі сумарно.

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

Угруповання *Abra nitida*

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

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

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

Угруповання: *Spio filicornis*

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

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

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

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

На рисунку 3.2 представлено результати оцінки за індексом AMBI.

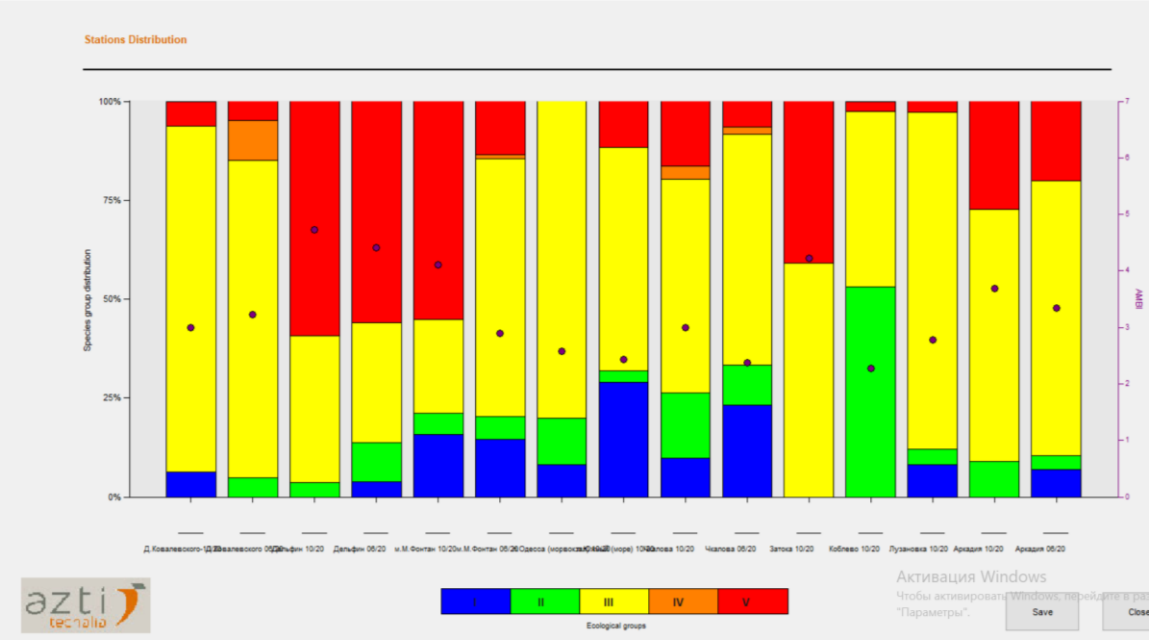


Рисунок 3.2 – Результати оцінки за індексом AMBI.

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

3.2 Біорізноманіття та кількісні показники фітобентосу ПЗЧМ

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

Проективне покриття субстрату водоростями визначали візуально. Таксономічна структура флори і видові назви водоростей представлені у звіті

у відповідності за загальноприйнятою у світовій практиці системою класифікації [41], [42].

Для оцінки екологічного стану екосистем Чорного моря за станом макрофітобентосу використовувались наступні показники: біорізноманіття та відсотковий вклад основних таксонів. Крім того, визначали середню біомасу на станціях, з урахуванням відсотка проективного покриття субстрату водоростями.

У порівнянні з усім Чорним морем прибережні частини ПЗЧМ мають бідну флору. В результаті проведених досліджень макрофітобентосу прибережних частин Дніпровського регіону, Одеської затоки та Дністровського регіону було виявлено 40 видів: 38 бентосних водоростей та 2 види морських трав, що входять до 4 відділів: Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta та Tracheophyta, див. Додаток Д. Серед загального різноманіття водоростей-макрофітів домінують червоні водорості – 19 видів (47.5 %), друге місце займають зелені водорості – 17 видів (близько 42.5 %). Бурих водоростей виявлено лише 2 види (близько 5 %). Вклад Вищих водних рослин становив 5 %. Визначені макрофіти належать до 6 класів, 13 рядів, 17 родин, 25 родів. Найбільшим числом видів представлені роди *Cladophora* та *Ulva* – по 5 видів, *Ceramium* – 4 види, роди *Chaetomorpha, Acrochaetium, Carradoriella* та *Zostera* по 2 види. Найменшим числом видів – по 1 виду представлені роди *Bryopsis, Ulothrix, Urospora, Blidingia, Ulvella, Bangia, Pyropia, Stylonema, Hydrolithon, Grania, Callithamnion, Antithamnion, Chondria, Polysiphonia, Peyssonnelia, Erythrocladia, Myriactula, Punctaria.*

Провідними родинами за період досліджень були Cladophoraceae – 7 видів (17.5 %), Ulvaceae та Ceramiaceae – по 5 видів (12.5 %), Rhodomelaceae – 4 види (10 %), Acrochaetiaceae – 3 види (7.5 %). Інші родини представлені 2 (Ulotrichaceae, Bangiaceae, Chordariaceae, Zosteraceae) або 1 видом (Bryopsidaceae, Kornmanniaceae, Ulvellaceae, Goniotrichaceae, Hydrolithaceae, Callithamniaceae, Peyssonneliaceae, Erythrotrichiaceae). Це свідчить про спрощений склад досліджуваної альгофлори – у її складі переважають

одновидові та двовидові родини і лише по одній родині містять 3, 4, 5 та 7 видів водоростей.

Крім того, таке незначне біорізноманіття пояснюється перш за все літньо-осіннім відбором проб і як наслідок, відсутністю сезонно-зимових видів. В умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних акваторій у всіх досліджуваних акваторіях переважали зелені водорості. Знайдено 3 нових для Одеської затоки види макрофітів. Восени на 2-ох відкритих ділянках пляжу Лузанівка (CW6_3) у штормових викидах знайдена червона водорість *Chondria capillaris.* Її S/W_p дорівнює 28,6 ± 1,8 $м^2$ $кг^{-1}$. Еколого-флористична характеристика: вид бореально-тропічний, однорічний, олігосапроб, ведучий. У середині минулого століття вид був поширений в Одеській затоці. Характерний для Егорлицько-Тендрівсько-Джарилгацько-Перекопського гідроботанічного району Чорного моря [43].

На ділянці CW5_6 (район сан. ім. Чкалова) влітку вперше для Одеського регіону ідентифіковано зелену пластинчату водорость *Blidingia minima*. Вона виступала другим домінантом з *Ulva intestinalis* і давала значну біомасу – 0.294 $кг·м^{-2}$, яка перевищувала біомасу *Ulva* (0.226 $кг·м^{-2}$). Бореально-тропічний вид, однолітній. Розповсюджений у берегів Крима [43].

В літній період на ділянці CW5_7 (мис Малий Фонтан) на черепашках *Mytilus galloprovincialis* було знайдено нитчастий дрібний бурий макрофіт *Myriactula rivulariae* ($(S/W)_x$,) Це сезонний літній, олігосапробний вид, холодноводний. Поширений на атлантичних берегах Європи, включаючи острова і внутрішні моря. Навесні 2017 року було знайдено цей вид в західній частині Філофорного поля на мідійній черепашці. Його S/W_p становило 451.68 ± 19.21 $м^2$ $кг^{-1}$. в 2017 році, у 2020 році– S/W_p 493.27 ± 19.0 $м^2$ $кг^{-1}$. У середині минулого століття вид був поширений в Одеському регіоні. Характерний для Егорлицько-Тендрівсько-Джарилгацько-Перекопського гідроботанічного району Чорного моря, Кримських берегів [43].

Як можна бачити з таблиці 3.3 та рисунку 3.3 на більшості станцій біорізноманіття зменшується від літа до осені, на деяких станціях – навпаки.

Саме високе біорізноманіття спостерігалося на точках CW5_6 та CW5_8 – по 13 видів. За рахунок залишків сезонно-зимових видів *Pyropia leucosticta*, *Punctaria latifolia*, дрібних червоних водоростей-епіфітів *Acrochaetium secundatum*, *Acrochaetium parvulum* і зеленої водорості-ендофіта *Ulvella leptochaete*. Восени, навпаки збільшення біорізноманіття на точках CW5_5 та CW5_9 походить від виявлення епіфітів та ендофіту. В осінніх пробах на точках CW7_2 та CW4_11 не зафіксовано видів роду *Ceramium*, і цим можна пояснити саме низьке біорізноманіття.

Таблиця 3.3 – Коливання біорізноманіття та біомаси макрофітів по станціях та сезонах

Назва пункту моніторингу	Код станції моніторингу	Біорізноманіття макрофітів по сезонах, кількість видів		Дійсна біомаса при існуючому проективному покритті (90 %), кг·м$^{-2}$	
		Літо	Осінь	Літо	Осінь
Порт «Южный»	CW7_2		6		0.365
Пляж «Дельфін»	CW5_5	8	10	1.512	0.499
Сан. ім. «Чкалова»	CW5_6	13	9	0.905	0.638
Мис Малий Фонтан	CW5_7	10	8	0.473	0.417
Пляж «Аркадія»	CW5_8	13	11	1.292	0.701
Дача «Ковалевського»	CW5_9	6	9	0.973	0.410
Пляж «Затока»	CW4_11		7		0.742

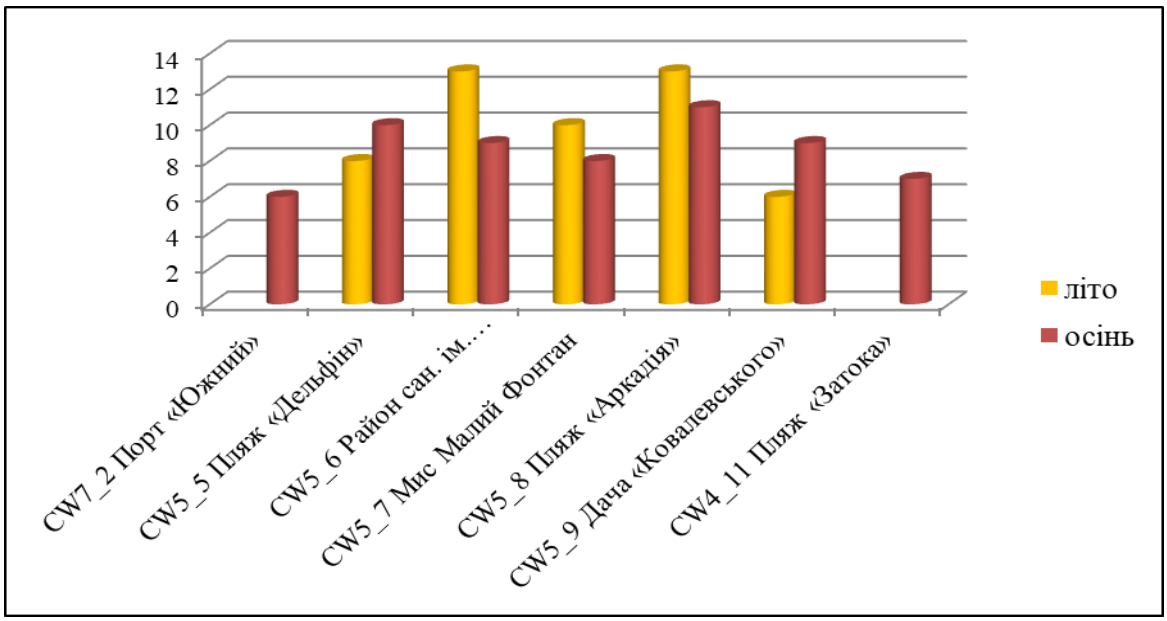


Рисунок 3.3 – Кількісний склад макрофітів по сезонах

Коливання біомаси мікроводоростей за сезонами року представлено на рисунку 3.4.

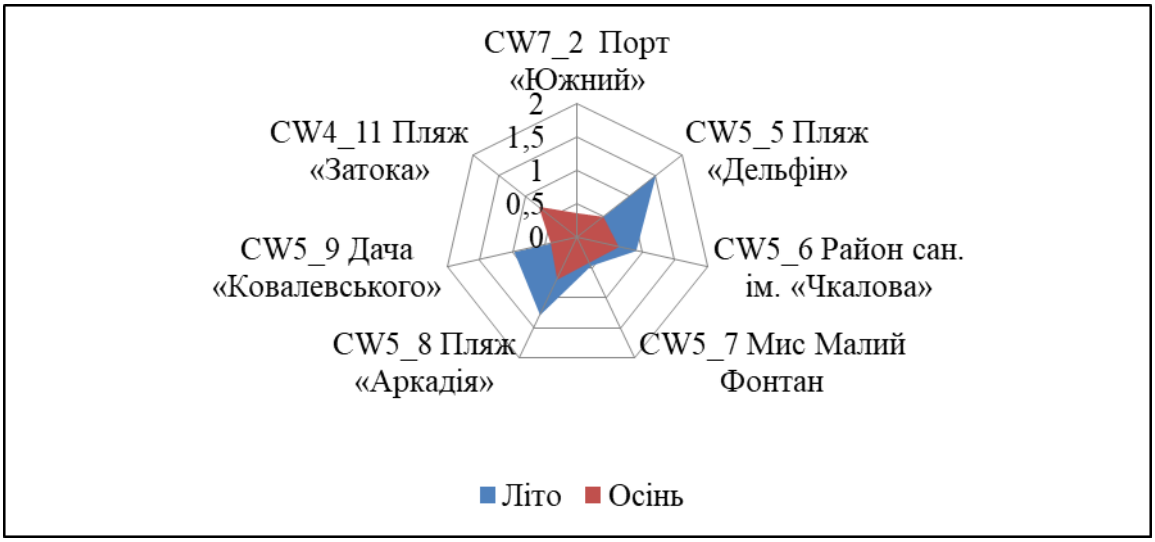


Рисунок 3.4 – Коливання біомас макрофітобентосу (в кг·м$^{-2}$) у 2020 році

Влітку біомаси макроводоростей досягають близько 1 – 1.5 кг·м$^{-2}$, восени біомаси зменшуються. Наприклад, за рахунок вкладу зеленої *Ulva intestinalis* середня величина біомаси на точці CW5_5 становить 0.999 кг·м$^{-2}$, та 0.818 кг·м$^{-2}$ – на точці CW5_8. Відрізняється невеликими значеннями

біомас і незначним коливанням величин тільки точка CW5_7. Спостерігається значне зменшення біомас від літа до осені, на деяких станціях в півтора-два рази.

Також було проведено оцінку Екологічного Статус Класу (ЕСК) прибережних ділянок моніторингу за морфофункціональними показниками макрофітобентосу: питома поверхня трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$, м^2 кг$^{-1}$, питома поверхня угруповання $(S/W)_x$, м^2 кг$^{-1}$, індекс поверхні фітоценозу (SI_{ph}, од.). Для цього було використано схему класифікації прибережних і шельфових оселищ Чорного моря з солоністю 12-17 ‰ [44], [45]. Автором пропонується розраховувати середнє значення питомої поверхні популяцій (S/W_p) тільки для тих видів, біомаса яких перевищує 0,001 кг·м$^{-2}$.

Ключовим моментом для оцінки ЕСК є наявність у флористичному складі спільнот макрофітобентосу чутливих (S/W_p = 5-25 м^2 кг$^{-1}$, k-види) і толерантних ($S/W_p \geq 25$ м^2 кг$^{-1}$, r-види) видів макрофітів. Великі, багаторічні види з низькою питомою поверхнею є показниками досягнення доброго стану морського середовища. І навпаки, велика кількість (значна біомаса) дрібних, дрібно розгалужених видів з високою питомою поверхнею вказують на високу продуктивність вод, високий рівень евтрофікації та низькі категорії ЕСК. Тож розраховували відсоток чутливих видів від загальної кількості видів ($S_{sp,}$ %).

На сучасному етапі в донних оселищах прибережних районів переважають толерантні види водоростей, що свідчить про недосягнення доброго екологічного стану (ДЕС) за цим показником**.** Відсоток чутливих видів лише 10 %: *Punctaria latifolia* (S/W_p 22.8±1.7 м^2 кг$^{-1}$), *Chaetomorpha linum* (S/W_p 21.0±0.6 м^2 кг$^{-1}$), *Zostera noltei* (S/W_p 19.77±2.15 м^2 кг$^{-1}$) та *Zostera marina* (S/W_p 10.15±2.3 м^2 кг$^{-1}$). В таблиці 3.4 представлено шкалу для оцінки екологічних статус-класів.

Таблиця 3.4 – Шкала оцінки екологічних статус-класів для прибережних та шельфових районів Чорного моря з солоністю від 12 ‰ до 17 ‰ за індикаторами макрофітів

Екологічний статус клас	Екологічні оціночні індекси					
	Питома поверхня трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$, $м^2 \cdot кг^{-1}$	Відносна екологічна якість (ВЕЯ)	Питома поверхня угруповання $(S/W)_x$, $м^2 \cdot кг^{-1}$	Відносна екологічна якість (ВЕЯ)	Індекс поверхні фітоценозу (SI_{ph}), один.	Відносна екологічна якість (ВЕЯ)
Відмінний	$(S/W)_{3Dp} < 15$	≥ 0.82	$(S/W)_x < 60$	≥ 0.98	$SI_{ph} < 25$	≥ 0.95
Добрий	$15 \le (S/W)_{3Dp} \le 30$	0.54	$60 \le (S/W)_x \le 80$	0.79	$25 \le SI_{ph} \le 40$	0.84
Задовільний	$31 \le (S/W)_{3Dp} \le 45$	0.37	$81 \le (S/W)_x \le 120$	0.58	$41 \le SI_{ph} \le 55$	0.68
Посередній	$46 \le (S/W)_{3Dp} \le 60$	0.25	$121 \le (S/W)_x \le 200$	0.17	$56 \le SI_{ph} \le 90$	0.15
Поганий	$(S/W)_{3Dp} > 60$	≥ 0	$(S/W)_x > 200$	≥ 0	$SI_{ph} > 90$	≥ 0

Для оцінки стану різних районів Чорного моря найбільш показовим є такий морфофункціональний показник макрофітобентосу, як питома поверхня трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$. Він відображає інтенсивність продукційного процесу, пов'язаного зі станом морського середовища, перш за все евтрофікацією. У таблиці 3.5 наведено зміни цього показника по станціях та сезонах.

Таблиця 3.5 – Клас екологічного статусу станцій моніторингу за індексом питомої поверхні трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$

Регіон та код станції моніторингу	Питома поверхня трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$, $м^2 \cdot кг^{-1}$			
	весна		осінь	
Дніпровський регіон CW7_2 Порт «Южний»			1 *Cladophora albida* 2 *Ulva flexuosa* 3 *Ulva intestinalis*	85.5 50.4 36.1
Одеська затока CW5_5 Пляж «Дельфін»	1 *Cladophora albida* 2 *Cladophora vagabunda* 3 *Ulva intestinalis*	85.5 47.8 36.1	1 *Cladophora vagabunda* 2 *Ulva flexuosa* 3 *Ulva intestinalis*	47.8 50.4 36.1
Одеська затока CW5_6 Сан. ім. «Чкалова»	1 *Cladophora vagabunda* 2 *Ulva intestinalis* 3 *Carradoriella denudata*	47.8 36.1 56.9	1 *Ulva intestinalis* 2 *Ceramium diaphanum* 3 *Ceramium virgatum*	36.1 34.3 25.7 50.4

Продовження табл. 3.5

Одеська затока CW5_7 Мис Малий Фонтан	1 *Cladophora albida* 2 *Ulva flexuosa* 3 *Ulva intestinalis*	85.5 50.4 36.1	1 *Ulva flexuosa* 2 *Ulva intestinalis* 3 *Ceramium arborescens*
Одеська затока CW5_8 Пляж «Аркадія»	1 *Cladophora vagabunda* 2 *Ulva flexuosa* 3 *Ulva intestinalis*	47.8 50.4 36.1	1 *Ulva intestinalis* 2 *Ceramium arborescens* 3 *Ceramium virgatum*
Дністровський регіон CW5_9 Дача «Ковалевського»	1 *Cladophora albida* 2 *Ulva flexuosa* 3 *Ulva intestinalis*	85.5 50.4 36.1	1 *Cladophora albida* 2 *Ulva intestinalis* 3 *Ceramium virgatum*
Дністровський регіон CW4_11 Пляж «Затока»			1 *Cladophora albida* 2 *Cladophora vagabunda* 3 *Ulva flexuosa*

Судячи з величин $(S/W)_p$, навесні на станціях де *Cladophora albida* або *Carradoriella denudata* виступали одним з домінантів це збільшувало коєфіцієнт та ці райони віднесено до ЕСК «Посередній». Виняток становила станція CW5_8 – ЕСК цього району відповідала оцінці «Задовільний». Восени ситуація значно поліпшилась з ЕСК «Посереднього» до «Задовільного» й «Доброго» у наслідок домінування більш крупних видів з низькими величинами $(S/W)_{3Dp}$. Так, наприклад на станції CW5_8 найнижчий S/W_{3Dp}, так як за біомасою і зустрічальністю домінують види з низькими значеннями S/W_p : *Ulva intestinalis* (36.1 $м^2 \cdot кг^{-1}$ ±1.1), *Ceramium arborescens* (27.1 $м^2 \cdot кг^{-1}$±1.8), *Ceramium virgatum* (25.7 $м^2 \cdot кг^{-1}$± 1.2). У Дністровському (CW7_2) та Дніпровському регіонах (CW5_9 і CW4_11), як і раніше домінують дрібні види макрофітів, що може пояснюватися підвищеним рівнем евтрофування.

У таблиці 3.6 наведено інтегральний результат оцінки екологічного статусу районів моніторинга за трьома морфофункціональними показниками.

Таблиця 3.6 – Інтегральний показник оцінки ЕКС станцій моніторингу за морфофункціональними показниками макрофітобентосу

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

ЕСК за індексом середньої питомої поверхні структурних елементів водоростей $(S/W)_x$, $м^2 \cdot кг^{-1}$ за період спостережень залишався стабільно «Відмінним». Оскільки такий показник, як індекс поверхні фітоценозу (SI_{ph}) знаходиться в прямій залежності від фітомаси помітні значні відхилення за районами і сезонами. Так, навесні на станціях CW5_5 та CW5_8 за рахунок високої біомаси *Ulva intestinalis* (середня величина 0.999 $кг \cdot м^{-2}$ і 0.818 кг $м^{-2}$, відповідно) коефіцієнт SI_{ph} виявився високим – 75.68 одиниць та 55.56 одиниць, відповідно. Осінню ситуація значно поліпшилась до «Відмінного» та «Доброго» екологічного статусу. Виняток становить станція CW4_11 за рахунок достатньо високих біомас *Cladophora vagabunda* і *Ulva flexuosa* (в середньому 0.300 $кг \cdot м^{-2}$ і 0.240 $кг \cdot м^{-2}$, відповідно).

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

3.3 Біорізноманіття та кількісні показники мікрофітобентосу ПЗЧМ

Впродовж 2020 року в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій) та пухких (пісок) субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено 158 видів водоростей – представників 8 відділів. Переважали діатомеї, які нараховували 106 видів, що становило 67,1 % у видовому складі. Часто зустрічалися ціанобактерії та динофітові водорості – 23 та 17 видів, або 14,6 % та 10,8 %, відповідно.

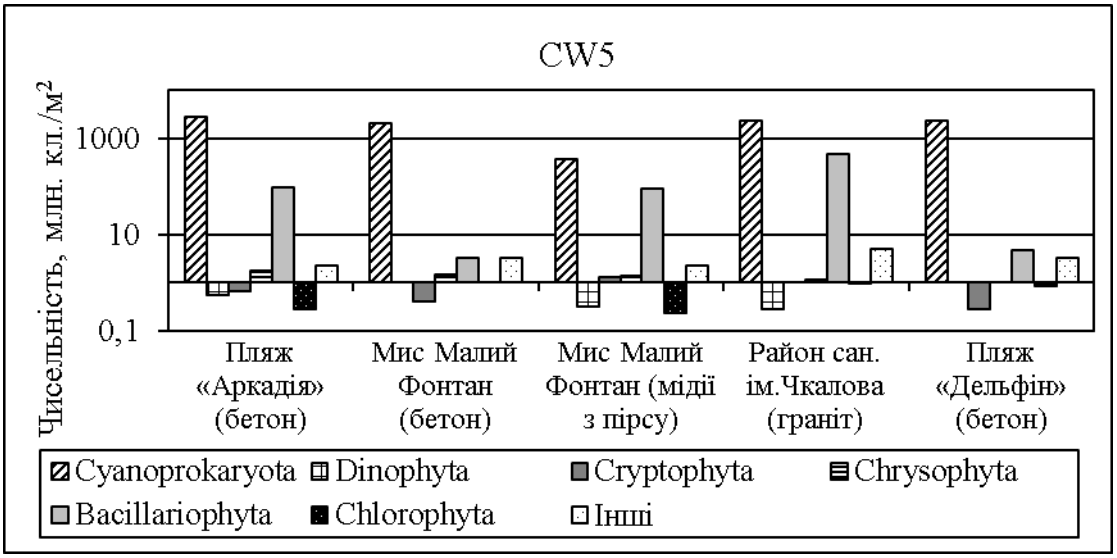
Серед донних мікроводоростей домінували полі- та мезогалобні і β-мезосапробні види діатомей. Найширше були представлені роди *Nitzschia* – 15 видів, *Navicula* – 10, *Licmophora* та *Amphora* – по 6, *Halamphora* – 5. Менше було α-мезосапробних діатомових (зокрема, представників роду *Melosira*). На більшості досліджених морських акваторій були знайдені діатомові *Cocconeis costata*, *Navicula ramosissima*, *Achnanthes brevipes*, *Ceratoneis closterium*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Tabularia fasciculata*.

Ціанопрокаріоти були, здебільшого, з роду *Phormidium* – 4 види. Також широко розповсюдженими були ціанобактерії - *Leptolyngbya fragilis*, *Lyngbya confervoides*, *Microcystis sp*.

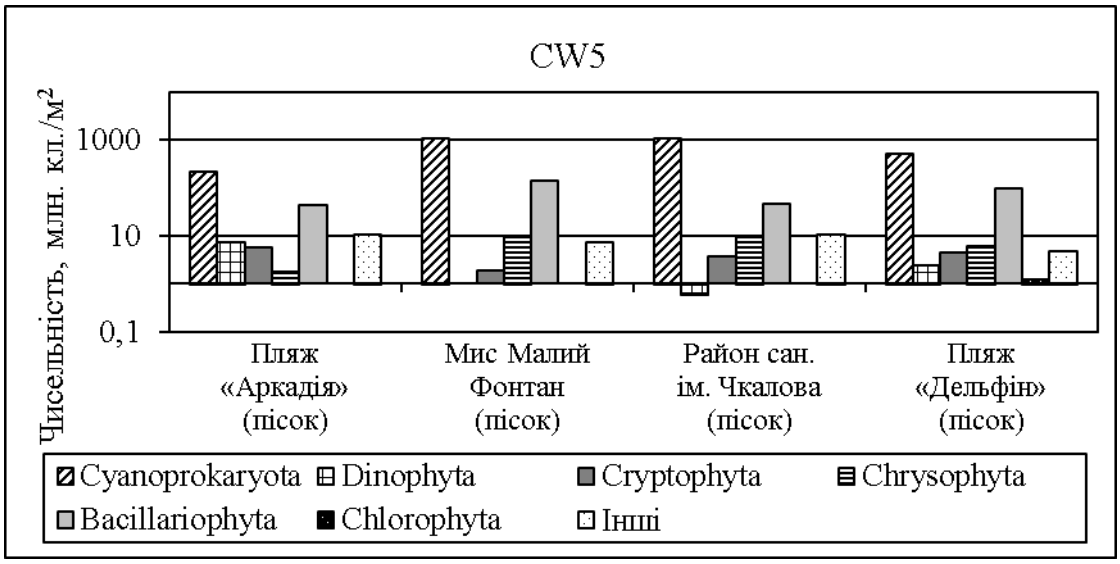
Золотиста водорість *Emiliania huxleyi* зустрічалася майже повсюдно.

Серед динофітових водоростей найчастіше спостерігалися *Gymnodinium kowalevskii*, *Prorocentrum cordatum*, *Prorocentrum micans*.

Влітку у водному масиві CW5 на твердих субстратах було знайдено 16-47, а на пухких – 17-31 видів мікроводоростей. Чисельність їх дорівнювала 452,72-2 876,17 млн. кл./м^2 (рис. 3.5, а) та 284,78-1 243,69 млн. кл./м^2 (рис. 3.5, б), відповідно. Її формували, в першу чергу, дрібноклітинні синьо-зелені водорості *Gloeocapsopsis crepidium*, *L. fragilis*, *L. confervoides*, *Calothrix scopulorum*. Численними були й діатомеї, зокрема *A. brevipes* і *N. ramosissima*.



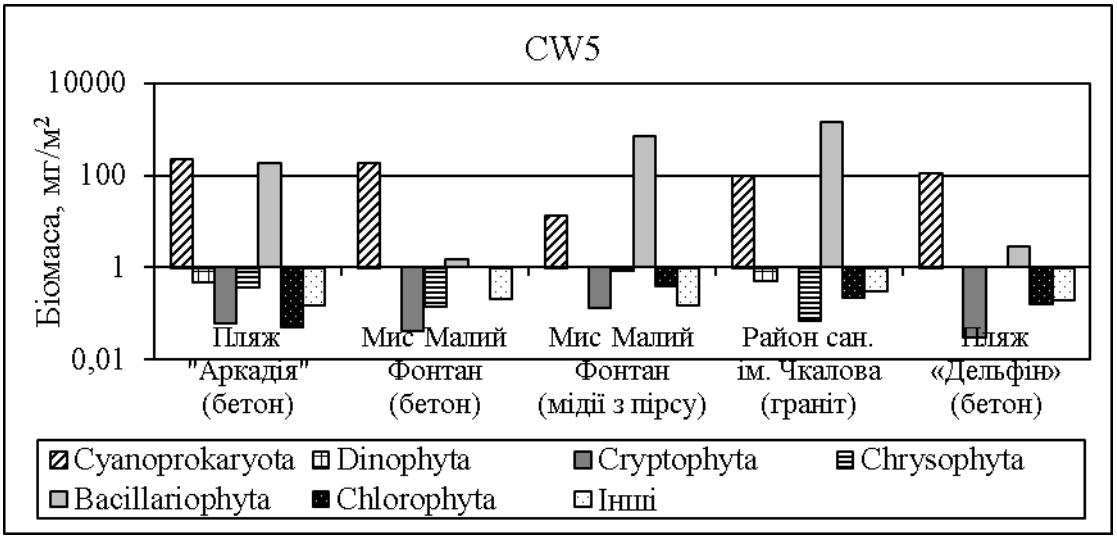
а)



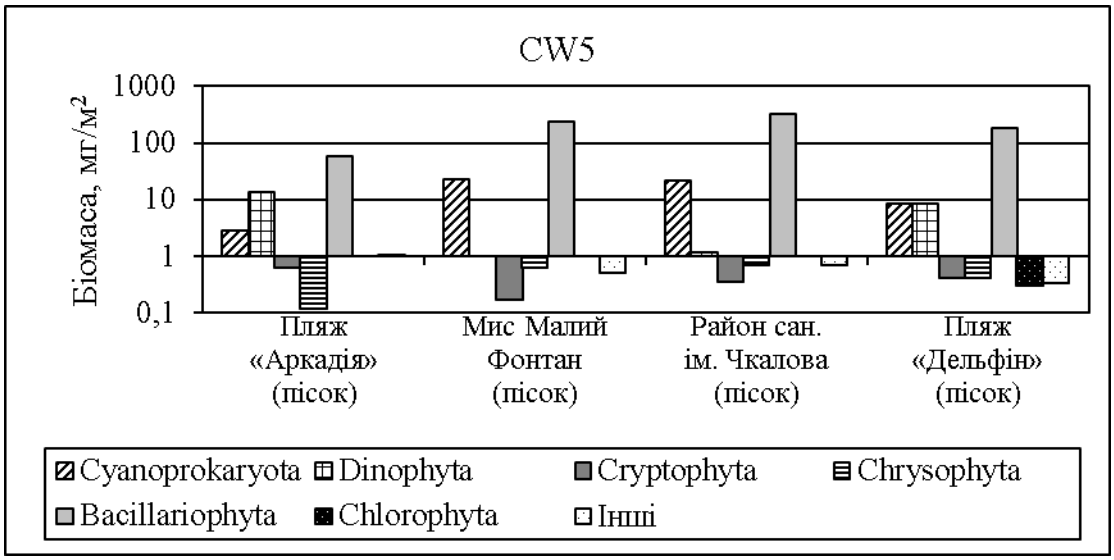
б)

Рисунок 3.5 – Чисельність (млн. кл./м^2) мікрофітобентосу а) твердих та б) пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ влітку 2020 року

У літній період біомаса мікрофітів на твердих субстратах була 114,43 мг/м^2 - 1 579,42 мг/м^2(рис. 3.6, а), а на пухких – 77,36-352,13 мг/м^2 (рис. 3.6, б).



а)



б)

Рисунок 3.6 – Біомаса (мг/м^2) мікрофітобентосу а) твердих та б) пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ влітку 2020 року

Її створювали, здебільшого, крупноклітинні діатомові, серед яких переважали *A. brevipes*, *Licmophora gracilis*, *Navicula pennata*. На піску в акваторіях пляжів «Аркадія» та «Дельфін» значною була біомаса планктонних динофітових водоростей, зокрема *Dinophysis sacculus*, *Scrippsiella acuminata*, тощо.

Восени кількість видів мікрофітів на твердих субстратах у CW4 коливалася від 20 до 27, у CW5 – від 14 до 58, у CW6 – від 26 до 65, а у CW7

– від 41 до 58. На піщаних ґрунтах у CW4 було знайдено 27 видів мікроводоростей, у CW5 їхня кількість варіювала від 15 до 37, у CW6 – від 30 до 31, а у CW7 – від 20 до 33.

Чисельність мікрофітобентосу на твердих субстратах осінню у CW4 становила 3 210,28-10 057,22 17 млн. кл./м^2, у CW5 – 812,08 млн. кл./м^2 - 22 740,59 млн. кл./м^2,

у CW6 вона змінювалась від 500,57 до 4 822,81 млн. кл./м^2, а у CW7 – від 1 374,01 до 7 584,24 млн. кл./м^2 (рис. 3.7).

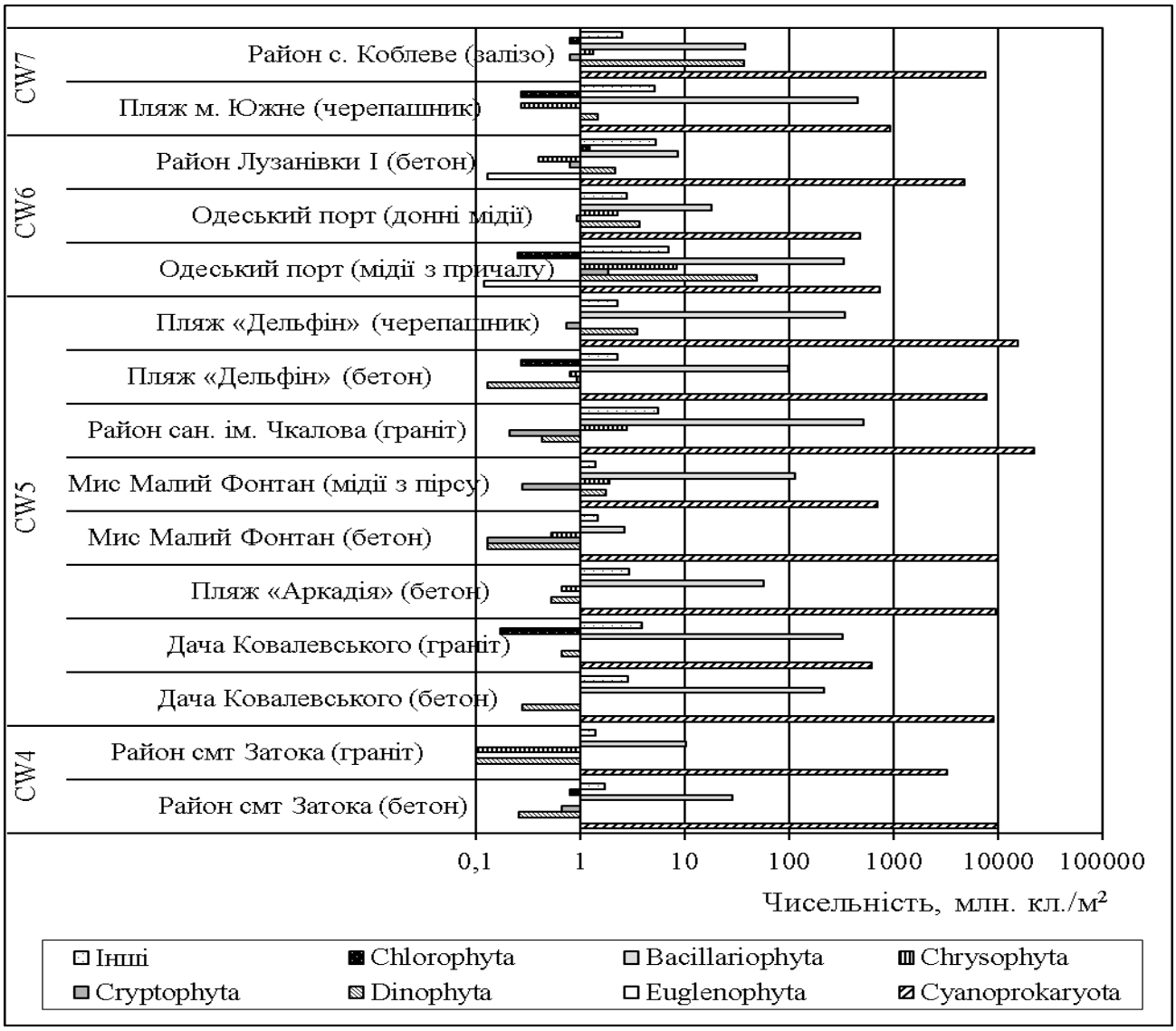


Рисунок 3.7 – Чисельність (млн. кл./м^2) мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2020 року

Найвищою вона була в районах сан. ім. Чкалова (на граніті) та пляжу «Дельфін» (на черепашнику), а найнижчою – в акваторії біля мису Малий Фонтан (на бетоні). Найбільш значну роль у ній відігравали синьо-зелені, діатомові та динофітові водорості.

На пухких субстратах у CW4 чисельність мікроводоростей в угрупованнях бентосу восени становила 1 643,80 млн. кл./м^2, у CW5 вона варіювала від 979,35 млн. кл./м^2 до 3 719,61 млн. кл./м^2, у CW6 – від 927,70 млн. кл./м^2 до 1 975,61 млн. кл./м^2, а у CW7 – від 1 277,60 млн. кл./м^2 до 1 630,68 млн. кл./м^2 (рис. 3.8).

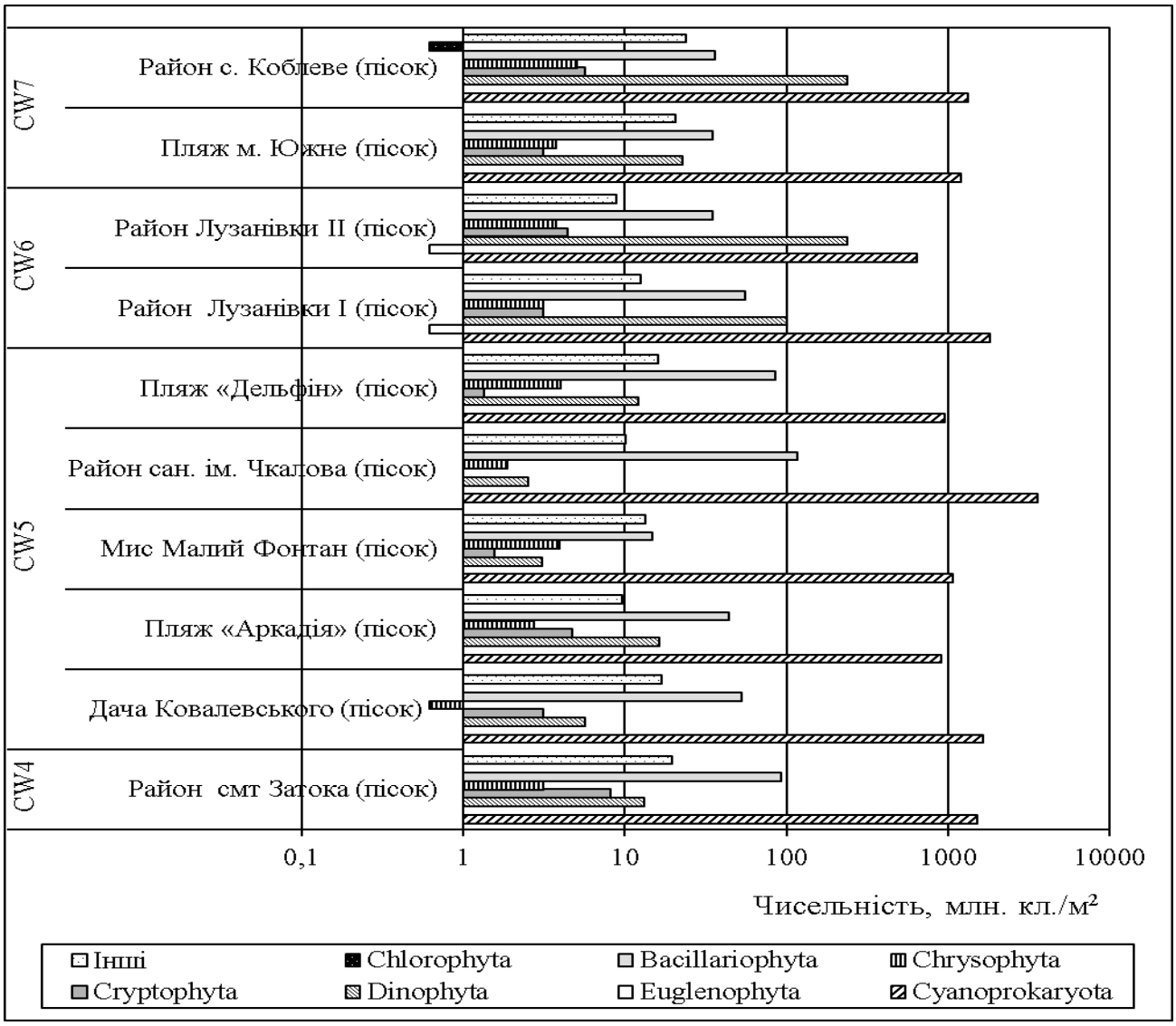


Рисунок 3.8 – Чисельність (млн. кл./м^2) мікрофітобентосу пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2020 року

Слід підкреслити, що на обох типах ґрунтів ціанопрокаріоти були найбільш численними в районі сан. ім. Чкалова, а динофітові мікрофіти – біля Коблевого.

Восени біомаса мікрофітобентосу на твердих субстратах у CW4 становила 244,54-1 497,10, у CW5 – 392,75-3 617,51, у CW6 – 113,83-1 467,89, у CW7 – 1 340,55 мг/м^2 - 1 665,36 мг/м^2 (рис. 3.9), здебільшого, внаслідок розвитку діатомових, синьо-зелених та динофітових водоростей.

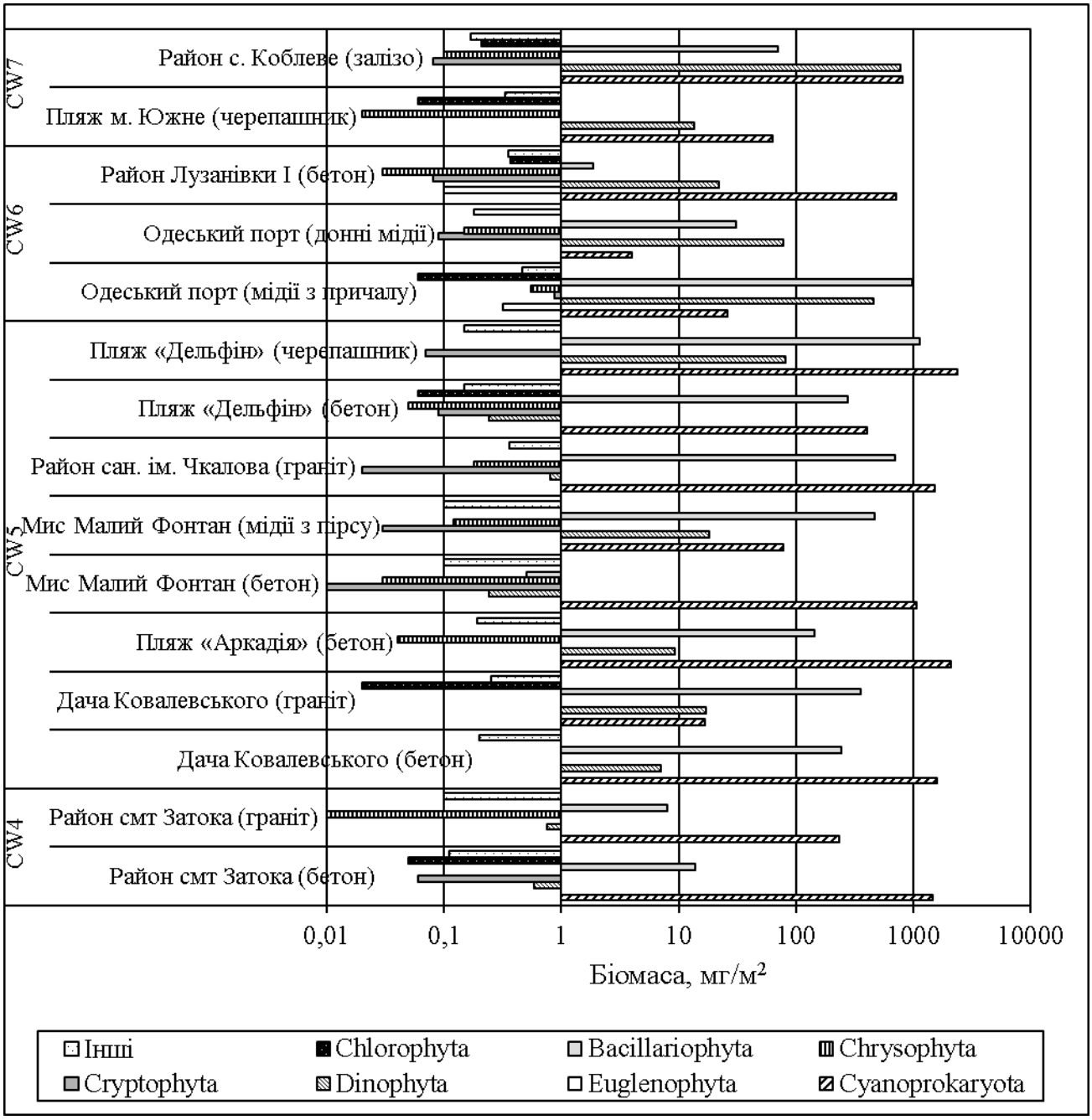


Рисунок 3.9 – Біомаса (мг/м^2) мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2020 року

На пухких субстратах в цей період біомаса мікрофітів становила: у CW4 – 343,13, у CW5 – 27,40-1 843,91, у CW6 – 620,74-977,22, а у CW7 – 519,22 мг/м^2 - 4 482,35 мг/м^2 (рис. 3.10). У ній переважали діатомеї, динофітові водорості та ціанопрокаріоти.

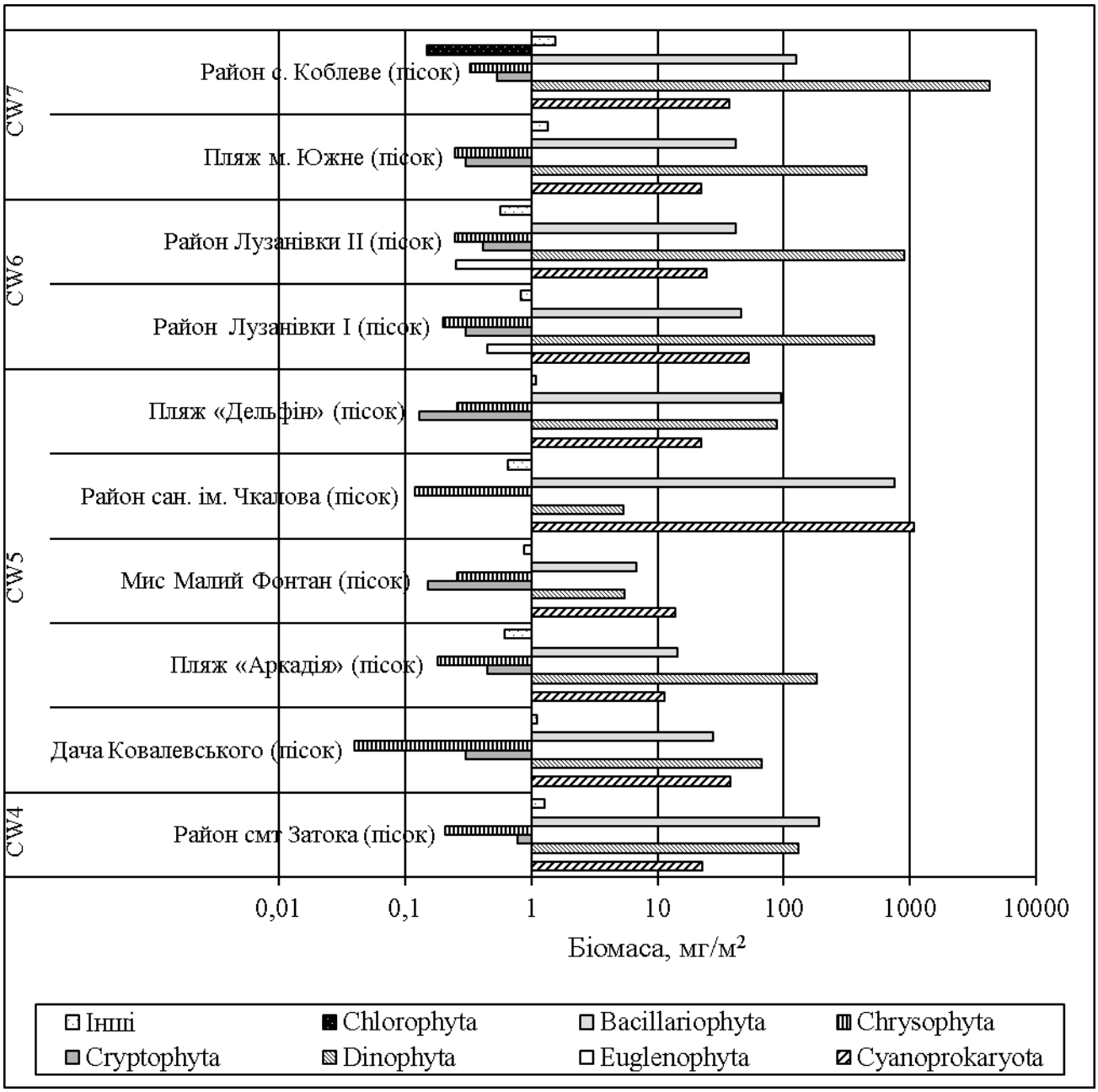


Рисунок 3.10 – Біомаса (мг/м^2) мікрофітобентосу пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2020 року

Повсюдно найчисленнішими були ціанопрокаріоти *L. fragilis*, *L. confervoides*, *C. scopulorum*, *Phormidium limosum* та діатомеї *A. brevipes*,

L. gracilis, *N. ramosissima* і *T. fasciculata*. Біомасу мікрофітів формували, здебільшого, крупноклітинні діатомеї *T. fasciculata*, *M. moniliformis* і види родів *Amphora*, *Licmophora*, *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*.

Найвищі систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу були притаманні найбільш евтрофікованим акваторіям, розташованим поблизу санаторію ім. Чкалова (CW5) та Коблевого (CW7). У прибережжі ПЗЧМ поодиноко траплялися потенційно токсичні ціанопрокаріоти *Aphanizomenon flosaquae*, *Dolichospermum flosaquae* та динофітові водорості *P. cordatum*, *P. micans*, *S. acuminata*. Але восени майже повсюдно спостерігався інтенсивний розвиток потенційно токсичної динофітової водорості *Lingulodinium polyedra*, яка спричиняла «цвітіння» морської води та потрапила в угруповання мікрофітобентосу. Найбільш масовою вона була в районі Коблевого, де її чисельність на твердих та пухких субстратах становила від 34,13 млн. кл./м^2 до 119,56 млн. кл./м^2, а біомаса – від 764,35 мг/м^2 до 3 615,86 мг/м^2, відповідно. В цілому, стан мікрофітобентосу значно покращився у порівнянні із 2019 роком.

4 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДИ ТА ДОНИХ СУБСТРАТІВ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ

За звітний період в УкрНЦЕМ були здійснено моделювання процесів впливу морської води та екстрагованих забруднювачів донних відкладень морського середовища у лабораторних умовах на популяцію мікроводорості. В результаті цих досліджень встановлена екологічна якість морської води та донних відкладень на основі показника репродукційних змін лабораторної культури мікроводорості.

Результати біотестування українських прибережних водних масивів та шельфової зони ПЗЧМ різних за характером впливу абіотичних чинників та антропогенного навантаження представлені у таблицях 4.1 та 4.2.

Отримані дані показують, що восени 2020 року в більшості досліджуваних районів не було токсичних речовин. Ці небезпечні забруднювачі знаходилися частіше у поверхневому шарі води зон портових, міських зливних стічних вод; районі змішування річкових та морських вод.

Восени речовини, що під час біотестування мали токсичний вплив на репродукцію *D. communis*, знаходилися у поверхневому шарі води масиву CW6 – райони Одеса порт (від 30,88 до 33,83 % від контролю) та район Дача Ковалевського (від 53,92 % до 58,82 % від контролю). За екологічним статусом ці райони оцінівають як "задовільні".

Чисельність клітин водорості тест-об`єкту була нижче контрольних значень у мінімальних та максимальних концентраціях зразків поверхневого шару нижчезазначених водних масивів. Так у зразках з мінімальними концентраціями, відібраними у акваторії пляжів CW 7 Коблево (62,50 % від контролю), CW5 санаторію імені Чкалова (51,96 %). Відповідно, ці водні масиви відносяться до класів вод – «посередній-високий».

Таблиця 4.1 – Зміни чисельності клітин *Desmodesmus communis* за дії морської води прибережної зони ПЗЧМ восени 2020 року (% від контролю)

Досліджувані концентрації морської води, мл· л$^{-1}$	Тривалість експерименту (доба)									
	1		3		5		7		10	
	% від контролю	середні значення ірН	% від контролю	середні значення ірН	% від контролю	середні значення ірН	% від контролю	середні значення ірН	% від контролю	середні значення ірН
Район CW4 пляж Затока (поверхневий шар)										
1,0	26,15	8,62	117,36	8,75	152,35	8,78	141,58	8,72	82,84	8,65
10,0	56,92	8,46	107,64	8,55	69,13	8,60	88,42	8,54	75,99	8,55
Район CW5 Дача Ковалевського (поверхневий шар)										
1,0	40,00	8,61	83,33	8,71	95,30	8,71	67,37	8,67	58,82	8,63
10,0	87,69	8,52	70,14	8,78	67,11	8,57	83,68	8,61	53,92	8,48
Район CW5 пляж Аркадія (поверхневий шар)										
1,0	44,61	8,63	146,53	8,80	221,48	8,90	274,74	8,73	674,02	8,72
10,0	50,77	8,52	174,31	8,88	276,51	8,86	190,53	8,88	370,59	8,68
Район CW5 Мис Малий Фонтан (поверхневий шар)										
1,0	23,08	8,62	163,89	8,74	232,22	8,78	378,42	8,79	257,31	8,77
10,0	13,85	8,48	79,17	8,61	132,89	8,79	179,47	8,77	55,88	8,61
Район CW5 поблизу пляжу санаторію імені Чкалова (поверхневий шар)										
1,0	43,07	8,62	145,83	8,64	157,05	8,84	138,42	8,68	62,25	8,78
10,0	46,15	8,51	104,17	8,63	167,11	8,70	190,53	8,81	355,39	8,76
Район CW5 пляж Дельфін (поверхневий шар)										
1,0	40,00	8,53	226,39	8,82	381,21	9,01	565,79	9,05	686,27	8,53
10,0	14,62	8,53	421,53	9,03	570,47	9,06	620,53	8,80	700,00	8,60
Район CW6 пляж Лузанівка(поверхневий шар)										
1,0	36,92	8,64	152,08	8,69	128,19	8,66	68,42	8,67	107,35	8,50
10,	38,46	8,52	65,28	8,57	64,43	8,57	90,53	8,49	46,08	8,57
Район CW6 Одеса порт (поверхневий шар)										
1,0	29,23	8,62	53,47	8,69	87,92	8,78	71,58	8,64	33,83	8,58
10,0	70,77	8,49	89,58	8,55	71,15	8,52	61,05	8,45	30,88	8,46
Район CW7 поблизу пляжу Коблево (поверхневий шар))										
1,0	35,39	8,62	108,33	8,67	95,30	8,69	78,42	8,65	51,96	8,62
10,0	160,00	8,45	62,50	8,70	60,40	8,68	164,74	8,55	477,94	8,48
Район CW7 поблизу порту Южний (поверхневий шар)										
1,0	50,77	8,58	110,42	8,70	111,41	8,70	167,89	8,65	102,94	8,70
10,0	33,85	8,47	53,47	8,45	55,03	8,48	53,68	8,47	37,75	8,45
Control	100,00	8,64	100,00	8,61	100,00	8,71	100,00	8,73	100,00	8,74

Таблиця 4.2 – Зміни чисельності клітин *Desmodesmus communis* за дії екстрактів донних відкладень прибережної зони ПЗЧМ восени 2020 р. (% від контролю)

Тривалість експерименту (доба)								
Досліджувані концентрації екстрактів донних відкладень, г· л[1]	1		3		7		10	
	% від контролю	середні значення ірН	% від контролю	середні значення ірН	% від контролю	середні значення ірН	% від контролю	середні значення ірН
Район CW4 пляж Затока								
1,0	118,24	8,76	88,10	9,01	94,58	8,96	64,93	8,78
10,0	151,56	8,70	119,74	9,02	125,42	8,91	751,13	9,01
Район CW5 Мис Малий Фонтан								
1,0	45,46	8,22	92,24	8,71	62,96	8,67	115,17	8,82
10,0	54,55	8,24	91,38	8,74	63,49	8,93	63,98	8,77
Район CW5 пляж Аркадія								
1,0	122,73	8,67	356,90	8,68	367,73	9,11	966,83	8,79
10,0	90,91	8,66	695,69	8,98	602,11	9,64	753,88	9,83
Район CW5 Дача Ковалевського								
1,0	81,81	8,21	78,45	8,35	68,79	8,80	37,44	8,78
10,0	363,63	8,27	120,69	8,81	287,50	8,93	772,99	8,98
Район CW5 поблизу пляжу санаторію імені Чкалова								
1,0	181,82	8,65	407,76	8,82	483,60	9,27	927,86	8,83
10,0	122,73	8,68	341,38	8,91	342,53	9,72	879,62	8,80
Район CW5 пляж Дельфін								
1,0	122,73	8,29	182,76	8,74	83,07	8,75	156,40	8,58
10,0	68,18	8,28	70,69	8,76	34,39	8,69	23,70	8,60
Район CW6 пляж Лузанівка								
1,0	63,63	7,95	83,62	8,61	69,31	8,75	99,05	8,75
10,0	122,72	8,22	104,10	8,75	187,30	8,74	469,67	9,17
Район CW6 Одеса порт								
1,0	286,36	8,11	611,21	9,10	669,84	9,77	1065,88	9,06
10,0	86,36	8,03	697,41	8,88	1023,80	9,34	>1658,77	9,08
Район CW7 поблизу пляжу Коблево								
1,0	113,64	8,67	131,90	8,91	87,30	8,74	617,54	8,90
10,0	131,82	8,68	308,62	8,77	296,83	8,83	753,08	8,95
Район CW7 поблизу порту Южний								
1,0	59,10	8,69	224,14	8,85	283,60	8,98	941,71	8,91
10,0	1127,27	8,68	517,24	8,88	452,38	9,17	917,90	8,80
Control	100,00	8,78	100,0	9,06	100,00	9,78	100,00	9,84

Також у максимальних концентраціях зразків поверхневого шару району CW 7 порт Южний - 37,75 % від контролю, пляж Лузанівка - 46,08 %. Екологічна якість цих водних масивів відповідає класам «високий – задовільний», та CW5 (пляж Мису Малий Фонтан-55,88 % від контролю) - «високий – посередній».

Поверхневий шар води масивів CW4 (пляж Затока) відносився до екологічного класу вод «добрий»; CW5 - пляжів Аркадія та Дельфін, відноситься до класу вод – «високий». У місцях розташування цих пляжів знаходилися речовини, які значно посилювали репродукційні здібності водорості тест - об`єкту.

Восени, під час досліджень якості екстрагованих забруднювачів донних відкладень відібраних у прибережній смузі моря частіше, ніж при біотестуванні якості її вод, спостерігався значний стимулюючий вплив забруднюючих сполук на репродукцію *D. communis* (особливо у відкладеннях відібраних пляжі санаторію імені Чкалова, Аркадія - CW5; у порту Одеса - CW6; Коблево та порту Южний CW7 (табл.2).). Екологічна якість цих донних масивів відповідає класу «високий». Донні седименти району CW6 відносяться до екологічного класу – «добрий-високий».

У донних відкладеннях прибережній смуги моря також була встановлена наявність токсичних речовин. Репродукція клітин водорості тест-об`єкту була нижче контрольних значень у мінімальних та максимальних концентраціях екстрагованих зразків забруднювачів донних відкладень районів досліджень. Так у зразках з мінімальними концентраціями, відібраними у акваторіях пляжів CW4 Затока, чисельність клітин водорості становила 64,73 % від контролю, CW5 Дача Ковалевського - 37,44 %. Ці донні масиви відносяться до екологічних класів – «посередній-високий» та «задовільний-високий».

У варіантах з максимальними концентраціями зразків донних відкладень району CW 7 порт Южний чисельність клітин *D. communis*

складала 37,75 %, пляжу Лузанівка - 46,08 % та CW5 пляж Мису Малий Фонтан- 55,88 % від контролю. Екологічна якість цих масивів відповідає класам CW7 «високий – задовільний», та CW5 – «високий – посередній», відповідно.

Донні седименти у CW5 (пляж Дельфін) у максимальних концентраціях, мають значну токсичність, та характеризуються як такі, що відносяться до екологічного класу «високий –летальний».

Протягом дослідів отримані значення змін pH контрольного та дослідного середовищ, де культивували тест-об'єкт, недостатні для висновків. Показники змін лужності дослідного середовища обумовлені багатьма чинниками: процесами життєдіяльності водоростей та зміною забруднюючих речовин,

Було встановлено, що на екологічний стан прибережних акваторій ПЗЧМ впливали як антропогенні чинники, так і природні, що відобразилося на показниках репродукції та розвитку тест-об’єкту у досліджених середовищах. Найгіршими екологічними властивостями для життєдіяльності гідробіонтів характеризувалися поверхневі шари води масивів CW5 пляжу Дача Ковалевського; CW 7 – пляжу Лузанівка та порту Южний. Токсичні речовини знаходилися також у поверхневих водах масивів CW5 - санаторію імені Чкалова; CW6 – район Одеса порт (30,88-33,83 % від контролю); акваторії пляжу CW7 – Коблево та у донних відкладеннях CW4 - пляжу Затока. Донні відкладення у максимальних досліджуваних концентраціях району CW5 - пляж Дельфін (23,70 % від контролю) мали значну токсичність, та характеризуються як такі, що відносяться до екологічного класу «летальний».

Поверхневий шар води масивів CW5 - пляжу Аркадія та донні седименти району CW5- пляжів Аркадія, санаторію імені Чкалова; CW6 - Одеса порт; CW7 – пляж Коблево та порт Южний містили речовини, які значно посилювали репродукційні здібності водорості *D. communis* Екологічна якість цих донних масивів відповідає класам «високий».

5 ОЦІНКА МОРСЬКИХ ВОД ПЗЧМ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ МЕТОДАМИ E- TRIX ТА BEAST

5.1 Методика проведення оцінки за комплексними методами E-TRIX та BEAST

В практиці оцінки ступеню трофності і якості вод, наряду з іншими показниками, досить широко використовується індекс E- TRIX [46] - [50], який є інтегральним показником, пов'язаним з характеристиками первинної продукції фітопланктону і з харчовими факторами (концентрацією поживних біогенних речовин). В розрахункову формулу індексу E-TRIX входять наступні характеристики екосистеми: концентрація хлорофілу - 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. Переваги індексу E-TRIX над іншими показниками обумовлюються використовуванням стандартних і найбільш часто вимірюваних гідрохімічних і гідробіологічних характеристик морських вод, кількість яких не змінюється, що дає можливість зіставляти результати оцінок рівня трофності вод за індексом E-TRIX різних районів моря і Світового океану [48].

E-TRIX розраховується за формулою:

$$E-TRIX = \left[\log\left(Ch \cdot D\%O \cdot N_M \cdot Pз\right) + 1{,}5\right]/1{,}2 \ , \qquad (5.1)$$

де Ch – концентрація хлорофілу «а», мкг/дм^3;

$D\%O$ – відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню від 100% насичення;

$N_м$ – концентрація суми розчинених форм мінерального азоту, мкг/дм^3;

$Pз$ – концентрація загального фосфору, мкг/дм^3.

Оцінка можливості застосування індексу E-TRIX для ПЗЧМ, на підставі порівняльного аналізу діапазонів коливань показників ПЗЧМ і прийнятих в розрахунковій формулі, була виконана в [46].

Індекс E-TRIX змінюється відповідно умов трофності вод у межах від 0 до 10, а оцінка категорії трофності і стану якості вод здійснюється згідно величіні індексу, що наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Категорії трофності, стан якості вод та їх характеристика залежно від значення індексу E-TRIX

Значення E-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, 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

Методика HELCOM BEAST, оціни якості морських вод і їх ступеню трофності, є модифікацією раніше розробленої методики HEAT [51].

Безрозмірний показник EQR в даній методиці характеризує оцінку якості вод щодо їх трофності і визначається по співвідношенню фактичних значень спостережуваних параметрів (позначаються в методиці як AcStat) до цільових значень (Target), які визначаються за даними фонових величин, які були раніше до періоду евтрофікації (позначаються в методиці як RefCon) з

урахуванням допустимих відхилень від фону. Цільові значення Target для параметрів, які зростають при збільшенні евтрофування приймалися за визначенням Target = RefCon +0,5×RefCon, і для параметрів, які зменшуються при збільшенні евтрофікації приймалися за визначенням Target = RefCon - 0,2×RefCon.

До оцінки ступеню евтрофікації використано три групи індикаторів: 1 – неорганічний фосфор і азот; 2 – хлорофіл, біомаса фітопланктону, біомаса зоопланктону; 3 – розчинений кисень.

Набір індикаторів може змінюватись залежно від їх визначення, зменшуватись, або збільшуватись від кількості їх визначення, наприклад біомаси макрофітів, тощо. В даній роботі використовувались наступні індикатори, які регулярно визначались в прибережних водах Одеського регіону : – неорганічний фосфор і азот; – хлорофіл-а, біомаса фітопланктону, біомаса зоопланктону; – розчинений кисень.

Розрахунки показника EQR виконуються для кожного індикатору згідно співвідношення AcStat / Target і далі осереднюються в кожній групі індикаторів при рівнозначному вкладі, або з урахуванням прийнятої дольової частки, яка задається від 25 до 75 %, при сумі всіх індикаторів в групі 100 %.

В даній роботі в групі неорганічного фосфору і азоту дольова частка цих індикаторів була прийнята 70 % и 30 %, відповідно.

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

5.2 Оцінка за комплексними методами E-TRIX та BEAST

Розрахунки індексу E-TRIX виконувались за показниками кожного комплексу вимірювань, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням, на підставі даних регулярного прибережного моніторингу і сезонних екологічних зйомок.

Трофність прибережних вод Одеського регіону, згідно категорій індексу E-TRIX, на реперних станціях відповідала «середньому» та «високому», змінюючись від 3,9 од. в червні до 5,46 од. в лютому. Середнє значення індексу E-TRIX за районами досліджень складало 4,91 од., що відповідає «середньому» рівню трофності. Рівень показника E-TRIX протягом 2020 року відображено на рисунку 5.1.

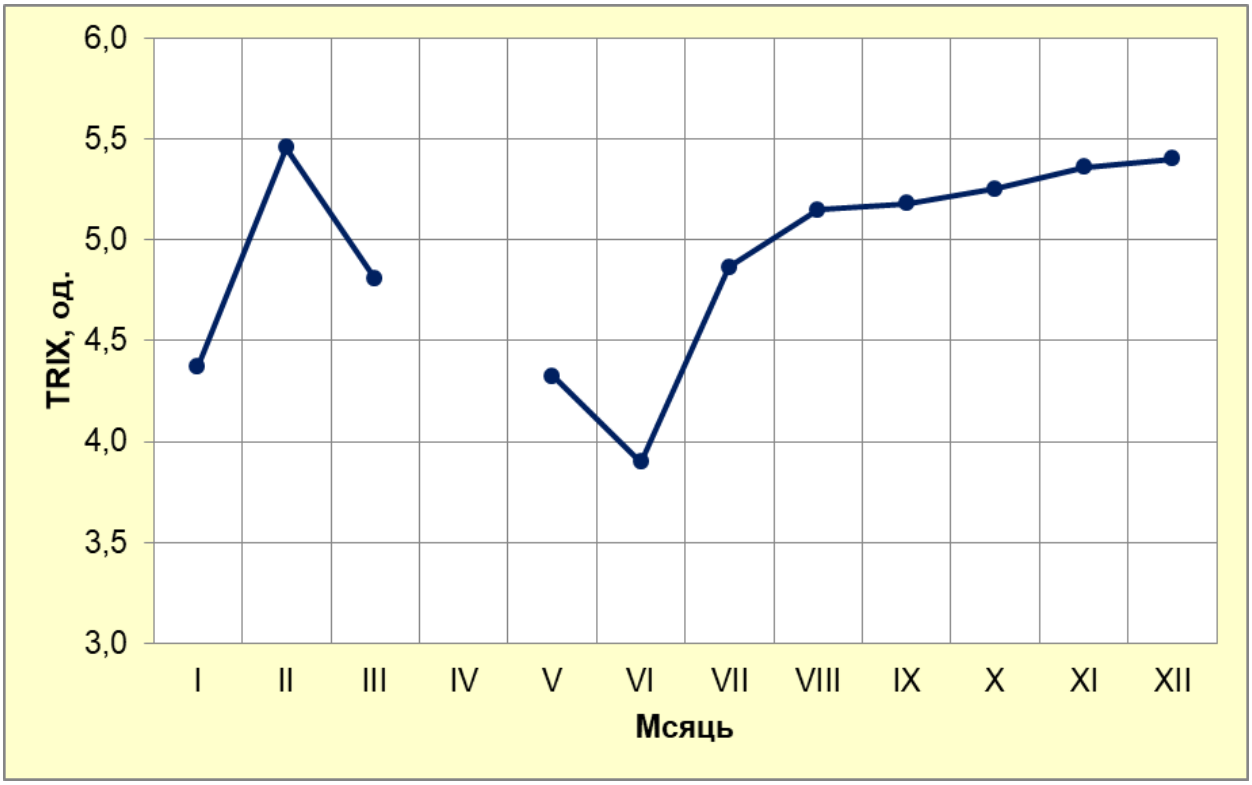


Рисунок 5.1 – Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону у 2020 році

Показник BEAST протягом 2020 року в акваторіях реперних станцій відповідав «доброму», «високому» і «дуже високому» рівню, змінюючись від 0,95 од. в березні до 2,61 од. в лютому. Середнє значення індексу BEAST протягом року складало 1.52 од., що відповідає «високому» рівню трофності та «поганому» екологічному стану. Рівень показника BEAST протягом 2020 року відображено на рисунку 5.2.

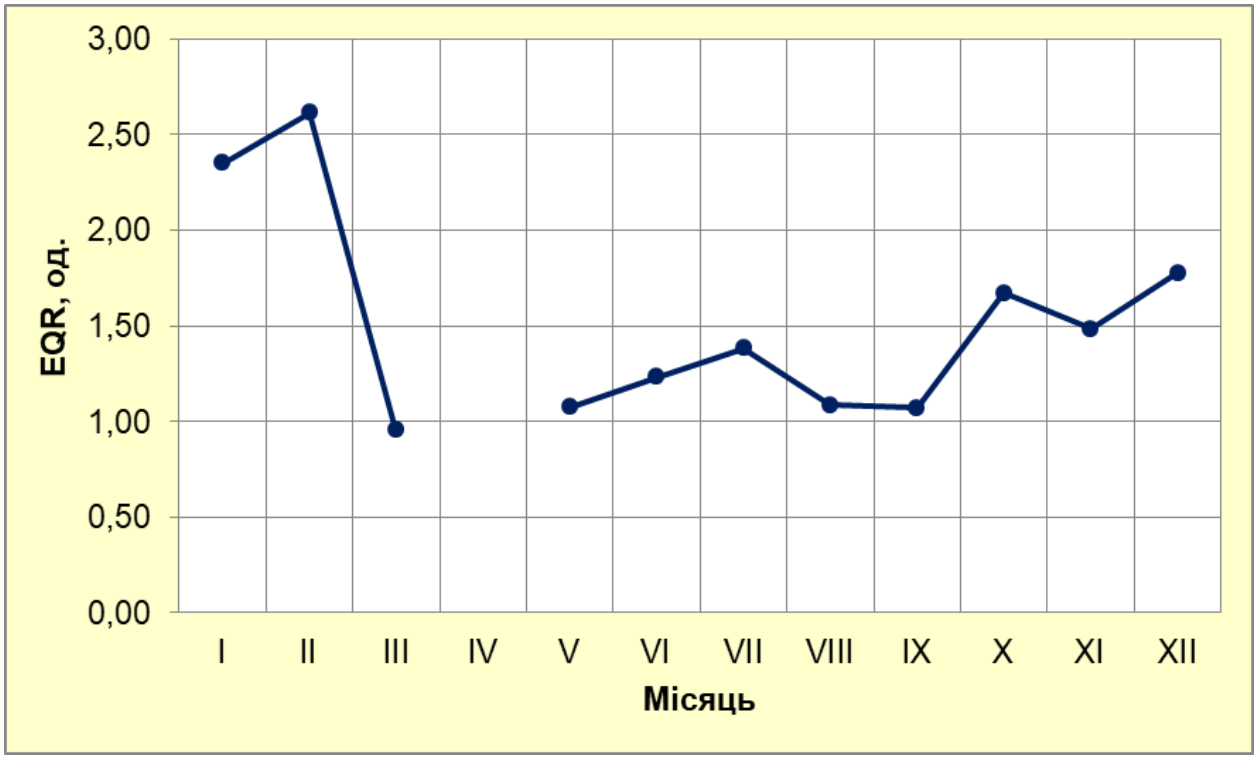


Рисунок 5.2 – Значення індексу трофності BEAST прибережних вод Одеського регіону протягом 2020 року

Рівень показника BEAST для різних водних прибережних масивів відображено на рисунку 5.3.

Показник BEAST в акваторіях прибережних водних масивів у 2020 році в червні відповідав «доброму» рівню, змінюючись від 0,81 од. до 0,91 од.. Середнє значення індексу BEAST складало 0,87 од., що відповідає «середньому» рівню трофності та «доброму» екологічному стану. В жовтні 2020 року показник BEAST в середньому становив 4,41 од., що відповідає «високому» рівню трофності та «дуже поганому» екологічному стану.

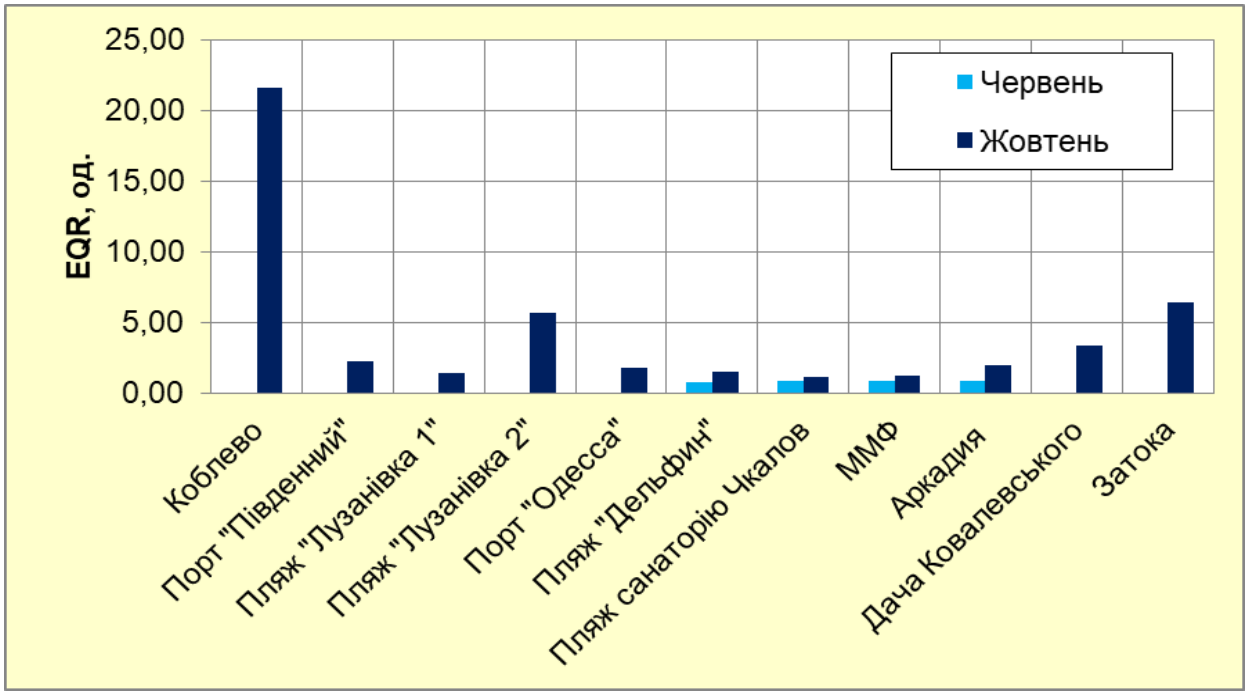


Рисунок 5.3 – Значення індексу трофності BEAST водних масивів ПЗЧМ у 2020 році

Лише в акваторіях мису Малий Фонтан, санаторію Чкалова та пляжі Лузановка 1 екологічний стан вод становив «середній» екологічний стан, значення знаходились в діапазоні від 1,15 од. до 1,46 од. В усіх інших водних масивах екологічний стан відповідав «поганому» та «дуже поганому».

В середньому якість вод у 2020 році відповідала класифікації «гарна», а трофність прибережних вод – «середньому» рівню.

ВИСНОВКИ

Проведено оцінку та діагноз стану гідробіологічної складової відповідно до критеріїв, означених у Постанові КМУ № 758 від 19 вересня 2018 року, які відповідають вимогам у Директивах ЄС (2008 / 56 / ЄС, 2000 / 60 / ЄС).

У 2020 році було зареєстровано 170 таксонів мікроводоростей, які належали до 17 класів. Основу видового різноманіття складав діатомово-динофітовий комплекс видів. В Одеському регіоні спостерігали 2 масштабних випадки «цвітіння» води, викликаних масовим розвитком мікроводоростей: перше спостерігалось в червні в акваторії Хлібної гавані Одеського морського порту було викликане розвитком ціанобактерії *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault; друге – в жовтні "червоний прилив", визваний розвитком динофітової водорості *Lingulodinium polyedra* (Stein) Dodge. За показниками розвитку фітопланктонного угруповання прибережних частин ПЗЧМ у 2020 році можна відмітити збереження тенденції до покращання екологічного стану морських вод, що відображається в зниженні кількісних показників фітопланктону. Але зареєстровані випадки масового розвитку мікроводоростей, що викликали «цвітіння» води у червні та жовтні свідчать про те, що стан морського середовища прибережних акваторій залишається вкрай нестабільним.

За середньорічними значеннями концентрації хлорофілу-α відмічена тенденція до зниження його вмісту. Однак, в акваторіях порту Южний, Коблево в осінній період стан морського середовища оцінено як поганий, коли спостерігалось «цвітіння» води (червоний прилив), викликаний масовим розвитком мікроводорості *Lingulodinium polyedra.*

Протягом 2020 року у всіх досліджуваних акваторіях було ідентифіковано 63 таксонів рангу вид та вище морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів мезозоопланктону. Основу біорізноманіття

складали копеподи, більшою частиною за рахунок бенто-пелагічних видів рядів Harpacticoida та Canueloida (*Canuella perplexa, Clytemnestra sp., Dactylopusia sp., Ectinosoma sp., Harpacticus sp., Heterolaophonte sp., Metis ignea, Thalestris longimana. Harpacticoida gen. sp.*). Реєстрація роду *Clytemnestra sp.* мала одиничний характер та раніше не відмічалася у Чорному морі. Відповідно до критеріїв якості води за кількісними показниками мезозоопланктону екологічний стан прибережжя Одеського морського регіону можна оцінити як «Середній». За показником біомаси *N. scintillans,* його можна оцінити як «Відмінний», за показником частки копепод як «Відмінний», за показником розмаїття за індексом Шеннона можна оцінити як «Добрий». В цілому екологічний стан акваторії можна оцінити як «Добрий».

В досліджуваних прибережних водних масивах виявлено 6 угруповань макрозообентосу: *Mytilus galloprovincialis - Alitta succinea, Lentidium mediterraneum, Chamelea gallina, Cerastoderma glaucum - Alitta succinea, Abra nitida, Spio filicornis*. У відповідності з критеріями оцінки стану добрим екологічним станом характеризувались лише 33 % досліджуваної площі бенталі прибережних водних масивів, а 67 % характеризувались як «не добрий» екологічний стан.

Біорізноманіття макрофітобентосу ПЗЧМ відрізняється бідною флорою. В умовах підвищеного рівня евтрофікації і деякого розпріснення прибережних акваторій у всіх досліджуваних акваторіях переважали зелені водорості, від 5 до 9 видів на різних станціях. На другому місті червоні водорості - від 4 до 8 видів. Низьким біорізноманіттям характеризувалися акваторії порту Южний та Дачі Ковалевського. Восени на 2-ох відкритих ділянках пляжу Лузанівка у штормових викидах зареєстровано червону водорість *Chondria capillaris* з S/W_p 28,6 ± 1,8 $м^2$ $кг^{-1}$, новий вид для Одеського регіону. Дійсні біомаси при існуючому проективному покритті 80 % коливалися незначно та зменшувалися на осінь: від 0,700 $кг·м^{-2}$ до 1,000 $кг·м^{-2}$ навесні й від 0,500 $кг·м^{-2}$ до 0,900 $кг·м^{-2}$ восени. За екологічними

оціночними індексами макрофітів $(S/W)_{3Dp}$, $S/W)_x$ більший відсоток досліджених акваторій можна віднести до «задовільного» екологічного стану, менший – до «доброго» статус класу.

Впродовж 2020 року в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій) та пухких (пісок) субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено 158 видів водоростей – представників 8 відділів. Переважали діатомеї, які нараховували 106 видів, що становило 67,1 % у видовому складі. Часто зустрічалися ціанобактерії та динофітові водорості – 23 та 17 видів, або 14,6 % та 10,8 %, відповідно. В цілому, стан мікрофітобентосу значно покращився у порівнянні із 2019 роком.

За результатами моделювання процесів впливу екстрагованих забруднювачів води та донних відкладень морського середовища у лабораторних умовах на популяцію мікроводорості було встановлено, що найгіршими екологічними властивостями для життєдіяльності гідробіонтів характеризувалися поверхневі шари води масивів CW5 пляжу Дача Ковалевського; CW 7 – пляжу Лузанівка та порту Южний. Токсичні речовини знаходилися також у поверхневих водах масивів CW5 - санаторію імені Чкалова; CW6 – район Одеса порт (30,88-33,83 % від контролю); акваторії пляжу CW7 – Коблево та у донних відкладеннях CW4 - пляжу Затока. Донні відкладення у максимальних досліджуваних концентраціях району CW5 - пляж Дельфін (23,70 % від контролю) мали значну токсичність, та характеризуються як такі, що відносяться до екологічного класу «летальний».

Трофність прибережних вод Одеського регіону, згідно категорій індексу E-TRIX, на реперних станціях відповідала «середньому» та «високому», змінюючись від 3,9 од. в червні до 5,46 од. в лютому. Середнє значення індексу E-TRIX за районами досліджень складало 4,91 од., що відповідає «середньому» рівню трофності.

Показник BEAST протягом 2020 року в акваторіях реперних станцій відповідав «доброму», «високому» і «дуже високому» рівню, змінюючись від 0,95 од. в березні до 2,61 од. в лютому. Середнє значення індексу BEAST протягом року складало 1.52 од., що відповідає «високому» рівню трофності та «поганому» екологічному стану.

В структурі біологічних угруповань пелагіалі та бенталі Чорного моря відбуваються структурні перебудови та позитивні зміни в більшій частині шельфу, 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. В 2020 році відмічено нестабільний екологічний стан прибережних біоценозів пелагіалі та бенталі у порівнянні із попередніми роками.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Порядок здійснення державного моніторингу вод: за станом на 19 вересня 2018 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. – 47 с.

2 Directive 2000 / 60 / EC. Directive of the European Parliament and of the Counciles tablishhing a framework for the Community action in the field of waterpolicy (Water Framework Directive) // Official Journal of the European Union. – 22. 12. 2000. – 72 p.

3 Directive 2008 / 56 / EC. Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) of 17 June 2008 // Official Journal of the European Union. – 25.06.2008.–P. 19-40

4 Directive 92 / 43 / EEC. Directive of the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora of 21 May 1992 // Official Journal of the European Union. – 21.05.1992. – 49 p.

5 Directive 2009 / 147 / EC. Directive of the European Parlament and of the conservation of wild birds of 30 November 2009 // Official Journal of the European Union. – 26.01.2010. – P. 7 - 25.

6 Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных обложений [Текст] : под общ.ред. А. В. Цыбань. –Л. : Гидрометеоиздат, 1980. – С. 100-105

7 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 20th Edition /By TÜFEKÇİ, TUBİTAK, MARMARA RESEARCH CENTER. – Washington: American Public Health Association, 1998. – P.10-62.

8 Методические основы комплексного экологического мониторинга океана [Текст] : под. общ. ред. А. В. Цыбань. - М. : Московское отделение Гидрометеоиздат, 1988. – С. 185-200

9 ГОСТ 17.1.4.02-90–1990. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла - [Текст]. – Введ. 1990–07–09.– М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1990. – 25 с.

10 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. – 437 с.

11 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.– 536 с.

12 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 ракобразных), молюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордове.– 340 с.

13 Мурина В. В. Определитель пелагических личинок многощетинковых червей Polychaeta) Чёрного моря. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – 67 с.

14 Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалохина. - М.: Товарищество научных изданий КМКб 2010. - 495 с., ил.

15 Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоёмах. Методическое руководство (с определителем основных пресноводных видов) / О.Е. Тевяшова - Ростов-на-Дону: ФГУП "АзНИРХ", 2009. - 84 с.

16 Копеподы Чёрного моря (А. Губанова, Д. Алтухов, 2009) / А. Губанова, Д. Алтухов; – 4SEAS. – Режим доступу : http://4seas.at.ua/publ/1-1-0-6. – 13.11.2017 – 10.11. 2020 – Назва з екрану

17 Алимов А. Ф. - Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. с. 152

18 Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – 247 с.

19 Зинова А. Д. Определитель зелених, бурых и красных водоростей южных морей СССР. – М.-Л.: Наука, 1967. – 309 с.

20 Определитель низших растений / Под ред. Л. И. Курсанова.– М.: Советская наука, 1953. – 396 с.

21 Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. и др. – Киев: Наук. думка, 1987. – 548 с.

22 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.

23 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 Science. − Varna, 2005. – 17 p.

24 Киселева М. И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. [Текст] / М.И. Киселева. –Россия : Кольский научный центр РАН, 2004. – 409 с.

25 Высшие ракообразные [Текст] : под общ.ред. Ю.Н.Макарова. – Десятиногие ракообразные : сб. науч. тр. – К.,2004. – Вып. 1-2. – 429 с.

26 Базова оцінка та визначення доброго екологічного стану (ДЕС) біоценозів і біорізноманіття Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України : звіт про НДР / УкрНЦЕМ Міністерство екології та природних ресурсів України ; керівн. С. П. Ковалишина ; виконав. : М. О. Грандова [та ін.] – № ДР 0118U006642. – Одеса, 2018. – 139 с.

27 Moncheva S., L. Boicenco, 2011. Compliance of national assessment methods with the WFD requirements (Romania and Bulgaria) WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 4b report- Black Sea GIG, ECOSTAT Meeting, 17-19 October, Ispra.

28 MISIS Joint Cruise Scientific Report, 2014. “State of Environment Report of the Western Black Sea based on Joint MISIS cruise” (SoE-WBS), Moncheva S. and L. Boicenco [Eds], 401 pp.

29 Общие замечания к методике количественного учета зоопланктона и использование интегральной оценки состояния зоопланктона для

определения качества морской среды (методика расчета, шкалы оценки качества) [Електронний ресурс] / Б. Г. Александров. — Одеса: Workshop on the NPMS and JOSS Biological Monitoring Methods, EMBLAS project (22-23 лютого 2016 року). — Режим доступу до презентації: emblasproject.org/wp-content/uploads/2016/02/Александров_Зоопланктон.pptx

30 Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона //Тр. проблемных и тематических совещаний. – 1954. – Т. 2. – С. 223 – 341

31 Богатова Ю. И., Бронфман А. М., Виноградова Л. А., Воробьева Л. В. и др. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы // Практическая экология морских регионов. Черное море. - К.: Наук. думка, 1990. - С. 192-200.

32 Pantle R, Buck H. Die Ubiologsche uberwachung der Gawasser und die Darstellung der Ergebnissw - Gas. und Wasserfach, 1955. BD 96, #18 - P. 604.

33 Набережный А.И. Зоопланктон нижнего Днестра в условиях антропогенного воздействия // Сборник «Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование». - Кишинёв. - 1980. - С. 87-103.

34 G. R. Phillips, A. Anwar, L. Brooks, L. J. Martina, A. C. Miles, A. Prior. 2014. Infaunal Quality Index : Water Framework Directive Classification Scheme for Marine Benthic Invertebrates – 193 p.

35 Dauvin, J. C., and T. Ruellet. 2007. ‘Polychaete/Amphipod Ratio Revisited’. Marine Pollution Bulletin 55 (1–6): 215–24. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.045. - 10.10.2020. – Title from the screen

36 Albayrak, Serhat, Hüsamettin Balkis, Argyro Zenetos, Ayşegül Kurun, and Cüneyt Kubanç. 2006. ‘Ecological Quality Status of Coastal Benthic Ecosystems in the Sea of Marmara’. Marine Pollution Bulletin 52 (7): 790–99. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.11.022. - 10.10.2020. – Title from the screen

37 Muxika, I., Á Borja, and W. Bonne. 2005. ‘The Suitability of the Marine Biotic Index (AMBI) to New Impact Sources along European Coasts’. Ecological Indicators 5 (1): 19–31. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2004.08.004. - 10.10.2020. – Title from the screen

38 Borja, Ángel, Javier Franco, Victoriano Valencia, Juan Bald, Iñigo Muxika, María Jesús Belzunce, and Oihana Solaun. 2004. ‘Implementation of the European Water Framework Directive from the Basque Country (Northern Spain): A Methodological Approach’. Marine Pollution Bulletin 48 (3–4): 209–18. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.12.001. - 10.10.2020. – Title from the screen

39 Hoey, Gert Van, Angel Borja, Silvana Birchenough, Lene Buhl-Mortensen, Steven Degraer, Dirk Fleischer, Francis Kerckhof, et al. 2010. ‘The Use of Benthic Indicators in Europe: From the Water Framework Directive to the Marine Strategy Framework Directive’. Marine Pollution Bulletin 60 (12): 2187–96. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.09.015. - 10.10.2020. – Title from the screen

40 Carletti, A., and A.S Heiskanen. 2009. Reports Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. Part 3: Coastal and Transitional Waters. JRC Scientific and Technical. Methodology. Режим доступу: https://doi.org/10.2788/19561. - 10.10.2020. – Title from the screen

41 List of names of marine organisms, including information on synonymy [Electronic resource] / David Berlind Editor in Chief ProgrammableWeb.com WoRMS; – World Register of Marine Species. – Режим доступу : http://www.marinespecies.org. – 10.10.2020. – Title from the screen

42 Information on algae that includes terrestrial, marine and freshwater organisms [Electronic resource] / Programming is by P. Kuipers, C. Guiry, M. Guiry, J. Guthrie; – AlgaeBase. – Режим доступу : www.algaebase.org. – 13.10.2020. – Title from the screen

43 Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – 247 с.

44 Minicheva G. Use of the Macrophytes Morphofunctional Parameters to Asses Ecological Status Class in Accordance with the EU WFD [Text] / G. Minicheva // Marine Ecological Journal. – 2013. – Vol. XII, № 3. – P. 5-21

45 Миничева и др., 2015 *Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A.* Black Sea monitoring guidelines. Macropphytobenthos. // Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution. – Istanbul. – 2015. – 76 pp.

46 Украинский В. В. Межгодовые изменения и тенденции в эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря [Текст] / В. В. Украинский, Н. Н. Гончаренко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – № 7. – С. 211–219.

47 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] / F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // Enviromentrics. – 1998. – № 9. – P. 329–357.

48 Vollenveider R. A. Eutrophication of waters: monitoring assessment and control [Text] / R. A. Vollenveider, J. J. Kerekes. – Paris, 1982. – 154 p.

49 Тучковенко Ю. С. Оценка эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря [Текст] / Ю. С. Тучковенко, О. Ю. Сапко // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2006. – Вип. 2. – С. 224–227.

50 Moncheva S. Eutrophication index ((E) E-TRIX) – an operational tool for the Black Sea costal water ecological quality assessment and monitoring [Text] / S. Moncheva, V. Doncheva // International symposium : The Black Sea ecological problems SCSEO. – Odessa, 2000. – P. 178–185.

51 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.

ДОДАТОК А

КАРТА-СХЕМА ТОЧОК ВІДБОРА ПРОБ У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ (Дунайський район)

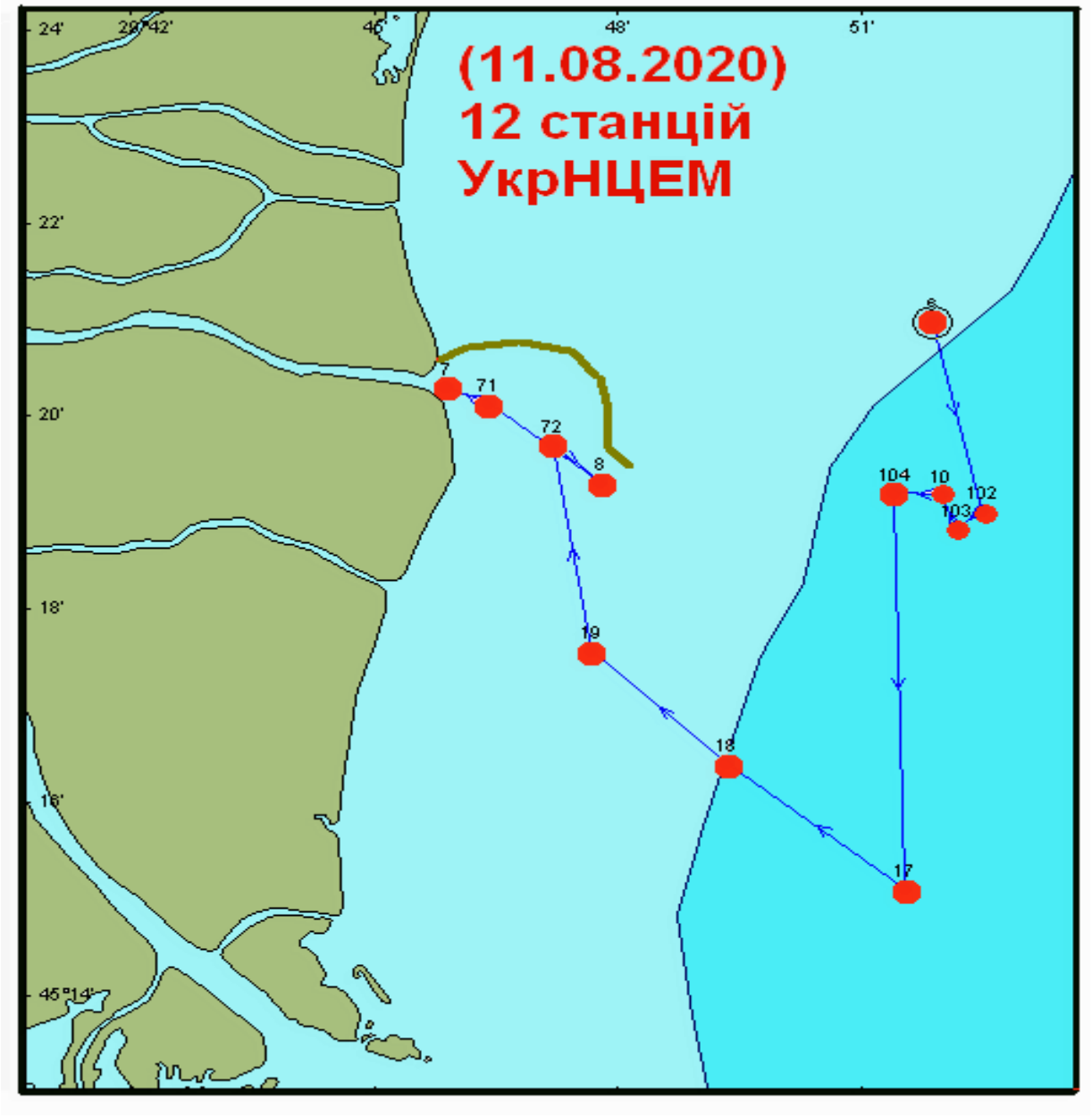


Рисунок А.1 – Карта – схема точок відбору гідробіологічних проб на ПЗЧМ (2020 рік)

ДОДАТОК Б

СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ ФІТОПЛАНКТОНУ

Таблиця Б 1 - Список зареєстрованих видів фітопланктону у 2020 році

Bacillariophyceae
Achnanthes brevipes C.A. Agardh, 1824
Achnanthes longipes Agardh, 1824
Achnanthes sp.
Actinoptychus sp.
Amphipleura pellucida (Kützing) Kützing, 1844
Amphora angusta Gregory, 1857
Amphora caroliniana Giffen, 1980
Amphora castellata Giffen, 1963
Amphora hyalina Kützing, 1844
Amphora proteus Gregory, 1857
Asterionella sp.
Attheya decora T. West, 1860
Auliscus sp.
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey, 1937
Ceratoneis closterium Ehrenberg, 1839
Chaetoceros abnormis Proschkina-Lavrenko, 1953
Chaetoceros convolutus Castracane, 1886
Chaetoceros curvisetus P.T. Cleve, 1889
Chaetoceros laciniosus Schütt, 1895
Chaetoceros similis f. solitarius Proschkina-Lavrenko, 1961
Chaetoceros simplex Ostenfeld, 1901
Chaetoceros sp.
Chaetoceros subtilis (Proschkina-Lavrenko) Proschkina-Lavrenko, 1961
Chaetoceros subtilis var. abnormis f. simplex Proshkina-Lavrenko, 1961
Chaetoceros tenuissimus Meunier, 1913
Chaetoceros throndsenii (Marino, Montresor , Zingone) Marino, Montresor , Zingone, 1991
Cocconeis pediculus Ehrenberg, 1838
Cocconeis placentula Ehrenberg, 1838
Cocconeis scutellum (Grunow in Van Heurck) P.T. Cleve, 1896
Coscinodiscus janischii Schmidt, 1878
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg, 1841
Coscinodiscus sp.
Cyclotella choctawhatcheeana Prasad, 1990
Cymbella sp.
Diatoma vulgare Bory de Saint-Vincent, 1824
Ditylum brightwellii (T. West) Grunow in Van Heurck, 1883
Entomoneis alata (Ehrenberg) Ehrenberg, 1845
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing, 1844
Gyrosigma fasciola (Ehrenberg) J.W.Griffith , Henfrey, 1856
Halamphora coffeaeformis (C. Agardh) Kützing, 1844

Продовження табл. Б 1

Leptocylindrus danicus P.T. Cleve, 1889
Leptocylindrus minimus Gran, 1915
Licmophora abbreviata C.A. Agardh, 1831
Licmophora ehrenbergii (Kützing) Grunow, 1867
Licmophora flabellata C.A. Agardh, 1830
Licmophora gracilis (Ehrenberg) Grunow, 1867
Licmophora sp.
Lyrella lyra (Ehrenberg) Karayeva, 1978
Mastogloia sp.
Melosira moniliformis (O.F. Müller) C. Agardh, 1824
Navicula cancellata Donkin, 1872
Navicula cancellata Donkin, 1872
Navicula lanceolata (C.A. Agardh) Ehrenberg, 1838
Navicula pennata A. Schmidt, 1876
Navicula pennata var. pontica Mereschkowsky
Navicula ramosissima (C.Agardh) Cleve, 1895
Navicula sp.
Nitzschia acicularis (Kützing) W. Smith, 1853
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow, 1862
Nitzschia distans W. Gregory, 1857
Nitzschia hybrida Grunow, 1880
Nitzschia lorenziana Grunow, 1880
Nitzschia sp.
Nitzschia spathulata W. Smith, 1853
Paralia sulcata (Ehrenberg) P.T. Cleve, 1873
Pinnularia sp.
Plagiotropis lepidoptera (Gregory) Kuntze, 1898
Pleurosigma angulatum (Quekett, 1848) W. Smith, 1853
Pleurosigma sp.
Proboscia alata (Brightwell) Sundström, 1986
Pseudo-nitzschia delicatissima (P.T. Cleve, 1897) Heiden, 1928
Pseudo-nitzschia pungens (Grunow ex P.T. Cleve, 1897) Hasle, 1993
Pseudo-nitzschia seriata (P.T. Cleve, 1883) H. , M. Peragallo, 1900
Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström, 1986
Rhoicosphenia abbreviata (C.A. Agardh) Lange-Bertalot, 1980
Rhoicosphenia sp.
Skeletonema costatum (Greville) P.T. Cleve, 1878
Stephanodiscus hantzschii Grunow, 1880
Striatella delicatula (Kützing) Grunow ex Van Heurck, 1881
Striatella interrupta (Ehrenberg) Heiberg, 1863
Striatella sp.
Striatella unipunctata (Lyngbye) Ag.
Synedra sp.
Tabularia fasciculata (C.Agardh) D.M.Williams & Round, 1986
Thalassionema nitzschioides (Grunow, 1862) Van Heurck, 1896
Thalassiosira baltica (Grunow in P.T. Cleve , Grunow) Ostenfeld, 1901

Продовження табл. Б 1

Thalassiosira parva Proshk.-Lavr., 1955
Thalassiosira pseudonana Hasle , Heimdal, 1970
Thalassiosira sp.
Tryblionella acuminata W. Smith, 1853
Chlorodendrophyceae
Tetraselmis inconspicua Butcher, 1959
Chlorophyceae
Chlorophyceae gen. sp.
Desmodesmus communis (E.Hegewald) E.Hegewald, 2000
Desmodesmus spinosus (Chodat) E.Hegewald, 2000
Dunaliella sp.
Dunaliella viridis Teodoresco, 1905
Kirchneriella lunaris (Kirchner) K. Möbius, 1894
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová, 1969
Monoraphidium komarkovae Nygaard, 1979
Raphidocelis danubiana (Hindák) Marvan, Komárek & Comas, 1984
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson , Godey, 1835
Choanoflagellatea
Bicosta spinifera (Throndsen, 1970) Leadbeater, 1978
Chrysophyceae
Dinobryon faculiferum (T.Willén) T.Willén, 1992
Ochromonas oblonga N.Carter, 1937
Ollicola vangoorii (W.Conrad) Vørs, 1992
Cryptophyceae
Hillea fusiformis (Schiller) Schiller, 1925
Plagioselmis prolonga Butcher ex G.Novarino, I.A.N.Lucas , S.Morrall, 1994
Cyanophyceae
Aphanizomenon flos-aquae (Linnaeus) Ralfs ex Bornet , Flahault, 1888
Chroococcus minor (Kützing) Nägeli, 1849
Cyanophyceae gen .sp.
Dolichospermum affine (Lemmermann) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek, 2009
Glaucospira laxissima (G.S.West) Simic, Komárek & Dordevic, 2014
Jaaginema kisselevii (Anissimova) Anagnostidis & Komárek, 1988
Merismopedia minima Beck, 1897
Merismopedia punctata Meyen, 1939
Merismopedia sp.
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing, 1846
Nodularia spumigena Mertens in Jürgens, 1822
Dictyochophyceae
Apedinella radians (Lohmann) Campbell, 1973
Dictyocha speculum Ehrenberg, 1839
Octactis octonaria (Ehrenberg) Hovasse, 1946
Dinophyceae
Azadinium sp.
Azadinium spinosum Elbrächter , Tillmann, 2009
Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin, 1841

Продовження табл. Б 1

Chimonodinium lomnickii (Woloszynska) S.C. Craveiro, A.J.Calado, N.Daugbjerg, Gert Hansen & Ø.Moestrup, 2011
Dinophyceae gen. sp.
Dinophysis acuminata Claparède , Lachmann, 1859
Dinophysis sacculus Stein, 1883
Diplopsalis lenticula Bergh, 1881
Diplopsalis sp.
Diplopsalopsis orbicularis (Paulsen, 1907) Meunier, 1910
Glenodinium armatum Levander, 1900
Glenodinium pilula (Ostenfeld) Schiller
Glenodinium sp.
Gonyaulax minima Matzenauer, 1933
Gonyaulax polygramma Stein, 1883
Gonyaulax scrippsae Kofoid, 1911
Gonyaulax sp.
Gymnodinium agiliforme Schiller, 1928
Gymnodinium sp.
Gymnodinium wulffii Schiller, 1933
Gyrodinium cornutum (Pouchet, 1885) Kofoid , Swezy, 1921
Gyrodinium fusiforme Koifoid , Swezy, 1921
Gyrodinium sp.
Heterocapsa triquetra (Ehrenberg, 1840) Stein, 1883
Lessardia elongata Saldarriaga , F.J.R.Taylor, 2003
Levanderina fissa (Levander) Ø.Moestrup, P.Hakanen, G.Hansen, N.Daugbjerg & M.Ellegaard, 2015
Lingulodinium polyedrum (Stein, 1883) Dodge, 1989
Nusuttodinium aeruginosum (F.Stein) Y.Takano & T.Horiguchi, 2014
Oblea rotunda (Lebour, 1922) Balech, 1964 ex Sournia, 1973
Peridinium quadridentatum (F.Stein) Gert Hansen, 1995
Phalacroma rotundata (Claparéde , Lachmann) Kofoid , Michener, 1911
Prorocentrum compressum (Bailey) T.H.Abé ex J.D.Dodge
Prorocentrum cordatum (Ostenfeld, 1901) Dodge, 1975
Prorocentrum maximum (Gourret, 1883) Schiller, 1937
Prorocentrum micans Ehrenberg, 1834
Prorocentrum ponticus Krachmalny et Terenko, 2002
Protoperidinium bipes (Paulsen, 1904) Balech, 1974
Protoperidinium claudicans (Paulsen, 1907) Balech, 1974
Protoperidinium conicum (Gran, 1900) Balech, 1974
Protoperidinium divergens (Ehrenberg, 1841) Balech, 1974
Protoperidinium granii (Ostenfield, 1906) Balech, 1974
Protoperidinium pellucidum Bergh, 1882
Protoperidinium ponticum Vershinin , Morton, 2005
Protoperidinium sp.
Protoperidinium steinii (Jörgensen, 1899) Balech, 1974
Scrippsiella trochoidea (Stein, 1883) Balech ex Loeblich III, 1965
Tripos furca (Ehrenberg) F.Gómez, 2013

Кінець табл. Б 1

Ebriophyceae
Ebria tripartita (Shumann) Lemmermann, 1899
Euglenoidea
Anisonema acinus
Eutreptia lanowii Steuer, 1904
Heteromena sp.
Imbricatea
Paulinella ovalis (A.Wulff) P.W.Johnson, P.E.Hargraves & J.M.Sieburth, 1988
N/A
Flagellata sp.
Prasinophyceae
Pterosperma jorgensenii J.Schiller, 1925
Prymnesiophyceae
Emiliania huxleyi (Lohmann) Hay , Mohler, 1967
Pontosphaera sp.
Prymnesiophyceae gen. sp.
Trebouxiophyceae
Crucigenia fenestrata (Schmidle) Schmidle, 1900
Mucidosphaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz, 2011
Oocystis borgei J. Snow, 1903
Oocystis sp.
Ulvophyceae
Binuclearia lauterbornii (Schmidle) Proschkina-Lavrenko, 1966
Xanthophyceae
Meringosphaera mediterranea Lohmann, 1902

ДОДАТОК В

СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ МЕЗОЗООПЛАНКТОНУ

Таблиця В.1 - Список зареєстрованих видів мезозоопланктону у 2020 році

Таксономічна група	Вид
Mastigophora (Flagellata)	*Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921*
Ciliophora	*Tintinoidea g. sp.*
Hydrozoa	*Hydrozoa sp.*
Scyphozoa	*Aurelia aurita Linnaeus, 1758*
Ctenophora (Atentaculata)	*Beroe ovata Bruguière, 1789*
Rotatoria	*Asplanchna Gosse, 1850, sp.*
	Brachionus caliciflorus calyciflorus Pallas, 1776
	Brachionus calyciflorus f. amphiceros Ehrenberg, 1838
	Brachionus calyciflorus spinosus Pallas, 1766
	Brachionus forficula Wierzejski, 1891
	Synchaeta baltica Ehrenberg, 1834
	Rotatoria sp.
Cladocera	*Bosmina (Bosmina) longirostris (O.F. Müller, 1785)*
	Diaphanosoma brachyurum (Liévin, 1848)
	Evadne spinifera P.E. Müller, 1867
	Moina micrura Kurz, 1875
	Penilia avirostris Dana, 1849
	Pleopis polyphemoides (Leuckart, 1859)
	Podonevadne trigona (G.O. Sars, 1897)
	Pseudevadne tergestina Claus, 1877
Copepoda	*Acartia (Acartiura) clausi Giesbrecht, 1889*
	Centropages ponticus Karavaev, 1895
	Eurytemora velox (Lilljeborg, 1853)
	Paracalanus parvus (Claus, 1863)
	Pseudocalanus elongatus (Brady, 1865)
	Acanthocyclops vernalis vernalis (Fischer, 1853)
	Eucyclops serrulatus serrulatus (Fischer, 1851)
	Oithona davisae Ferrari F.D. & Orsi, 1984
	Oithona similis Claus, 1866
	Cyclopoida g. sp.
	Canuella perplexa Scott T. & A., 1893
	Clytemnestra Dana, 1847
	Dactylopusia Norman, 1903
	Ectinosoma Boeck, 1865 sp.
	Harpacticus Milne Edwards H., 1840 sp.
	Heterolaophonte Lang, 1948 sp.
	Metis ignea ignea Philippi, 1843
	Thalestris longimana Claus, 1863
	Harpacticoida Sars G.O., 1903 gen. sp.
	Monstrilla grandis Giesbrecht, 1891

Кінець таблиці В 1

Polychaeta (larvae)	*Nereis Linnaeus, 1758 sp.*
	Prionospio Malmgren, 1867 sp.
	Spio Fabricius, 1785 sp.
	Polychaeta Grube, 1850 g. sp., larvae
Cirripedia(larvae)	*Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)*
Decapoda (larwae)	*Decapoda Latreille, 1802, larvae*
	Palaemon elegans Rathke, 1836
Gastropoda (larwae)	*Gastropoda Cuvier, 1795 veliger (Gastropoda gen. sp., larvae)*
Bivalvia (larvae)	*Bivalvia Linnaeus, 1758 gen sp., larvae*
Chaetognatha	*Parasagitta setosa (Müller, 1847)*
Appendicularia	*Oikopleura (Vexillaria) dioica Fol, 1872*
Bryozoa	*Bryozoa larvae*
Arachnida	*Hydrachnidia (Acari) gen. sp.*
Ostracoda	*Ostracoda Latreille, 1802, g.sp.*
Cumacea	*Cumacea Krøyer, 1846, g. sp.*
Isopoda	*Isopoda Latreille, 1817, g. sp.*
Amphipoda	*Amphipoda Latreille, 1816, g. sp.*
Foraminifera	*Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)*
Phoronidae	*Phoronis euxinicola Selys-Longchamps, 1907*
Nematoda	*Nematoda gen. sp*
Insecta	*Insecta*
Chironomidae	*Chironomidae g. sp., larvae*
Pisces	*Pisces g. sp., larvae*
Загальна кількість видів	63

ДОДАТОК Г

СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ МАКРОЗООБЕНТОСУ

Таблиця Г.1 - Список зареєстрованих видів та кількісні показники макрозообентосу у 2020 році

	Липень		Жовтень	
Таксони	Чисельність, екз/м^2	Біомаса, гр/м^2	Чисельність, екз/м^2	Біомаса, гр/м^2
Annelida				
Alitta succinea	233	1,2	193	0,94
Aonides paucibranchiata			422	0,25
Capitella capitata	453	0,3	233	0,14
Mysta picta			67	1,37
Nephtys hombergii	100	0,4	56	0,37
Polydora limicola	67	0,1	33	0,03
Scolelepis squamata			67	2,63
Spio filicornis	687	0,5	271	0,18
Tubificoides	378	0,3	114	0,08
Nemertea	173	0,6	50	0,03
Bryozoa				
Membranipora	300	1,7	100	0,84
Crustacea				
Chaetogammarus olivii	317	0,7	67	0,19
Crassicorophium bonellii	200	0,2		
Dexamine spinosa	67	0,1	33	0,17
Idotea balthica	100	0,6	233	0,40
Microdeutopus gryllotalpa	200	0,2	33	0,03
Palaemon elegans	67	3,0		
Paramysis kroyeri			33	0,17
Xantho poressa	33	32,3		
Amphibalanus improvisus			400	1,13
Chaetogammarus olivii				
Dexamine spinosa				
Idotea balthica				
Microdeutopus gryllotalpa			178	0,17
Palaemon elegans			33	6,93
Xantho poressa			33	15,77
Holothuroidea				
Oestergenia sp.			67	0,13
Insecta				
Chironomus salinaruis	56	0,2	100	0,07

Кінець табл. Г 1

	Липень		Жовтень	
Таксони	Чисельність, екз/м^2	Біомаса, гр/м^2	Чисельність, екз/м^2	Біомаса, гр/м^2
Mollusca				
Abra nitida	167	0,5	122	2,06
Cerastoderma glaucum			33	2,93
Chamelea gallina	67	3,6	50	20,29
Lentidium mediterraneum			733	10,09
Limapontia capitata		233	0,37	
Mytilaster lineatus			183	1,44
Mytilus galloprovincialis	433	57,0	658	231,53
Rissoa splendida			133	0,20
Phoronida				
Phoronis			267	0,20
Platyhelminthes				
Stylostomum ellipse	89	0,8	67	0,58

ДОДАТОК Д

СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ МАКРОФІТІВ

Таблиця Д.1 - Список зареєстрованих видів макрофітів у 2020 році

Відділ	Клас	Ряд	Родина	Рід	Вид
1	2	3	4	5	6
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Bryopsidaceae Bory de Saint-Vincent, 1829	*Bryopsis* J.V.Lamouroux, 1809	**Bryopsis hypnoides* J.V.Lamouroux, 1809
		Cladophorales	Cladophoraceae Wille, 1884	*Chaetomorpha* Kütz., 1845	*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing, 1849
					**Chaetomorpha linum* (O.F.Müller) Kützing, 1845
				Cladophora Kützing, 1843	*Cladophora albida* (Nees) Kutzing, 1843
					**Cl. laetevirens* (Dillwyn) Kützing, 1843
					Cl. sericea (Hudson) Kützing, 1843
					**Cladophora vadorum* (Areschoug) Kützing, 1849
					Cl. vagabunda (Linnaeus) Hoek, 1963
		Ulotrichales	Ulotrichaceae Kützing, 1843	*Ulothrix* Kützing, 1833	**Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret, 1863
				Urospora Areschoug, 1866	**Urospora penicilliformis* (Roth) Areschoug, 1866
		Ulvales	Kornmanniaceae	*Blidingia* Kylin, 1947	***Blidingia minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin, 1947
			Ulvaceae J.V. Lamouroux ex Dumortier, 1822	*Ulva* Linnaeus, 1753	*Ulva compressa* Linnaeus, 1753
					Ulva flexuosa Wulfen, 1803
					U. intestinalis Linnaeus, 1753
					U. linza Linnaeus, 1753
					**Ulva prolifera* O.F.Müller, 1778
			Ulvellaceae Schmidle, 1899	*Ulvella* P.L.Crouan & H.M.Crouan, 1859	*Ulvella leptochaete* (Huber) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor, 2013
Ochrophyta	Phaeophyceae	Ectocarpales	Chordariaceae Greville, 1830	*Myriactula* Kuntze, 1898	***Myriactula rivulariae* (Suhr ex Areschoug) Feldmann, 1937
				Punctaria Greville, 1830	*Punctaria latifolia* Greville, 1830

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6
Rhodophyta	Bangiophyceae	Bangiales	Bangiaceae Engler, 1892	*Bangia* Lyngbye, 1819	**Bangia atropurpurea* (Mertens ex Roth) C.Agardh, 1824
				Pyropia J.Agardh, 1899	*Pyropia leucosticta* (Thuret) Neefus & J.Brodie, 2011
		Goniotrichales	Goniotrichaceae	*Stylonema* Reinsch, 1875	*Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M.Drew, 1956
	Florideophyceae	Corallinales	Hydrolithaceae R.A.Townsend & Huisman, 2018	*Hydrolithon* (Foslie) Foslie, 1909	*Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993
		Acrochaetiales	Acrochaetiaceae Fritsch ex W.R. Taylor, 1957	*Acrochaetium* Nägeli, 1858	*Acrochaetium secundatum* (Lyngbye) Nägeli, 1858
					Acrochaetium parvulum (Kylin) Hoyt, 1920
				Grania (Rosenvinge) Kylin, 1944	**Grania efflorescens* (J.Agardh) Kylin, 1944
		Ceramiales	Callithamniaceae Kützing, 1843	*Callithamnion* Lyngbye, 1819	*Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngbye, 1819
			Ceramiaceae Dumortier, 1822	*Antithamnion* Nägeli, 1847	*Antithamnion cruciatum* (C.Agardh) Nägeli, 1847
				Ceramium Roth, 1797	*Ceramium arborescens* J.Agardh, 1894
					Ceramium diaphanum (Lightfoot) Roth, 1806
					Ceramium siliquosum var. *elegans* (Roth) G.Furnari, 1999
					Ceramium virgatum Roth, 1797
			Rhodomelaceae J.E. Areschoug, 1847	*Chondria* C.Agardh, 1817	***Chondria capillaris* (Hudson) M.J.Wynne, 1991
				Polysiphonia Greville, 1823	*Polysiphonia sanguinea* (C.Agardh) Zanardini, 1840
				Carradoriella P.C.Silva, 1996	*Carradoriella denudata* (Dillwyn) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019
					Carradoriella elongata (Hudson) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019
		Peyssonneliales	Peyssonneliaceae Denizot, 1968	*Peyssonnelia* Decaisne, 1841	*Peyssonnelia dubyi* P.Crouan & H.Crouan, 1844
	Compsopogonophyceae	Erythropeltales	Erythrotrichiaceae G.M. Smith, 1933	*Erythrocladia* Rosenvinge, 1909	**Erythrocladia subintegra* Rosenvinge, 1909

Кінець таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6
Tracheophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Zosteraceae Dumort.	*Zostera* Linnaeus, 1753	**Zostera noltei* Hornemann, 1832
					**Zostera* subg. *Zostera marina* Linnaeus, 1753
Примітка 1. Чутливі види макрофітів, що мають $S/W_p < м^2 \cdot кг^{-1}$ виділено світло-сірим кольором. Примітка 2. * - види водоростей, виявлені тільки в штормових викидах. Примітка 2. **- нові види для Одеського регіону.					

ДОДАТОК Е

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ У 2020 РОЦІ

Розділ в міжнародній монографії:
Kharytonova Y. V., Nabokin M. V. ZOOPLANKTON OF THE NORT-WESTER PART OF THE BLACK SEA IN 2016–2019 AND ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE ENVIROMENT BY ITS INDICATORS //Publishing House “Baltija Publishing”. – 2020. – pp. 683-698.

Публікації в українських і міжнародних наукових журналах, що індексуються базами даних Web of Science Core Collection та Scopus:

- Харитонова Ю.В., Набокін М.В., Дядичко В.Г. Зоопланктон відкритої частини Чорного моря в 2016–2019 роках та оцінка якості водного середовища за його показниками // Науково-практичний журнал «Екологічні науки» № 2(29). Т. 2, 2020 – 87 -94 С.
- Linetskii, B. (2020). Donacilla cornea (Poli, 1791) (Bivalvia: Venerida: Mesodesmatidae) in the northern Black Sea: new distribution records, shell size and colouration. // Folia Malacologica, - 210-215. - https://doi.org/10.12657/folmal.028.014
- Linetskii, B., Son, M. O., Koshelev, A. V (2020) Contribution to the knowledge on supralittoral macroinvertebrates of the northwestern Black Sea. // Ecologica Montenegrina, 34: 8-19. - https://doi.org/10.37828/em.2020.34.2

Статті в міжнародних та національних виданнях, що не індексуються базами даних Web of Science Core Collection та Scopus:

- Зотов А. Б. Грандова М. О. Зотова О. В. Теренько Г. В. Порівняння структурної організації угруповань фітопланктону українського шельфу й відкритих вод Чорного моря навесні 2016 року //Морський екологічний журнал. – 2020. – №. 2. – С. 22-30.
- Т.А. Чужекова, С.П. Ковалишина К обзору биологических индикаторов изменения климата в пресных водах, на примере макрозообентоса // Material the International Conference “EU integration and management of the Dniester river basin”, October 8-9, 2020. Chisinau, Moldova - C.355-358
- М.В. Набокин Многолетние изменения в зоопланктоне дельты Днестра // Material the International Conference “EU integration and

management of the Dniester river basin", October 8-9, 2020. Chisinau, Moldova - C.236-240

- Maria Grandova «Changes in phytoplankton community of lower Dniester in 2018-2019» // Material the International Conference "EU integration and management of the Dniester river basin", October 8-9, 2020. Chisinau, Moldova - c.44-51
- В. Украинский, С. Ковалишина, Ю. Деньга «Содержание полициклических ароматических углеводородов в воде и донных отложениях в низовье реки Днестр, 2019 г.»// Material the International Conference "EU integration and management of the Dniester river basin", October 8-9, 2020. Chisinau, Moldova - c.326-331

Тези та участь в конференціях (Online with ZOOM platform):

- Vladimir Ukrainskiy, Svitlana Kovalyshyna, Yuriy Denga, Elena Zubcov, Nina Bagrin, Nadia Andreev, Victor Ciornea, Vladimir Kolosov, Antoaneta Ene Study of metals in water, suspensions and sediments in the lower part of the Dniester River during 2019 // Abstracts of the International Conference "Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health" Galati, Romania, September 23-26, 2020 - p.11-12
- Vladimir Ukrainskiy, Yuriy Denga, Svetlana Kovalyshyna, Anastasia Ivanova, Elena Zubcov, Antoaneta Ene Organochlorine pesticides in water and bottom sediments of the Dniester River ecosystem // Abstracts of the International Conference "Environmental Toxicants in Freshwater and Marine Ecosystems in the Black Sea Basin", September 8–11, 2020 KAVALA, GREECE – p.26-28
- Унрод В. І., Олейнік Ю. В., Третьяк І. П., Осипенкова І. І. До питання щодо переробки полімерних відходів, забруднюючих Чорне море // Modern science: problems and innovations. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2020. Pp. 164-169. URL : https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-science-problems-and-innovations-23-25-avgusta-2020-goda-stokgolm-shvetsiya-arhiv/.