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

№ держреєстрації 0119U103494

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

«03» лютого 2021р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ОЦІНКА ТА ДІАГНОЗ СТАНУ БІОЦЕНОЗІВ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ У 2019-2021 РОКАХ

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

2021

Рукопис закінчено 28 грудня 2021 р.
Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ,
протокол від 03 лютого 2022 року № 1

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, начальник.ВНД та ОМБ, канд.біол.наук	28 12 2021	С. П. Ковалишина (вступ; реферат; розділи 1-3, висновки)
Виконавці: Ст. наук. співроб. ВНД та ОМБ, канд.біол. наук	28 12 2021	Г. В. Теренько (розділ 2.1, 2.2, 2.3, висновки)
Ст. наук. співроб. ВНД та ОМБ, канд.біол. наук	28 12 2021	М. О. Грандова (розділ 2.1, 2.2, 2.3, висновки)
Зав. Сектором ОМБ	28 12 2021	І. П. Трет'як (розділ 3.2)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	28 12 2021	О. О. Семенова (розділ 4, висновки, додаток Ґ)
Наук.співроб. сектору біологічних методів оцінки якості морської води	28 12 2021	О. В. Рачинська (розділ 3.3, висновки)
Зав. сектором ГБД, В.о. начальника ВНД та ОМБ	28 12 2021	М. В. Набокін (вступ; реферат; розділи 1-3, висновки)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ	28 12 2021	О. Г. Качалов (розділ 3.1)
Наук. співроб. МІАЦ, канд. біол. наук	28 12 2021	Т. В. Чужекова (розділ 3, висновки)
Наук. співроб.ВНД таОМБ	28 12 2021	О. В. Зотова (розділ 2.4)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 169 стор., 70 рис., 39 табл., 54 посилань, 6 додатків.

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 2019-2021 роках, 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 3 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 наведено список зареєстрованих видів фітопланктону, мезозоопланктону, макрозообентосу, в додатку Ґ оцінка екологічного стану акваторії за методом біотестування, в додатку Д список публікацій з теми, опублікованих 2021 року.

ЗМІСТ

	С.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ,УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ....	6
ВСТУП……..	8
1 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ…….....	9
1.1 Вихідні дані гідробіологічного моніторингу акваторій ПЗЧМ……..	9
1.2 Методи досліджень……..	12
2 СТАН ПЛАНКТОННОГО УГРУПОВАННЯ…….....	15
2.1 Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону ПЗЧМ……..	15
2.2 Оцінка якості води за показниками фітопланктону ……..	42
2.3 «Цвітіння» води в Одеському регіоні ……..	50
2.4 Значеня пігменту хлорофілу-α в акваторії ОМР та ПЗЧМ та оцінка екологічного стану акваторії за його показниками……	55
2.5 Біорізноманіття та кількісні показники зоопланктону ПЗЧМ……	64
2.6 Оцінка екологічного стану акваторії ПЗЧМ за кількісними показниками зоопланктону…….	74
3 СТАН БЕНТОСНОГО УГРУПОВАННЯ……...	79
3.1 Біорізноманіття та екологічний статус зообентосу ПЗЧМ……..	79
3.2 Біорізноманіття та кількісні показники макрофітобентосу ПЗЧМ….	88
3.3 Біорізноманіття та кількісні показники мікрофітобентосу ПЗЧМ….	96
4 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДИ ТА ДОНИХ СУБСТРАТІВ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ…….	122
ВИСНОВКИ…….	122
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ……...	126
Додаток А Карта – схема точок відбору проб у північно – західній частині Чорного моря.....	140
Додаток Б Список зареєстрованих видів фітопланктону……..……..	141

Додаток В Список зареєстрованих видів мезозоопланктону……..	146
Додаток Г Список зареєстрованих видів макрозообентосу……	148
Додаток Ґ Результати аналізу екологічного стану водного середовища та доних відкладень ПЗЧМ за методом біотестування……...	152
Додаток Д Перелік робіт, що були опубліковані у 2021 році…….	165

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

НДР – науково-дослідна робота;

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;

ПЗЧМ –північно – західна частина Чорного моря;

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

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

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

ЄС – Європейський Союз;

СБО – станція біологічної очистки;

H– індекс видового різноманіття за Шенноном;

N – чисельність гідробіонтів;

AcDev – допустиме відхилення від RefCon (Deviaction);

AcStat – значення параметру за спостереженням (Actual status);

AMBI−морський біотичний індекс (Marine Biotik index AZTI**);**

AZTI – програмне забезпечення;

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

B – біомаса гідробіонтів;

ДЕС – добрий екологічний стан;

D 1 – дескриптор 1;

D 4 – дескриптор 4;

D 6 – дескриптор 6;

ЕКС – екологічний комплексний статус;

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

$(S/W)_x$ - Індекс середньої питомої поверхні структурних елементів водоростей;

(SI_{ph}) - індекс поверхні фітоценозу;

ВЕЯ - відносна екологічна якість;

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

Target – цільова концентрація параметру .

ОМР – Одеський морський регіон Чорного моря

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 звітній 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 планктонних і бентосних угрупувань 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.

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 протягом 2019-2021 років проводив екологічний моніторинг у прибережних водах Одеського морського регіону (ОМР) 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 пляжу Аркадія, до того ж два рази на рік проводилися зьомки на 11 моніторингових точках, розташованих уздовж узбережжя від с. Затока Одеської області до с. Коблево Миколаївської області.

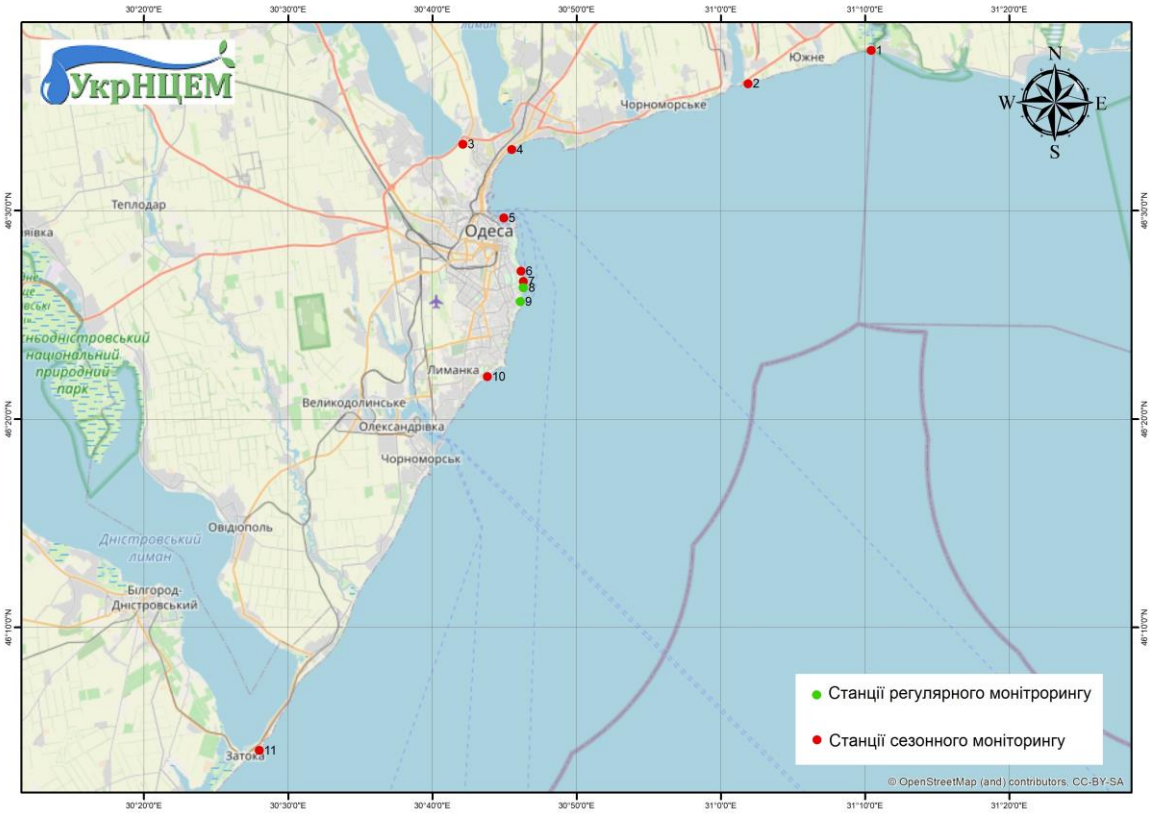


Рисунок 1.1 – Схема розташування станцій гідробіологічного моніторингу Одеського регіонуу 2019-2021 роках.

Таблиця 1.1 – Мережа станцій прибережного екологічного моніторингу, що виконував УкрНЦЕМ протягом 2019-2021 років.

№ п/п	Номер станції	Координати		Об’єктна та функціональна прив’язка
		Широта, північна	Довгота, східна	
1	1	46° 37.65′	031° 10.43′	Пляж «Коблево». Моніторінг рекреаційних зон.
2	2	46° 36.07′	031° 01.88′	Порт «Южний», Аджаликський лиман. Моніторинг імпактних зон.
3	3	46° 33.18′	030° 46.12′	Пляж «Лузанівка-1». Моніторинг рекреаційних зон.
4	4	46° 32.93′	030° 45.50′	Пляж «Лузанівка-2». Моніторинг рекреаційних зон.
5	5	46° 29.65′	030° 44.96′	Порт Одеса. Моніторинг імпактних зон.
6	6	46° 27.10′	030° 46.16′	Пляж «Дельфін». Моніторинг рекреаційних зон.
7	7	46° 26.64′	030° 46.33′	Пляж санаторію «Чкалова». Моніторинг рекреаційних зон.
8	8	46° 26.03′	030° 46.07′	Мис Малий Фонтан. Моніторинг рекреаційних зон.
9	9	46° 26.00′	030° 46.03′	Аркадія. Моніторинг рекреаційних зон.
10	10	46° 22.04′	030° 43.89′	Дача Ковалевського. Моніторинг рекреаційних зон і впливу стоку Станції біологічної очистки стічних вод «Північна».
11	11	46° 04.13′	030° 27.85′	Пляж «Затока». Моніторинг рекреаційних зон та впливу витоку Дністровського лиману.

Кількість гідробіологічних проб у 2019-2021 роках наведена у таблиці 1.2.

У рамках досліджень в ПЗЧМ протягом 2019-2021 рр. було здійснено 4 експедиційних дослідження у прибережних морських масивах Дунайського регіону (навесні та восени) а також 2 експедиційних дослідження в акваторії ПЗЧМ, таким чином розглянувши стан біоценозів у різні сезони. Карта – схема району дослідження наведена у додатку А.

Таблиця 1.2 - Кількість гідробіологічних проб у 2019-2021 роках.

Станція відбору проб	Фітопланктон			Фотосинтетичні пігменти			Зоопланктон			Макрозообентос			Макрофітобентос			Мікрофітобентос		
Рік	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Мис Малий Фонтан	24	27	19	24	27	35	11	23	19	2	2	2	21	18	19	6	6	6
Аркадія	23	27	27	23	27	36	13	25	19	2	2	2	19	17	15	2	4	4
Пляж «Коблево»	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	0	9	4	2	2	4
Порт «Южний»	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	14	9	14	2	2	4
Порт «Одеса»	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	0	0	0	4	2	4
Р-н сан. ім. Чкалова	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	21	25	23	2	4	4
Дельфін	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	23	17	18	2	5	6
Дача Ковалевського	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	10	17	10	3	3	6
Лузанівка	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	2	15	3	3	6
Дунайський регіон	3	5	0	0	0	0	3	4	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
Загалом	67	68	60	67	68	85	36	61	46	15	14	18	116	114	118	27	31	44

1.2 Методи досліджень

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

«Живу краплю» води розглядали під мікроскопом після згущення (метод зворотної фільтрації, ядерний фільтр 1,5 мкм). Об’єм процідженої води на 1 пробу зазвичай становив від 1л до 4 л, об’єм згущених проб – від 10 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 0,04мл 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 1 л до 12 л із поверхневих шарів води, які зливали у ємності відповідного об’єму (непрозорі, 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 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 видалялися із проби та підраховувалися 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 та обробляли за загальноприйнятими методиками [22], [23-25]. У кожній акваторії мікроводорості відбирали з усіх наявних видів субстратів: пухких (пісок, мул) та твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій). Мікроскопічну обробку проб виконували згідно з вимогами відповідних

методик [26-27]. Назви систематичних груп мікроводоростей вказували за загальноприйнятою у світовій практиці системою класифікації [28-31]. При обробці проб враховували не тільки суто бентосні водорості, а й наявність у складі мікрофітобентосу планктонних та бенто-планктонних форм.

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], [32-35]. 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

2.1.1. Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону на реперних станціях Одеського регіону.

Таксономічна характеристика фітопланктону прибережної зони Одеського регіону за 2019 – 2021 рр.

Аналіз отриманих даних показав, що в 2019-2021 рр. в альгоценозі прибережної зони Одеського регіону було відмічено 169 видів і різновидів мікроводоростей (Додаток Б), що відносяться до 11-ти систематичних відділів фітопланктону: Bacillariophyta (47 %), Dinophyta (18 %), Chlorophyta (12 %), Cyanophyta (11 %), Prymnesiophyceae (3 %), Chrysophyceae (3 %), Cryptophyceae (1 %), Euglenophyta (1 %), Dictyochophyceae (1 %), Choanoflagellatea (1 %) і Flagellata (2 %) (рис.2.1).

Найбільшою видовою різноманітністю характеризувались діатомові (80), дінофітові (31); зелені (20), золотисті (5), синьозелені (18), евгленові (2), премнезіофітові (5), криптофітові (2), діктіохофітові (1), хоанофлагелляти (2), флагелляти (3).

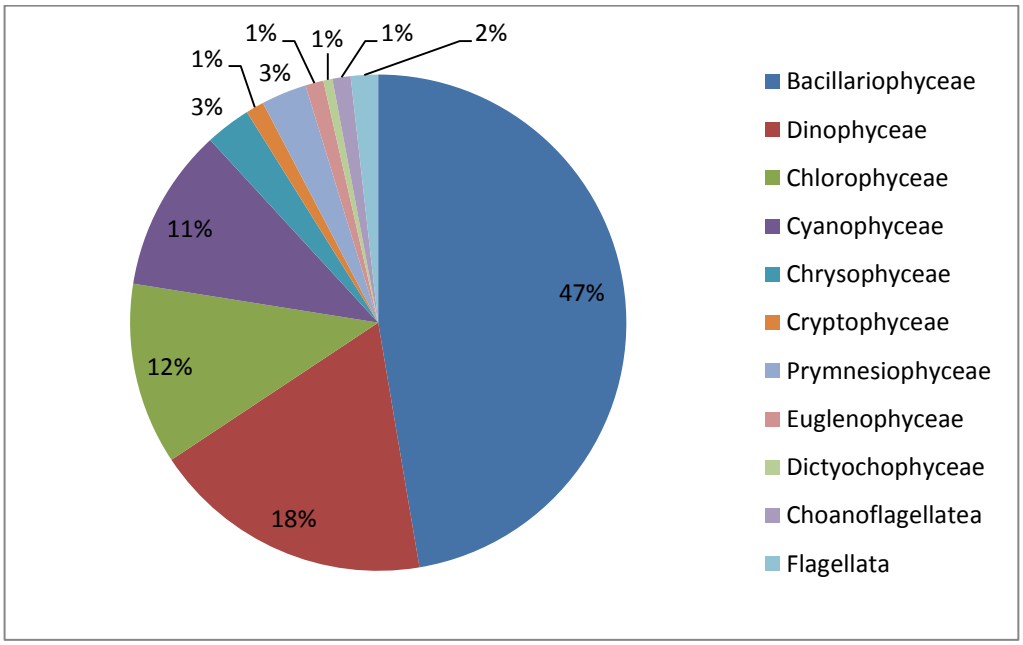


Рисунок 2.1. – Таксономічна характеристика фітопланктонного угруповання Одеської затоки в 2019–2021 р.

Кількісна характеристика фітопланктону прибережної зони Одеського регіону в 2019–2021 рр.

Дослідження кількісних показників фітопланктону прибережної зони Одеського регіону в 2019–2021 роках показало дуже низькі їх середньорічні значення, порівняно з попередніми роками. Так, середньорічна чисельність в 2019 році склала 369 тис. кл • $л^{-1}$, в 2020 – 113 тис. кл • $л^{-1}$, в 2021 році – 243 тис. кл • $л^{-1}$, в середньому за трьома роками складаючи 242 тис. кл • $л^{-1}$.

Середньорічна біомаса в 2019 році склала 424 мг • $м^{-3}$, в 2020 році – 309 мг • $м^{-3}$, в 2021 році – 230 мг • $м^{-3}$, в середньому за трьома роками складаючи 321 мг • $м^{-3}$, що в 2,5 разів менше, ніж в 2018 р.

Протягом останніх трьох років (2019–2021), як і протягом 8 років (2011–2018), в акваторії Одеського регіону зберігалась тенденція зниження кількісних показників фітопланктону (Рис. 2.2.).

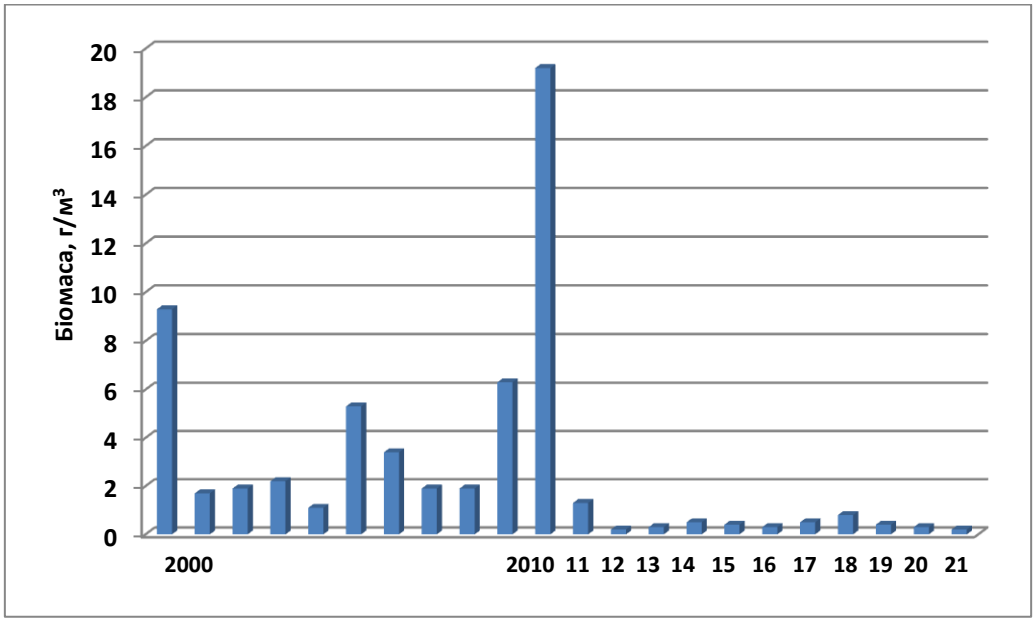


Рисунок 2.2. – Долгоперіодні показники середньорічної біомаси фітопланктону Одеського регіону.

Сезонна сукцесія фітопланктону протягом 2019 року чітко не простежувалась, за винятком зимового періоду, пов'язаного з впливом стоку Дніпровського-Бузького лиману, з котрим в Одеський регіон потрапляли води, збагачені мінеральними сполуками та види фітопланктону

прісноводного генезису. Так, на початку лютого 2019 року спостерігали зимове «цвітіння» фітопланктону, яке було сформоване масовим розвитком 4 видів мікроводоростей, які належали до трьох відділів фітопланктону – діатомових, зелених і динофітових (рис. 2.3., рис. 2.4.).

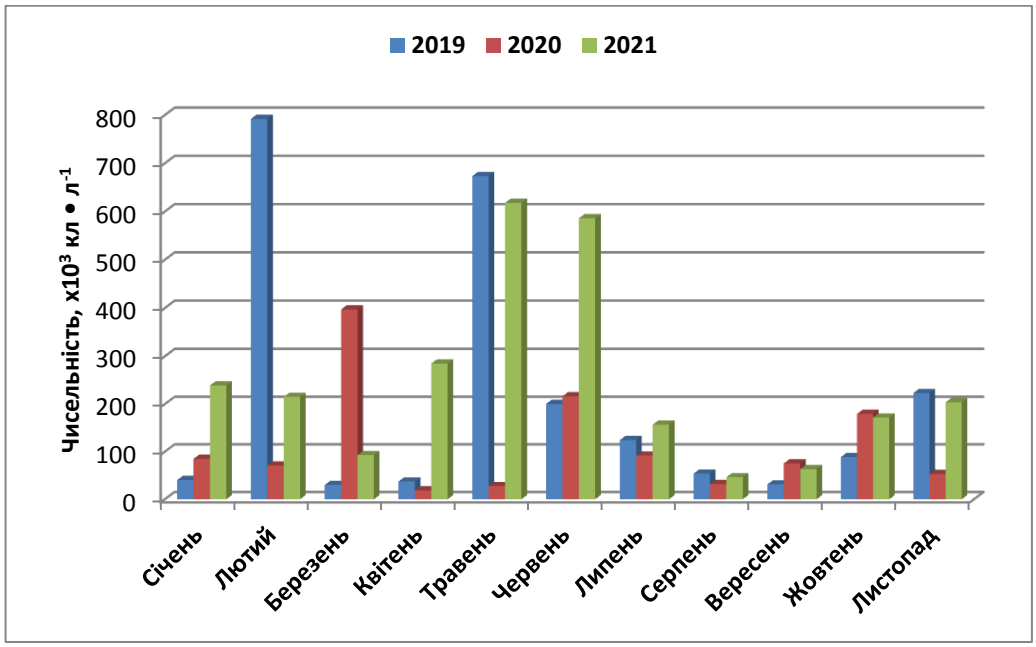


Рисунок 2.3. – Кількісні показники чисельності (x10^3 кл • $л^{-1}$) прибережної зони Одеського регіону в 2019–2021 рр.

Домінантою серед них була діатомова *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., Чисельність якої становила 953 тис. кл • $л^{-1}$, біомаса – 262 мг • $м^{-3}$. Субдомінантами були солонуватоводна діатомова *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (484 тис. кл • $л^{-1}$; 118 мг • $м^{-3}$), прісноводна зелена *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komár.-Legner. (261 тис. кл • $л^{-1}$; 8 мг • $м^{-3}$) і прісноводна динофітова *Chimonodinium lomnickii* (Wolosz.) Crav. et al. (395 тис. кл • $л^{-1}$; 6,4 г • $м^{-3}$).

Ще один невеликий спалах чисельності відзначався на початку травня, за рахунок розвитку дрібноклітинної ціанобактерії *Merismopedia punctata* Meyen і зеленої *M. contortum* – 1248 тис. кл • $л^{-1}$, 29 мг • $м^{-3}$, при температурі морської води 14,0 °C і солоності 13,63 ‰ (рис. 2.3., рис. 2.4.).

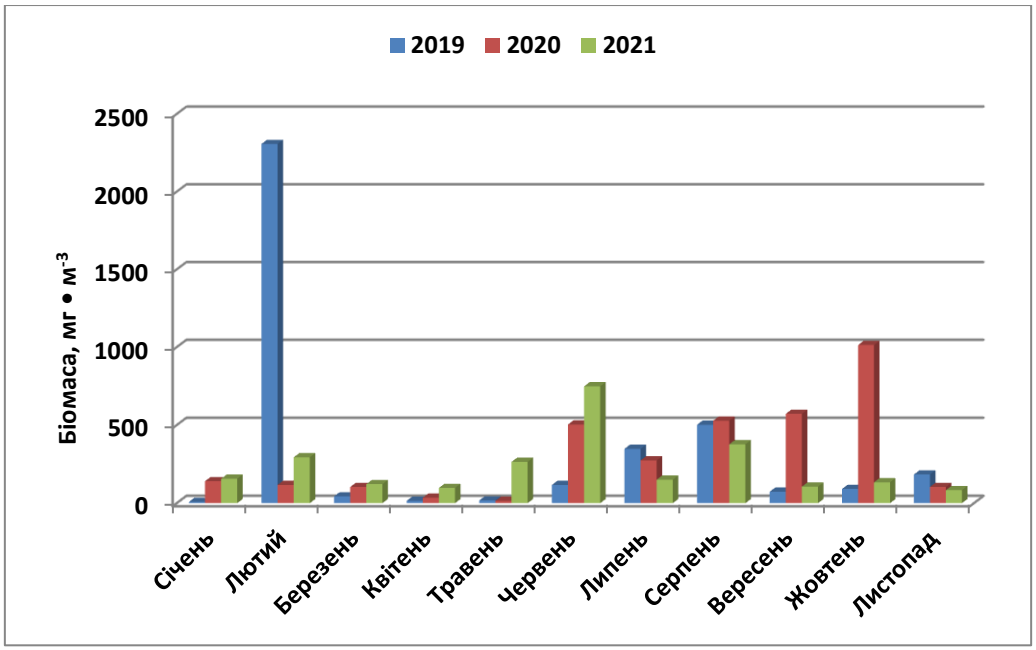


Рисунок 2.4. – Кількісні показники біомаси (мг • м$^{-3}$) прибережної зони Одеського регіону в 2019–2021 рр.

Зимове «цвітіння» чотирьох видів одночасно, визначало найбільш високі, за рік, за винятком літнього аномального «цвітіння» *Nodularia,* кількісні показники фітопланктону: загальна чисельність фітопланктону 6 лютого склала 2 млн. кл • л$^{-1}$, біомаса – 6,81 г • м$^{-3}$, при мінімальних за весь період досліджень температурі морської води 3,0 °С і солоності 9,27 ‰ (рис. 2.3., рис. 2.4.). У цей період, в водах ОМР спостерігали максимальні значення мінеральних сполук: фосфору фосфатного (P_{PO4}^{3-}) 36,75 мкг • л$^{-1}$, азоту нітратного (N_{NO3}^{-}) 27,5 мкг • л$^{-1}$, азоту нітрітного (N_{NO2}^{-}) 2,22 мкг • л$^{-1}$ та кремнію (Si) 2419 мкг • л$^{-1}$.

Другий незначний спалах біомаси був відзначений в липні і серпні за рахунок вегетації крупноклітинного динофітового планктону, зокрема, представників роду *Prorocentrum, Gyrodinium, Dinophysis, Ceratium, Tripos* і *Peridinium* – 133 тис. кл • л$^{-1}$, 775 мг • м$^{-3}$, при температурі морської води 21,4 °С і солоності 17,27 ‰ (рис. 2.4.).

Осінній невеликий пік чисельності 223,26 тис. кл • л$^{-1}$ та біомаси 183,54 мг • м$^{-3}$ був відзначений у листопаді за рахунок розвитку комплексу видів

морського (*Prorocentrum cordatum* (Ostenf.) Dodge) та солонуватоводного генезису (*Jaaginema kisselevii* (Anissim.) Anag. & Komárek).

У 2020 році спостерігалось 3 максимуми кількісних показників – весняний (за рахунок розвитку прісноводних дрібноклітинних видів, зеленой *Monoraphidium contortum,* синьозелених *Jaaginema kisselevii, Merismopedia punctata* Meyen та діатомової *Chaetoceros similis* f. *solitaries* Pros.-Lavr., літній – за рахунок розвитку діатомової *Skeletonema costatum*, та восени – за рахунок розвитку великої дінофітової *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, але рівня «цвітіння» мікроводорості досягали тільки восени. Чисельність мікроводоростей змінювалась від 6 до 1018 тис. кл·л$^{-1}$, біомаса від 0,56 до 2825 мг·м$^{-3}$, при середній чисельності 113 тис. кл.·л$^{-1}$ та біомасі 309 мг·м$^{-3}$, що трохи нижче, ніж у попередні роки (рис. 2.3.).

Як і в попередні роки, фітопланктонне угруповання 2021 року характеризувалось досить низькими середньорічними показниками чисельності та біомаси. Протягом року зимовий пік кількісних показників був зафіксований наприкінці грудня, весняний пік – у травні, літній пік припадав на середину червня, осінній – на початок листопада.

Зима 2020-2021 характеризувалася досить активною вегетацією фітопланктону наприкінці грудня 2020 р. Так, зимовий пік чисельності та біомаси був сформований одночасним розвитком 5 видів мікроводоростей: 2 видами діатомових *Cyclotella choctawhatcheeana* Prasad, *Jaaginema kisselevii* (Anissim.) Anag. et Komár. *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anag. & Komárk., одним видом зелених *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárk.-Legn. Чисельність становила 314,83 тис. кл·л$^{-1}$, біомаса – 212,32 мг·м$^{-3}$. Слід зазначити, що морська популяція *P. agardhii* відзначена вперше на північно-західній частині моря (Terenko, Hushchyna, 2022).

Весняний пік фітопланктону був відзначений у травні, за рахунок тривалої вегетації діатомової *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cl.) Heiden. Чисельність становила 806,31 тис. кл·л$^{-1}$, біомаса – 348,95 мг·м$^{-3}$.

У період літнього піку чисельності та біомаси у прибережній зоні ОМР спостерігали так званий «зелений приплив». Основним видом збудником якого була ціанобактерія *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Born. et Flah. (біомаса склала 753,04 мг·м$^{-3}$). Це прісноводний вид, що формує макроскопічні пучкоподібні колонії. Занесений в перелік токсичних видів ЮНЕСКО, продукує нейротоксини (анатоксин та паралітичний токсин молюсків PSP). В Одеській затоці цей вид масово розвивався у 2010 та 2015 роках (Александров и др., 2012; Теренько, 2015). Окремі трихоми періодично зустрічаються в фітопланктоні у весняний період. Головним фактором появи цього виду у затоці є перенос водних мас з Дніпровсько-Бузького лиману, пониження солоності та високий вміст біогенних елементів (сполук азоту та фосфору), а також, рясні зливи напередодні «цвітіння».

У Порту, наприкінці червня 2021 року спостерігали невеликий фітопланктонний спалах, сформований одночасним розвитком 3 видів діатомових мікроводоростей: *Chaetoceros peruvianus* Brigh., *Chaetoceros socialis* Laud., *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Mer. Чисельність видів становила 694,87 тис. кл·л$^{-1}$, біомаса 176,98 мг·м$^{-3}$. Цікавим є той факт, що масовий розвиток *C. peruvianus* у північно-західній частині Чорного моря був відзначений вперше. Цей спалах розвитку мікроводоростей, швидше за все, пов'язаний з надходженням значної кількості біогенних елементів у верхні шари води.

Осінній пік кількісних показників пов'язаний з розвитком золотистої *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay et Mohler та діатомовими *Leptocylindrus minimus* Gran, *Pseudo-nitzschia pungens* (Grun. ex Cl.) Hasle, *Cylindrotheca closterium* (Ehr.) Reimann et Lewin на початку листопада. Чисельність видів становила 451,88 тис. кл·л$^{-1}$, біомаса 231,86 мг·м$^{-3}$.

Слід зазначити, що протягом усього періоду досліджень прибережний фітопланктон 2021 року був сформований переважно морським комплексом видів. Середні показники чисельності склали 243 тис. кл·л$^{-1}$, що трохи

більше, ніж у 2020 році; біомаси – 230 мг·м$^{-3}$, що трохи нижче, ніж у попередні роки.

Фітопланктонне угруповання в період апвелінгу (липень-серпень, 2019 р.)

Досить тривалий період часу, з перших чисел липня до середини серпня 2019 року, фітопланктоне угруповання знаходилося під впливом ряду прибережних апвелінгів, в основному, викликаних дією вітрів південних та південно-західних румбів. Після вітрів, що викликають прибережні апвелінгі, крупноклітинні види мікроводоростей морського генезису піднімаються в верхні шари моря, змінюючи аборигенні види солоноватоводного та прісноводного генезису.

Так, найбільш потужний апвелінг був відзначений в районі мису Малий Фонтан, з 7 по 9 серпня і супроводжувався різким зниженням температури морської води і підвищенням її солоності. Найбільш значне падіння температури води було зафіксовано з 6 на 7 серпня, коли температура поверхневого шару знизилася на 9,6 ^{o}C (з 22,6 ^{o}C до 13,0 ^{o}C), а у дна – на 11,0 ^{o}C (з 22,5 ^{o}C до 11,5 ^{o}C). За час апвелінга солоність води підвищилася на 2 ‰, з 15,5 ‰, до 17,5 ‰.

Цікавим є той факт, що напередодні цього явища, кількість морських видів в пробах води було незначним і становило від 7 до 9. Уже, після першого незначного підйому глибинних вод 3 липня, кількість видів збільшилася вдвічі і становила від 14 до 18 видів морського генезису (Рис. 2.5). При цьому, загальна кількість видів в пробах також зросла: до апвелінгу – 15, після – 25. При наступному піднятті глибинних вод, 17 липня, спостерігали поступове збільшення числа морських форм від 8 до 13, при загальній кількості видів в пробі 17. Тоді як, напередодні з 4 по 12 липня, число видів в пробах становило від 1 до 11.

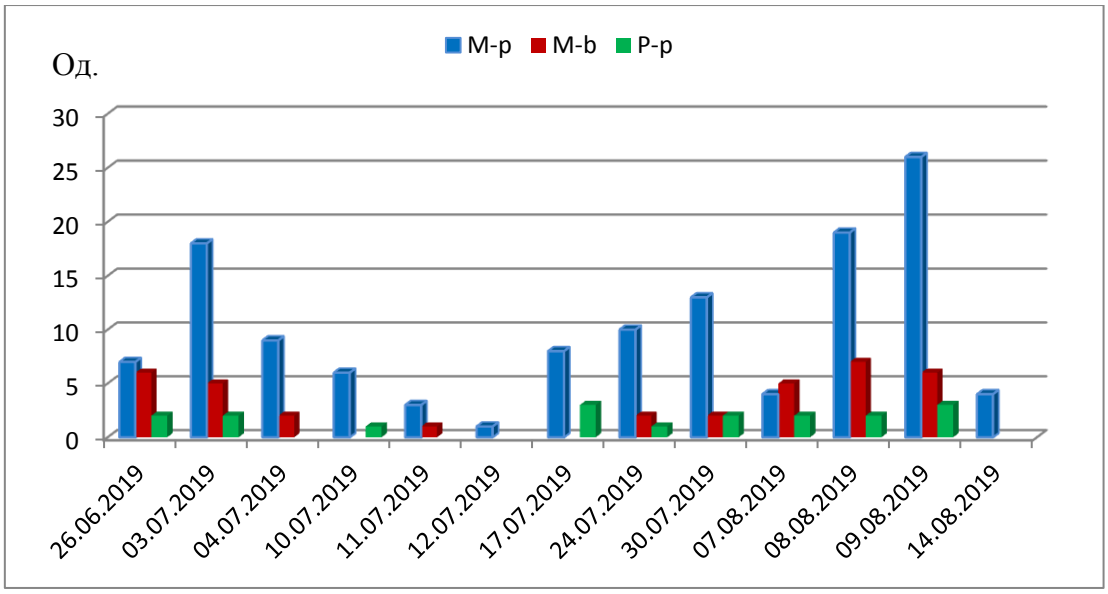


Рисунок 2.5. – Кількість видів фітопланктону за фактором солоності (M-p – морські планктонні; M-b – морські бентичні; P-p – прісноводні планктонні) на мису Малий Фонтан в період апвелінгу в 2019 р.

В результаті найпотужнішого апвелінга, з 8 по 9 серпня, в пробах морської води зазначалося максимальну кількість видів морського генезису, від 19 до 26 відповідно. В цей же період відзначали максимальне біорізноманіття за весь теплий період року – від 28 до 35 видів в пробі (рис. 2.5, 2.6).

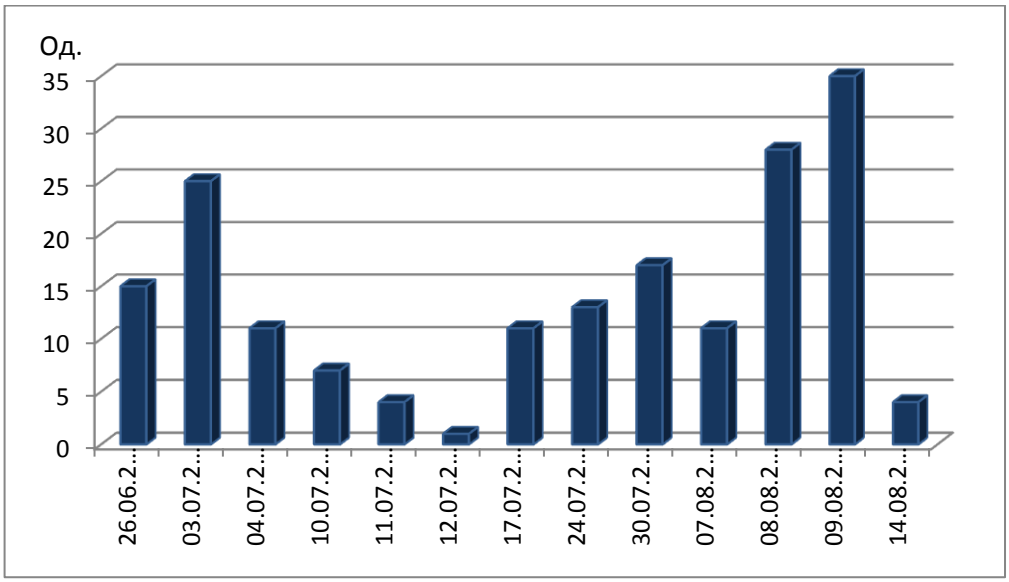


Рисунок 2.6 – Кількість видів фітопланктону на мису Малий Фонтан в період апвелінгу в 2019 р.

Серед найбільш частих представників морського комплексу видів були: *Prorocentrum cordatum* (Ostenf.) Dodge, *P. Micans* Ehr., *Tryblionella compressa* (Bailey) Poulin et al., *Mesoporos perforatus* (Gran) Lillick, *Katodinium fungiforme* (Anissim.) Fott, *Diplopsalis lenticula* Bergh, *Dinophysis acuminata* Cl. et Lachm., *Gonyaulax minima* Matz., *Gyrodinium fusiforme* Kof. et Sw., *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, *Ceratium tripos* (Müller) Nitz., *Tripos furca* (Ehr.) Gómez, *Leptocylindrus minimus* Gran, *L. Danicus* Cl., *Proboscia alata* (Brigh.) Sundst., *Plagioselmis prolonga* Butch. Частина видів характерні виключно для відкритих вод північного заходу Чорного моря і рідко, або вкрай рідко відзначається в прибережній частини.

Індекс Шеннону

Максимальні зафіксоване значення індексу видового різноманіття за Шенноном (H') за трирічний період спостережень отримано у жовтні 2021 р. (2,890 біт • екз.$^{-1}$), за рахунок форм морського генезису, таких як *Diplopsalis, Heterocapsa, Prorocentrum, Pseudo-nitzschia, Nitzschia, Chaetoceros, Leptocylindrus* (рис.2.7).

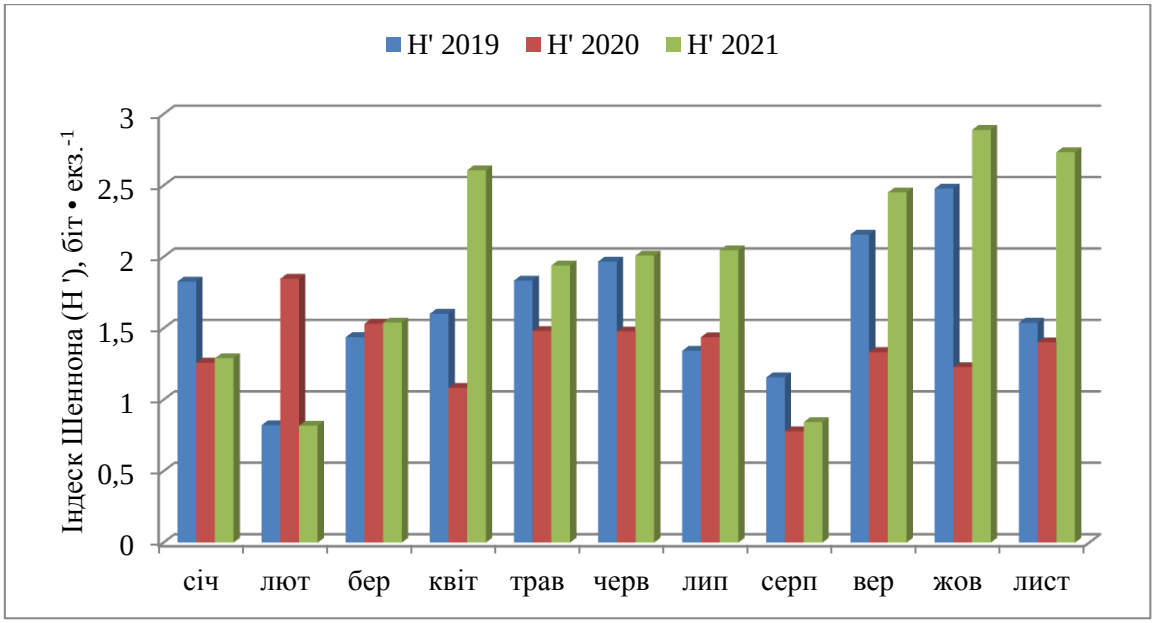


Рисунок 2.7 – Середньомісячні показники індексу видового різноманіття за Шенноном відкритий Одеського регіону в 2019 – 2021 рр.

В результаті ще одного явища, літніх прибережних апвелінгів, спостерігали стрибок індексу видового різноманіття за Шенноном (H') протягом усього теплого періоду 2019 року: від 1,968 біт • екз.$^{-1}$ в червені, до 2,478 біт • екз.$^{-1}$ в жовтні. У цей період у планктоні було високе біорізноманіття фітопланктонних організмів особливо серед крупноклітинних форм морського генезису (рис. 2.7).

2.1.2. Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону «гарячих точок» Одеського регіону

У 2019-2021 роках у складі фітопланктону «гарячих точок» Одеського регіону було знайдено 186 таксонів видового та надвидового рангу, що належали до 16 класів (Bacillariophyceae 96, Dinophyceae 44, Cyanophyceae 12, Chlorophyceae 10, Chlorodendrophyceae 1, Trebouxiophyceae 2, Ulvophyceae 1, Prasinophyceae 1, Chrysophyceae 2, Cryptophyceae 3, Dictyochophyceae 3, Ebriophyceae 1, Euglenoidea 4, Prymnesiophyceae 1, Xanthophyceae 1, Imbricatea 1). На рисунку 2.8 показано вклад основних таксонів у загальне видове різноманіття. Доля інших таксонів складала менше 1%.

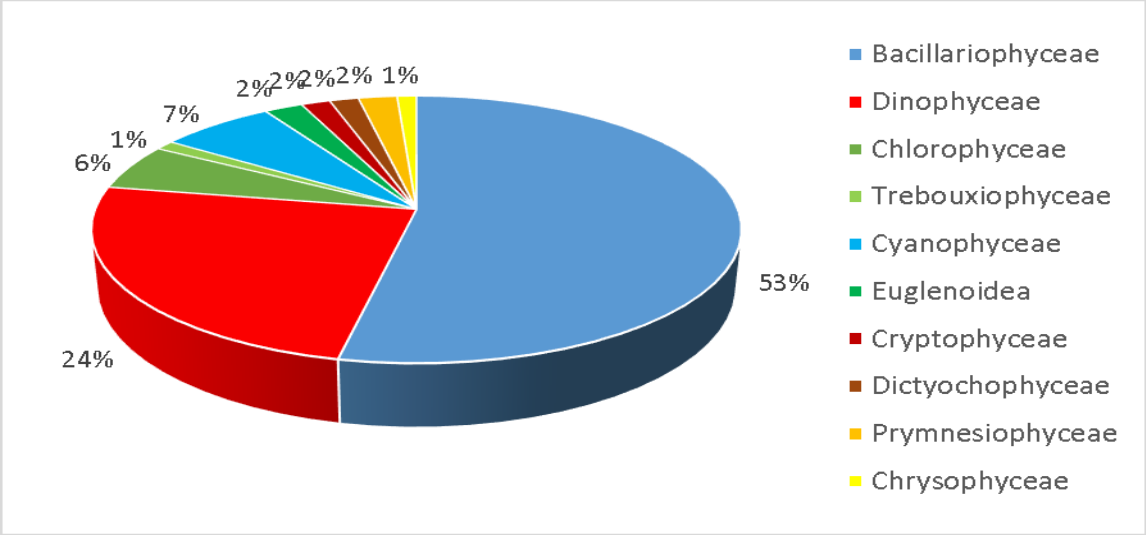
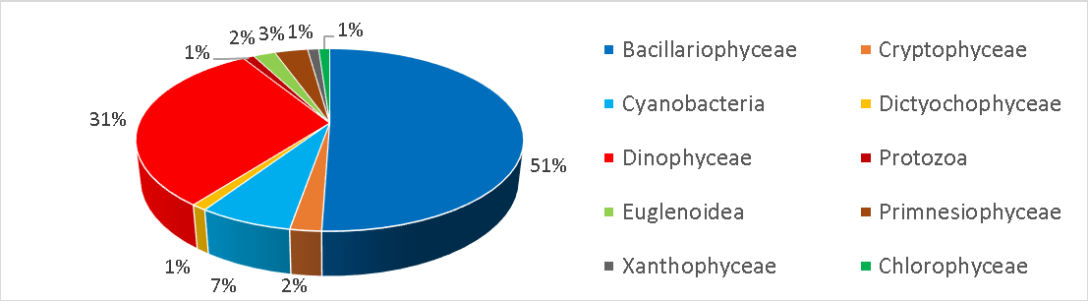


Рисунок 2.8 – Вклад основних класів фітопланктону у загальне видове різноманіття мікроводоростей (2019-2021).

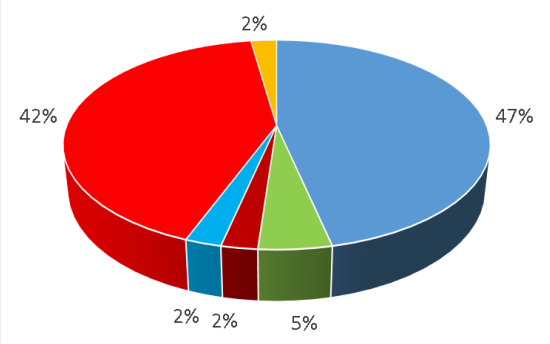
У прибережних водах Одеського регіону майже постійно домінують діатомові водорості, але їх доля, як і доля інших відділів фітопланктону,

зазнає значних міжсезонних та міжрічних коливань. Так, восени 2019 при дослідженні фітопланктону гарячих точок Одеського регіону було знайдено 91 таксон мікроводоростей, що належали до 10 відділів: Bacillariophyta (46), Dinophyta (28), Chlorophyta (1), Cyanobacteria (6), Haptophyta (3), Xanthophyta (1), Cryptophyta (2), Euglenozoa (1), Dictyochophyta (1), Protozoa (1). У 2020 році 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. Влітку найбільше число видів було знайдено в акваторії пляжу Дельфін (CW5), восени – в акваторії пляжу Аркадія (CW5), Коблево (CW7) та порту Одеса (CW6). У 2021 році було знайдено 118 таксонів (87 влітку та 71 восени), що належали до 11 відділів: Bacillariophyceae 63, Dinophyceae 24, Trebouxiophyceae 2, Chlorophyceae 9, Euglenoidea 3, Cyanophyceae 7, Chrysophyceae 2, Cryptophyceae 2, Dictyochophyceae 3, Imbricatea 1, Prymnesiophyceae 2. Вклад основних класів мікроводоростей у видове різноманіття фітопланктону відображений на рисунку 2.9.

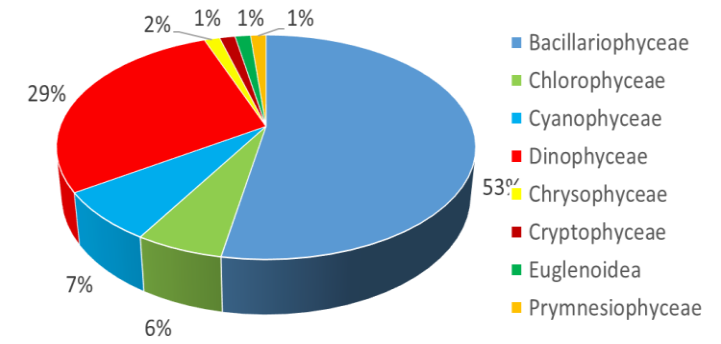
Індекс видового різноманіття Шеннону у пробах мікроводоростей, відібраних у гарячих точках Одеського регіону, за період дослідження змінювався у широкому діапазоні. У 2019 році він коливався від 1.41 до 2.30 біт • екз.$^{-1}$, найбільші значення спостерігались у водах пляжу сан. ім. Чкалова, найменші – на станції Чорноморськ (рис 2.10). У 2020 році індекс видового різноманіття Шеннона влітку змінювався від 1,52 до 2,6 біт • екз.$^{-1}$, восени від 1,75 до 0,40 біт • екз.$^{-1}$ (рис. 2.11). 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».



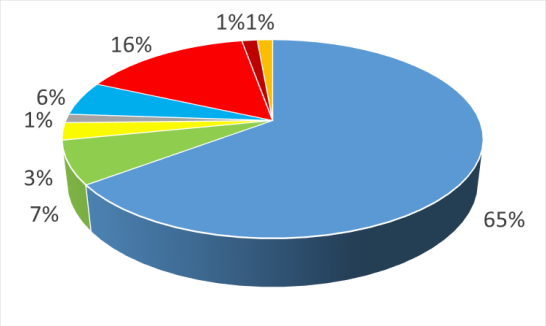
2019 (осінь)



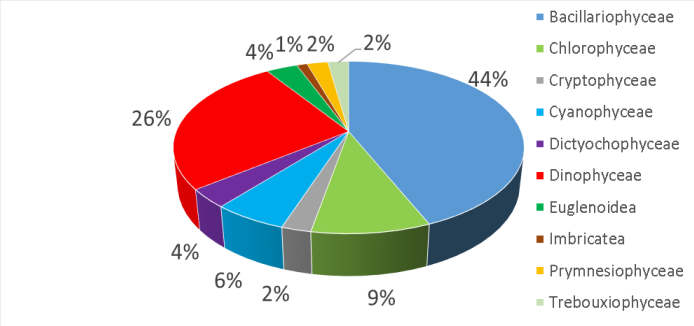
2020 (літо)



2020 (осінь)



2021 (осінь)



2021 (літо)

Рисунок 2.9. – Вклад основних класів мікроводоростей у видове різноманіття фітопланктону.

У 2021 році індекс видового різноманіття Шеннону коливався від 0,66 до 2,49 біт • екз.$^{-1}$ влітку та від 1,52 до 2,88 біт • екз.$^{-1}$ восени (рис. 2.12). Влітку найменше значення спостерігалось на станції Лузанівка (CW6), найбільше – у порту Южний (CW7), восени, навпаки, найменше значення було визначене для порту Южний (CW7), а найбільше – у водах пляжу сан. ім. Чкалова(CW5).

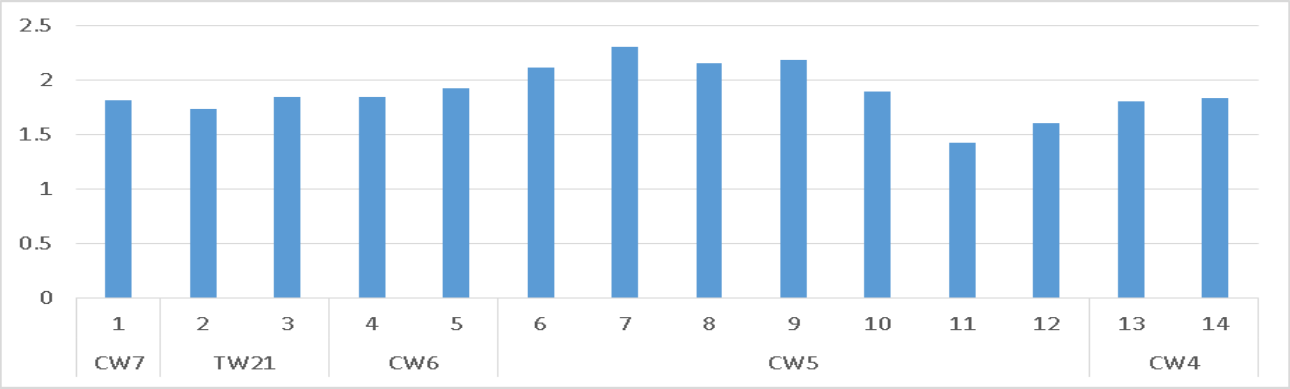
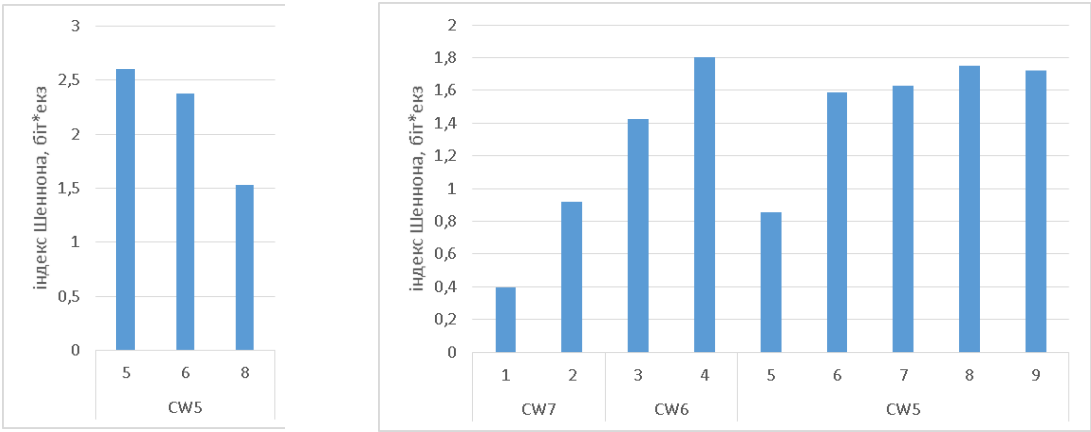


Рисунок 2.10. – Індекс видового різноманіття Шеннону у гарячих точках Одеського регіону у 2019 році (1 – Коблево, 2 – Порт Южний, 3 – ПСК, 4 – Лузановка, 5 - Порт Одесса, 6 – Дельфін, 7 – пляж сан. Чкалова, 8 – ММФ, 9 – Аркадія, 10 - Дача Ковалевського, 11 - Чорноморськ (поверхня), 12 - Чорноморськ (дно), 13 - Затока (поверхня), 14 - Затока (дно)).



а Б

Рисунок 2.11 – Зміни індексу видового різноманіття Шеннона у «гарячих точках» Одеського регіону у 2020 році (а – червень, б – жовтень, 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).

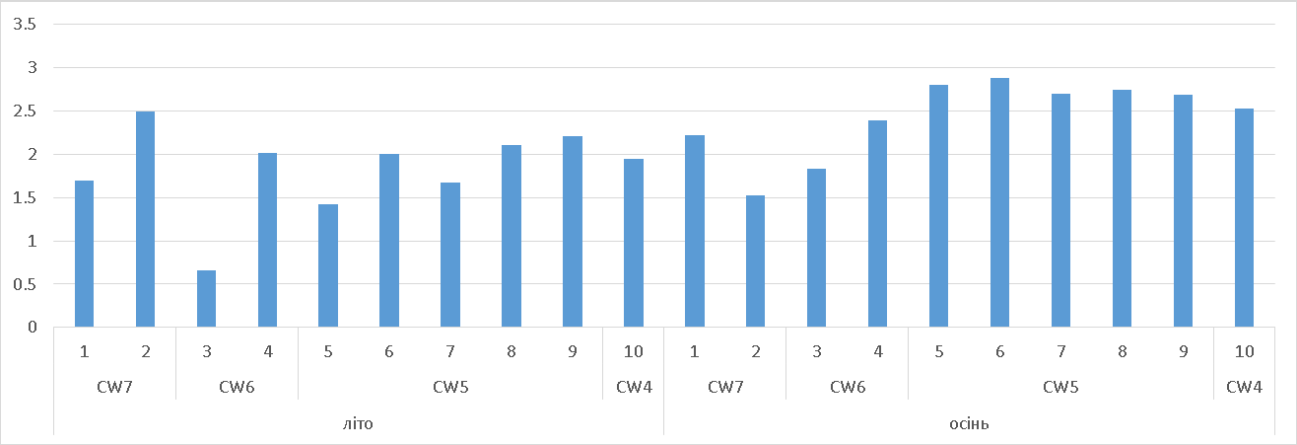


Рисунок 2.12 – Зміни індексу видового різноманіття Шеннона у «гарячих точках» Одеського регіону у 2021 році (1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського, 10 – Затока).

Кількісні показники фітопланктону також зазнавали значних міжсезонних та міжрічних коливань. У 2019 році чисельність коливалась від 22 тис. кл. • $л^{-1}$ до 9,2 млн. кл. • $л^{-1}$, біомаса – від 28 мг • $м^{-3}$ до 2,8 г • $м^{-3}$ (рис. 2.13). Найвищі значення кількісних показників спостерігались у водному тілі CW7 (ст. Затока), що можна пояснити впливом Дністровських вод, які привносять в прилеглі морські акваторії значну кількість біогенів. На цій станції у поверхневому горизонті відбувалося цвітіння ціанобактерії *Jaaginema kisselevii* (Anissimova) Anagnostidis & Komárek, 1988 (8,52 млн. трихом • $л^{-1}$ при біомасі 841 мг • $м^{-3}$), а у придонному горизонті – дінофітової водорості *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834 (1,17 г • $м^{-3}$ при чисельності 112 тис. Кл • $л^{-1}$). Цвітіння води також спостерігалось на станції Лузанівка, але його причиною був масовий розвиток *Thalassiosira baltica* (Grunow in P.T. Cleve , Grunow) Ostenfeld, 1901 (1,02 мг • $м^{-3}$ при чисельності 193 тис. кл. • $л^{-1}$).

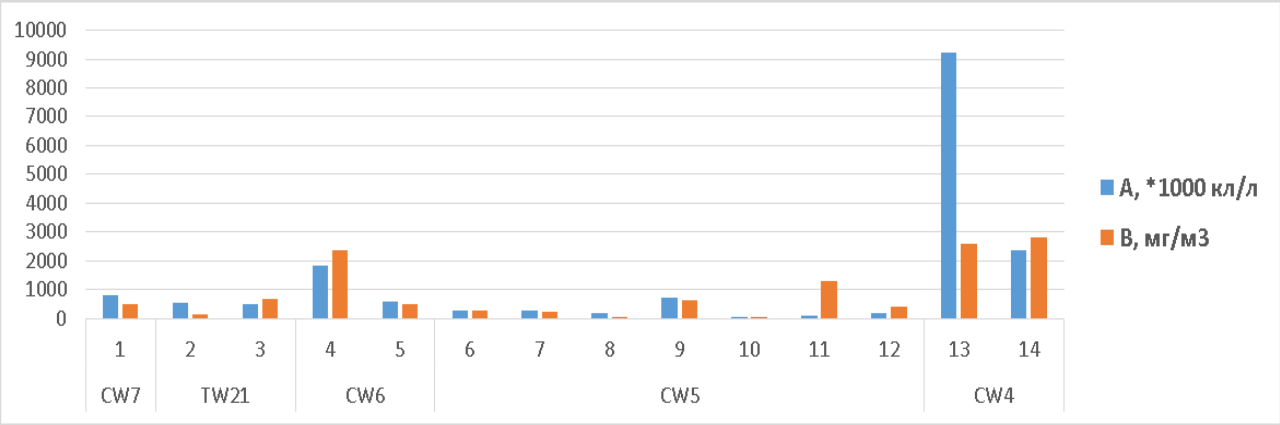
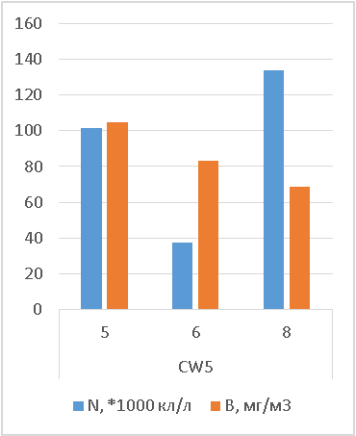
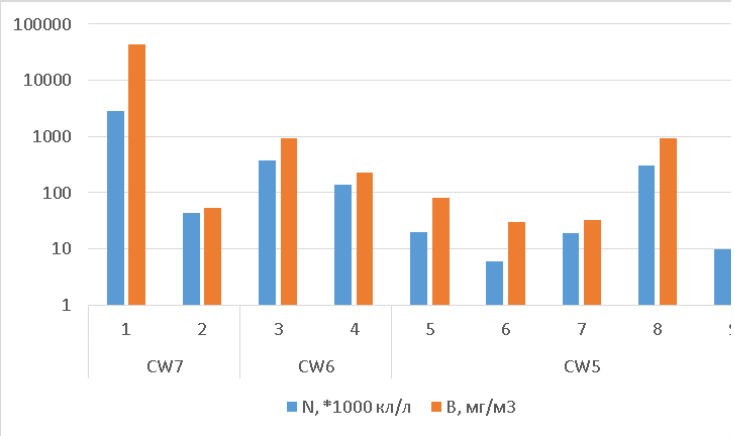


Рисунок 2.13. – Зміни кількісних показників фітопланктону у «гарячих точках» Одеського регіону у 2019 році (1 – Коблево, 2 – Порт Южний, 3 – ПСК, 4 – Лузановка, 5 - Порт Одесса, 6 – Дельфін, 7 – пляж сан. Чкалова, 8 – ММФ, 9 – Аркадія, 10 - Дача Ковалевського, 11 - Чорноморськ (поверхня), 12 - Чорноморськ (дно), 13 - Затока (поверхня), 14 - Затока (дно)).

У 2020 році кількісні показники були досить низькими. Влітку чисельність варіювала від 37 до 133 тис. кл. • $л^{-1}$, біомаса – від 68 до 105 мг • $м^{-3}$, восени – від 6 до 311 тис. кл. • $л^{-1}$, та від 30 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 • $м^{-3}$ (рис. 2.14). 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).



а



б

Рисунок 2.14 – Зміни кількісних показників фітопланктону у «гарячих точках» Одеського регіону у 2020 році (а – червень, б – жовтень, 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).

У 2021 році, кількісні показники фітопланктону у гарячих точках Одеського регіону були досить високими (рис. 2.15). Влітку чисельність коливалась від 69 до 751 тис. кл. • $л^{-1}$, восени від 629 до 1629 тис. кл. • $л^{-1}$. Біомаса коливалась від 235 до 3516 м г • $м^{-3}$ влітку та від 242 до 2648 м г • $м^{-3}$ восени. Максимуми чисельності та біомаси не співпадали. На окремих станціях розвиток фітопланктону досягав рівня «цвітіння» води. Так, влітку масовий розвиток евгленової водорості *Eutreptia lanowii* Steuer, 1904 спостерігався на станції Лузанівка (3,05 г • $м^{-3}$ при чисельності 312 тис. кл. • $л^{-1}$), восени було зареєстроване цвітіння діатомової водорості *Cocconeis scutellum* (Grunow in Van Heurck) P.T. Cleve, 1896 (1,95 г • $м^{-3}$ при чисельності 347 тис. кл. • $л^{-1}$)

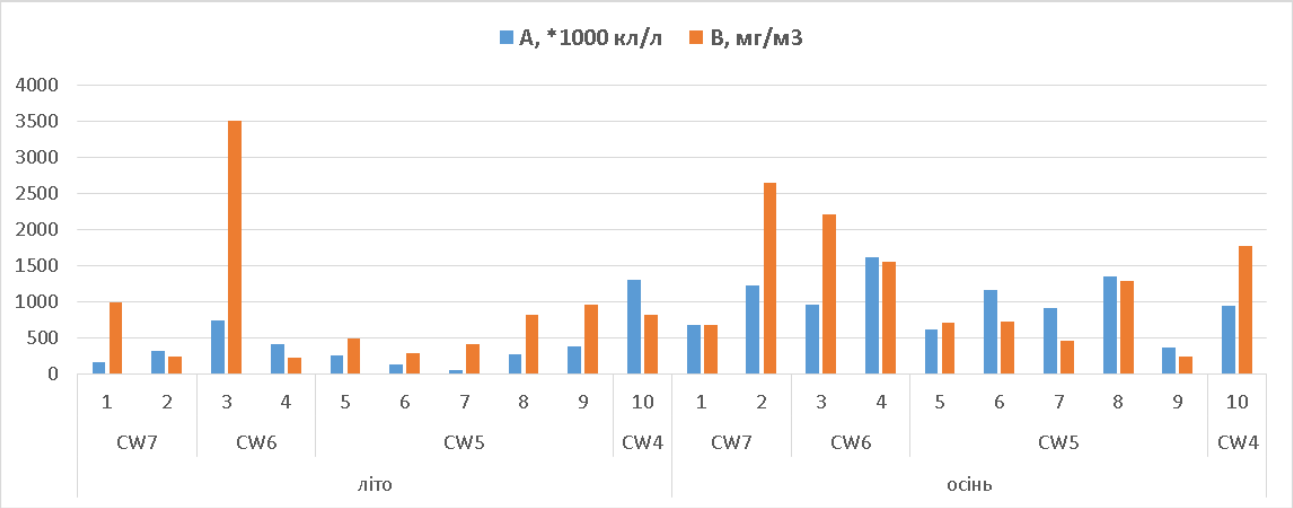


Рисунок 2.15 – Зміни кількісних показників фітопланктону у «гарячих точках» Одеського регіону у 2021 році (1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського, 10 – Затока).

2.1.3. Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону Дунайського взморья у 2019-2021 рр.

За період дослідження (2019-2021 рр.) на Дунайському взморї було ідентифіковано 153 таксони видового та надвидового рангу, що належали до 14 класів: Bacillariophyceae 62, Chlorodendrophyceae 1, Chlorophyceae 22, Chrysophyceae 1, Cryptophyceae 3, Cyanophyceae 11, Dictyochophyceae 1, Dinophyceae 34, Euglenoidea 4, Prasinophyceae 1, Prymnesiophyceae 4, Trebouxiophyceae 7, Ulvophyceae 1, Flagellata 1. Вклад окремих класів у таксономічне різноманіття фітопланктону показаний на рисунку 2.16.

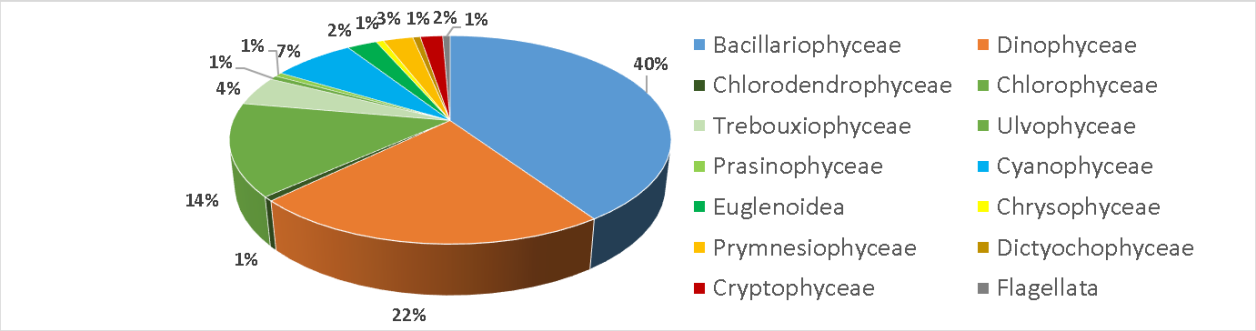


Рисунок 2.16. – Таксономічний склад фітопланктону Дунайського регіону у 2019-2021 році.

Таксономічний склад фітопланктону та вклад окремих таксонів у видове різноманіття зазнавав значних міжсезонних та міжрічних коливань.

У 2019 році вивчення фітопланктону Дунайського взморья проводилося двічі, навесні (у травні) та восени (у вересні). У весняному фітопланктону Дунайського регіону було знайдено 69 таксонів мікроводоростей, що відносилися до 9 відділів: Bacillariophyta (28), Chlorophyta (15), Dinophyta (12), Cyanobacteria (6), Haptophyta (3), Chrysophyta (1), Cryptophyta (2), Euglenozoa (2), Flagellata (1) (рис 2.17). Таким чином, спостерігався діатомово-зелений комплекс видів, із значним внеском мікроводоростей прісноводного та прісноводно-солонуватоводного генезису. Доля цих мікроводоростей у поверхневому горизонті та у товщі води була значно вищою, ніж у придонному горизонті.

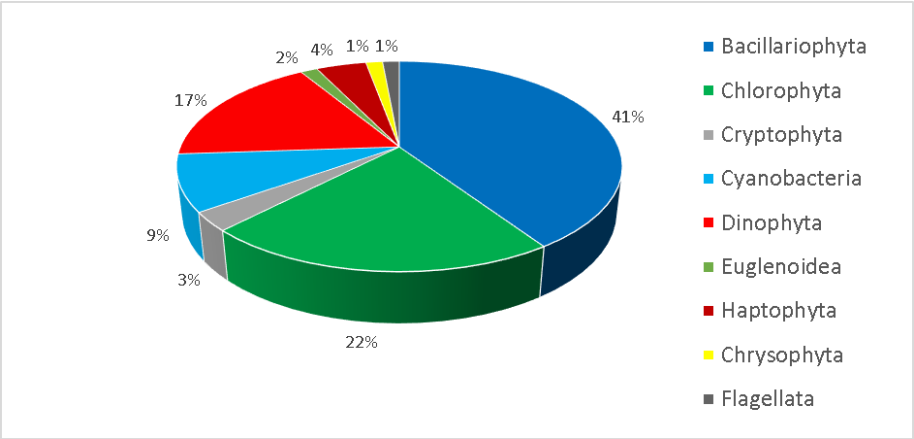


Рисунок 2.17. – Таксономічна структура фітопланктону Дунайського взморья навесні 2019 року.

В осінньому фітопланктоні Дунайського взморья було зареєстровано 78 таксонів мікроводоростей, що відносилися до 7 класів: Bacillariophyceae (30), Chlorophyceae (23), Dinophyceae (13), Cyanobacteria (8), Prymnesiophyceae (1), Cryptophyceae (2), Euglenoidea (1) (рис 2.18). Як і навесні, спостерігався діатомово-зелений комплекс видів, із значним внеском мікроводоростей прісноводного та прісноводно-солонуватоводного генезису.

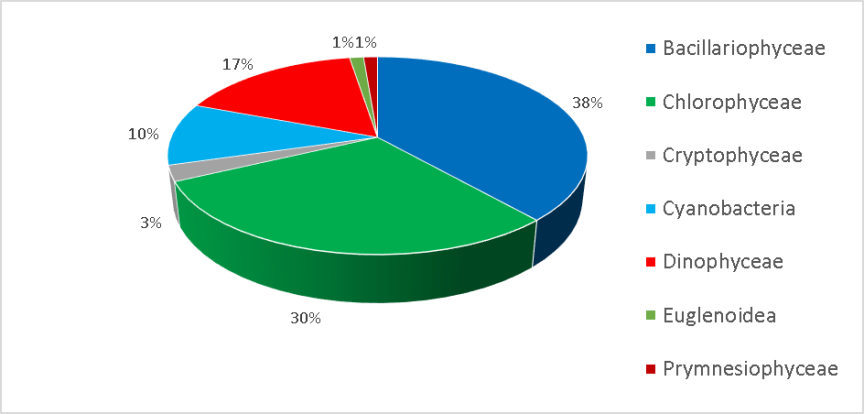


Рисунок 2.18. – Таксономічна структура фітопланктону Дунайського регіону восени 2019 року.

В 2020 році дослідження Дунайського регіону 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. 2.19). Таким чином, в Дунайському регіоні спостерігався звичайний для цього району діатомово-зелений комплекс видів, з домішком ціанобактерій.

У 2021 році дослідження проводилися у жовтні. Протягом дослідження було виявлено 39 таксонів мікроводоростей, що належали до 8 класів: Bacillariophyceae 23, Chlorophyceae 4, Cryptophyceae 1, Cyanophyceae 2, Dictyochophyceae 1, Dinophyceae 6, Euglenoidea 1, Prymnesiophyceae 1 (рис. 2.20). Таким чином, восени 2021 року спостерігалось виражене домінування діатомових водоростей.

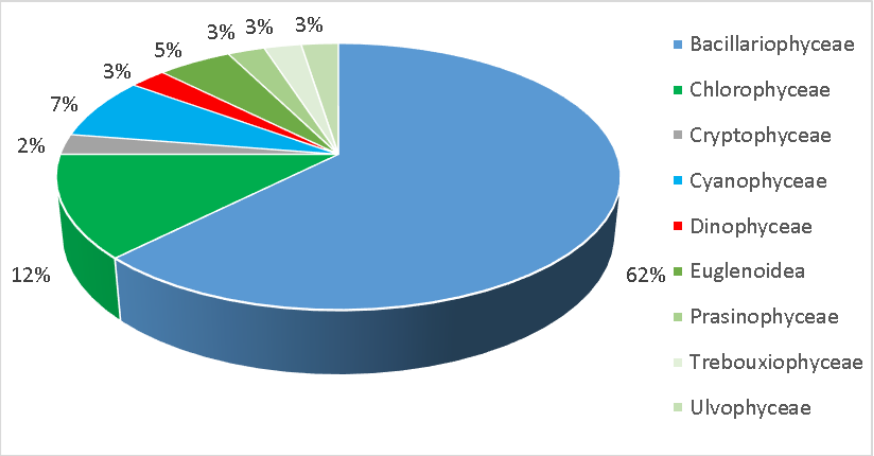


Рисунок 2.19. – Таксономічне різноманіття фітопланктону в Дунайському регіоні, серпень 2020.

Значення індексу видового різноманіття Шеннону також зазнавали значних міжсезонних та міжрічних коливань. Середні значення цього показника за період дослідження представлені на рис. 2.21

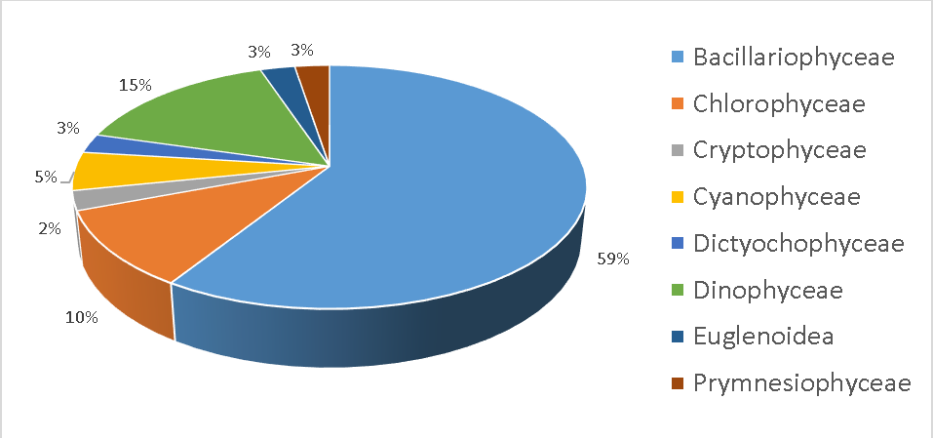


Рисунок 2.20. – Таксономічне різноманіття фітопланктону в Дунайському регіоні, жовтень 2021.

Індекс видового різноманіття Шеннону навесні 2019 році змінювався від 1.13 до 1,95 біт • екз$^{-1}$, найвищі значення спостерігались у поверхневому горизонті найбільш мористої станції 19, найнижчі – у придонному горизонті станції 6, розташованої поблизу дунайського гирла. Восени показники індексу Шеннону мали більш значний розбіг (від 0,36 до 2,26 біт • екз$^{-1}$),

причому як найвищі, так і найнижчі значення були зареєстровані у поверхневому горизонті. Найвищі значення знову спостерігались на станції 18, а найнижчі – на станції 13 поблизу Сасикського лиману.

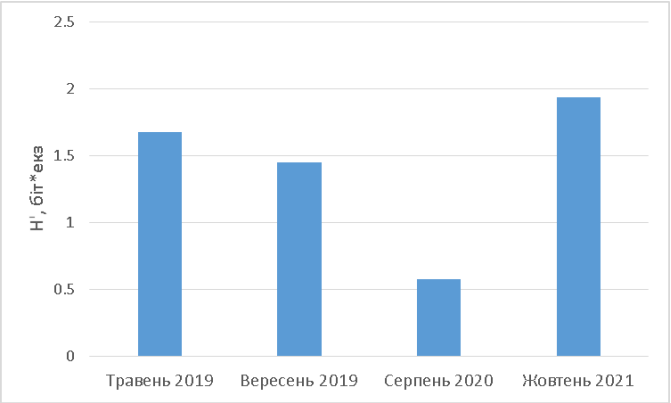


Рисунок 2.21. – Середні значення індексу видового різноманіття Шеннону (біт • екз$^{-1}$) у Дунайському регіоні за період дослідження (2019-2021 рр.).

Індекс видового різноманіття Шеннону навесні 2019 році змінювався від 1.13 до 1,95 біт • екз$^{-1}$, найвищі значення спостерігались у поверхневому горизонті найбільш мористої станції 19, найнижчі – у придонному горизонті станції 6, розташованої поблизу дунайського гирла. Восени показники індексу Шеннону мали більш значний розбіг (від 0,36 до 2,26 біт • екз$^{-1}$), причому як найвищі, так і найнижчі значення були зареєстровані у поверхневому горизонті. Найвищі значення знову спостерігались на станції 18, а найнижчі – на станції 13 поблизу Сасикського лиману.

Влітку 2020 року індекс видового різноманіття Шеннона змінювався від 0,15 до 1,46 біт • екз$^{-1}$. 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.

Восени 2021 року індекс видового різноманіття Шеннона змінювався від 1.99 до 2.48 біт • екз$^{-1}$. Найвищі значення спостерігались у поверхневому

горизонті мористої станції 10-4, найнижчі – у придонному горизонті станції 6, розташованої поблизу дунайського гирла.

Кількісні показники у період дослідження також змінювалися у широкому діапазоні (рис. 2.22). Навесні 2019 року чисельність змінювалась від 45 до 261 тис. кл. • $л^{-1}$, найбільш високі показники спостерігались у придонному горизонті станції 6 та у поверхневому горизонті станції 8, за рахунок сумісного розвитку морської діатомової *Pseudo-nitzschia delicatissima* (P.T. Cleve, 1897) Heiden, 1928, зеленої прісноводної *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Proschkina-Lavrenko, 1966 та дрібних джгутикових невстановленого генезису. Середня чисельність становила 127 тис. кл. • $л^{-1}$. Біомаса коливалась від 44 до 584 мг • $м^{-3}$, середня біомаса складала 169 мг • $м^{-3}$. Найвищі показники біомаси спостерігались в придонному горизонті на найбільш віддаленої від гірла станції за рахунок водоростей морського генезису, насамперед *Chaetoceros curvisetus* P.T. Cleve, 1889.

Восени 2019 року чисельність коливалась від 30 тис. кл. • $л^{-1}$ до 22,7 млн. кл. • $л^{-1}$. Найбільш високі показники чисельності спостерігались в поверхневому горизонті станції 14, розташованої в прибережній частині Дунайського регіону поблизу Новостамбульського (Бистрого) гірла, за рахунок цвітіння двох мікроводоростей прісноводного генезису - дрібної ціанобактерії *Merismopedia minima* Beck, 1897, чисельність якої майже досягала 17 млн кл. • $л^{-1}$ при невеликій біомасі (18 мг • $м^{-3}$), та дрібної діатомової *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, 1880, чисельність якої становила 1436 тис. кл. • $л^{-1}$ при біомасі 605 мг • $м^{-3}$. Середня чисельність становила 3245 тис. кл. • $л^{-1}$. Біомаса змінювалась від 55 до 1535 мг • $м^{-3}$. Найбільш високі показники біомаси були зареєстровані у поверхневому горизонті станції 8, розташованої мористіше виходу Потаповського каналу Кілійського гірла, завдяки розвитку великої колоніальної зеленої водорості *Monactinus simplex* (Meyen) Corda 1839, біомаса якої досягала 1398 мг • $м^{-3}$. Середня біомаса становила 544 мг • $м^{-3}$.

Влітку 2020 року чисельність коливалась від 29 до 202 тис. кл. • $л^{-1}$, біомаса від 130 до 3454 мг • $м^{-3}$, середня чисельність складала 102 тис. кл. • $л^{-1}$, середня біомаса 957 мг • $м^{-3}$. На станцію 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. 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. • $л^{-1}$.

Восени 2021 року на станціях Дунайського регіону чисельність коливалась від 19 до 297 тис. кл. • $л^{-1}$, із середньою чисельністю 141 тис. кл. • $л^{-1}$, біомаса від 67 до 323 мг • $м^{-3}$, із середньою біомасою 140 мг/м3. Значення кількісних показників у поверхневому горизонті були значно вищими, ніж у придонному. Максимум біомаси спостерігався на мористій станції 10-4, де значного розвитку досягала середня за розміром морська діатомова *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex P.T. Cleve, 1897) Hasle, 1993; максимум чисельності – на станції біля гірла Дунаю та був зумовлений розвитком дрібної прісноводно-солоноватоводної водорості *Skeletonema subsalsum* (A.Cleve) Bethge, 1928.

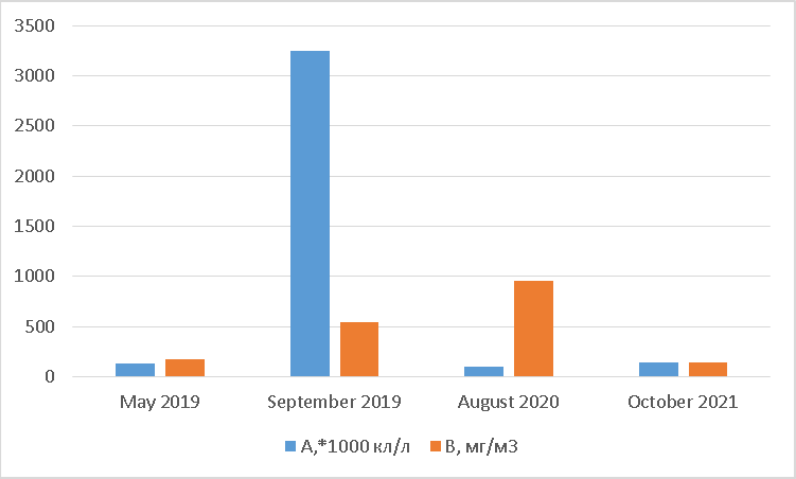
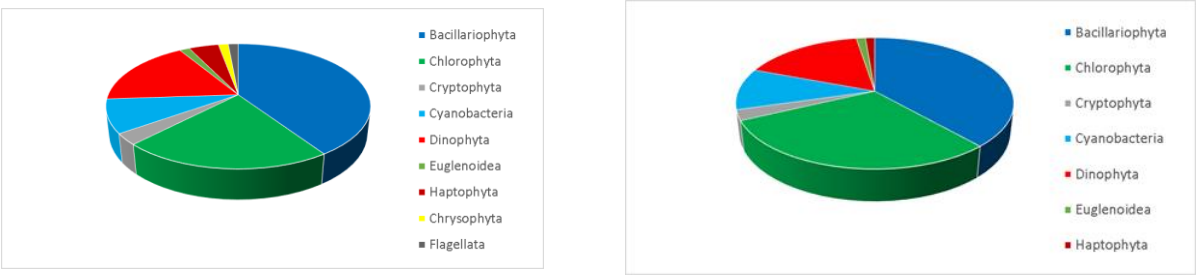


Рисунок 2.22 – Середні значення чисельності (А,*1000 кл. • $л^{-1}$) та біомаси (В, мг • $м^{-3}$) фітопланктону у Дунайському регіоні за період дослідження (2019-2021 рр.).

2.1.4. Біорізноманіття та кількісні показники фітопланктону ПЗЧМ у 2019 році

У весняному фітопланктону Дунайського регіону ПЗЧМ було знайдено 69 таксонів мікроводоростей, що відносилися до 9 відділів: Bacillariophyta (28), Chlorophyta (15), Dinophyta (12), Cyanobacteria (6), Haptophyta (3), Chrysophyta (1), Cryptophyta (2), Euglenozoa (2), Flagellata (1) (рис. 2.23).



А Б

Рисунок 2.23 – Таксономічна структура фітопланктону Дунайського регіону у 2019 році (А – навесні; Б – восени).

Таким чином, спостерігався діатомово-зелений комплекс видів у весняному періоді Дунайського регіону, із значним внеском мікроводоростей прісноводного та прісноводно-солонуватоводного генезису. Доля цих мікроводоростей у поверхневому горизонті та у товщі води була значно вищою, ніж у придонному горизонті.

В осінньому фітопланктоні Дунайського регіону ПЗЧМ було зареєстровано 78 таксонів мікроводоростей, що відносилися до 7 відділів: Bacillariophyta (30), Chlorophyta (23), Dinophyta (13), Cyanobacteria (8), Haptophyta (1), Cryptophyta (2), Euglenozoa (1) (див. рис. 2.2). Як і навесні, спостерігався діатомово-зелений комплекс видів, із значним внеском мікроводоростей прісноводного та прісноводно-солонуватоводного генезису.

В фітопланктоні Дністровського регіону ПЗЧМ восени було зареєстровано 40 таксонів мікроводоростей, що належали до 7 відділів: Bacillariophyta (9), Dinophyta (14), Chlorophyta (4), Cyanobacteria (5), Haptophyta (3), Cryptophyta (2), Euglenozoa (3) (рис. 2.24).

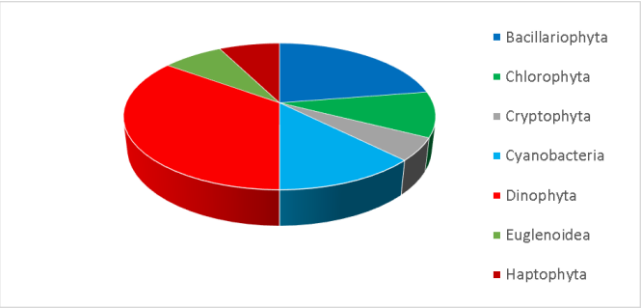


Рисунок 2.24 – Таксономічна структура фітопланктону Дністровського регіону восени 2019 року.

Таким чином, в районі спостереження формувався діатомово-динофітовий комплекс видів, серед яких частка видів прісноводного генезису була значно менша, ніж у Дунайському регіоні, а доля видів морського генезису – вища, насамперед за рахунок значного різноманіття морських динофітових. Це може пояснюватися меншою водністю Дністра та, відповідно, меншим впливом трансформованих річкових вод на прилеглі морські екосистеми.

В межах регіону мішаних вод ПЗЧМ дослідження проводилися у ботанічному заказнику «Філофорне поле Зернова» та поблизу острова Зміїний. У пробах було зареєстровано 73 таксони мікроводоростей, що відносилися до 9 відділів: Bacillariophyta (12), Chlorophyta (6), Dinophyta (39), Cyanobacteria (2), Haptophyta (7), Chrysophyta (1), Cryptophyta (3), Euglenozoa (2), Flagellata (1), що відображено на рисунку 2.25.

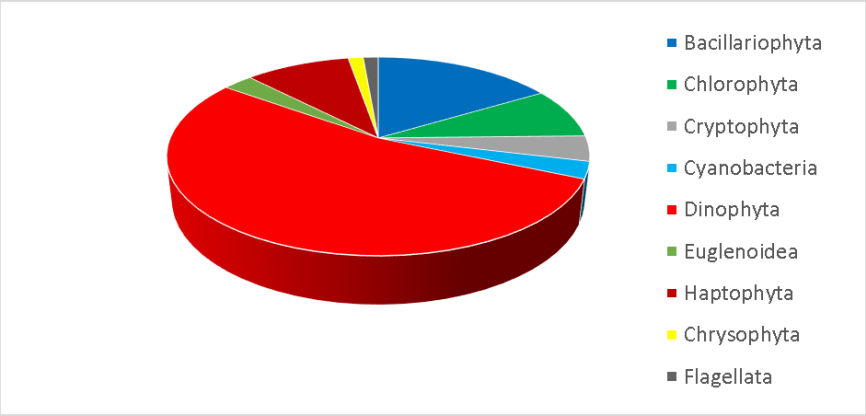


Рисунок 2.25 – Таксономічна структура фітопланктону регіону мішаних вод ПЗЧМ восени 2019 року.

Таким чином, у регіоні мішаних вод ПЗЧМ формувався динофітово-діатомовий комплекс видів з переважанням мікроводоростей морського генезису.

Якісні та кількісні показники фітопланктону ПЗЧМ

В Дунайському регіоні навесні чисельність змінювалась від 45 до 261 тис. кл. • $л^{-1}$, найбільш високі показники спостерігались у придонному горизонті станції 6 та у поверхневому горизонті станції 8, за рахунок сумісного розвитку морської діатомової *Pseudo-nitzschia delicatissima* (P.T. Cleve, 1897) Heiden, 1928, зеленої прісноводної *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Proschkina-Lavrenko, 1966 та дрібних джгутикових невстановленого генезису. Середня чисельність становила 127 тис. кл. • $л^{-1}$. Біомаса коливалась від 44 до 584 мг • $м^{-3}$, середня біомаса складала 169 мг • $м^{-3}$. Найвищі показники біомаси спостерігались в придонному горизонті на найбільш віддаленої від гирла станції за рахунок водоростей морського генезису, насамперед *Chaetoceros curvisetus* P.T. Cleve, 1889.

Восени чисельність фітопланктону в Дунайському регіоні коливалась від 30 тис. кл. • $л^{-1}$ до 22,7 млн. кл. • $л^{-1}$. Найбільш високі показники чисельності спостерігались в поверхневому горизонті на станції 14, розташованої в прибережній частині Дунайського регіону поблизу Старостамбульського

гирла, за рахунок «цвітіння» двох мікроводоростей прісноводного генезису - дрібної ціанобактерії *Merismopedia minima* Beck, 1897, чисельність якої майже досягала 17 млн. кл. • $л^{-1}$ при невеликій біомасі (18 мг • $м^{-3}$), та дрібної діатомової *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, 1880, чисельність якої становила 1436 тис. кл. • $л^{-1}$ при біомасі 605 мг • $м^{-3}$. Середня чисельність становила 3245 тис. кл. • $л^{-1}$. Біомаса змінювалась від 55 до 1535 мг • $м^{-3}$. Найбільш високі показники біомаси були зареєстровані у поверхневому горизонті на станції 8, розташованої більш моритіше виходу Потаповського гирла, завдяки розвитку великої колоніальної зеленої водорості *Monactinus simplex* (Meyen) Corda 1839, біомаса якої досягала 1398 мг • $м^{-3}$. Середня біомаса становила 544 мг • $м^{-3}$.

Восени в Дністровському регіоні чисельність фітопланктону змінювалась від 252 до 9240 тис. кл. • $л^{-1}$, із середньою чисельністю 3071тис. кл. • $л^{-1}$, біомаса – від 240 до 2818 мг • $м^{-3}$, середня біомаса становила 1687 мг • $м^{-3}$. Найвищі показники як чисельності, так і біомаси були зареєстровані на станції 11, розташованій в прибережній частині Дністровського регіону поблизу смт. Затока, де в поверхневому горизонті спостерігалось «цвітіння» прісноводно-солоноватоводної мікроводорості *Jaaginema kisselevii* (Anissimova) Anagnostidis & Komárek 1988 (чисельність 8,5 млн. ниток • $л^{-1}$ при біомасі 841 мг • $м^{-3}$), а у придонному горизонті – морської динофітовою *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834 (біомаса 1,17 г • $м^{-3}$ при чисельності 112 тис. кл. • $л^{-1}$).

У Дніпро-Бугському регіоні чисельність фітопланктону коливалась від 40 до 9640 тис. кл. • $л^{-1}$, із середньою чисельністю 1963 тис. кл. • $л^{-1}$, біомаса – від 149 до 2533 мг • $м^{-3}$, середня біомаса становила 700 мг • $м^{-3}$. Найбільш високі кількісні показники спостерігались у поверхневому горизонті станції 20, розташованої в районі м. Очаків, за рахунок активного розвитку чотирьох прісноводних та прісноводно-солонуватоводних ціанобактерій *Jaaginema kisselevii* (Anissimova) Anagnostidis & Komárek 1988 (кількість ниток 5,017 млн • $л^{-1}$), *Glaucospira laxissima* (G.S.West) Simic, Komárek & Dordevic,

2014 (кількість ниток 1,05 млн • $л^{-1}$), *Dolichospermum spiroides* Klebahn, 1895 (чисельність 1,925 млн. кл. • $л^{-1}$) та *Nodularia spumigena* Mertens in Jürgens, 1822 (біомаса 872 мг • $м^{-3}$), з яких перші три досягали рівня «цвітіння» за чисельністю, а остання майже досягала його за біомасою.

В межах регіону мішаних вод ПЗЧМ чисельність фітопланктону змінювалась від 23 до 60 тис. кл. • $л^{-1}$, із середньою чисельністю 34 тис. кл. • $л^{-1}$, біомаса – від 26 до 2876 мг • $м^{-3}$, при середній біомасі 634 мг • $м^{-3}$. Найвищі значення кількісних показників спостерігались на станції 17, розташованій в південно-східній частині ФПЗ. Максимум чисельності спостерігався у поверхневому горизонті за рахунок розвитку дрібної морської кокколітофориди *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay ,Mohler, 1967, максимум біомаси – на глибині 27 м завдяки розвитку представників морських динофітових роду *Neoceratium.*

2.2. Оцінка якості води за показниками фітопланктону

2.2.1. 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», згідно з якою основним параметром для оцінки якості води за показниками фітопланктону є його біомаса. Для оцінки також використовувалися індекси BAC:DIN (навесні) MEC% (влітку) та Менхінік,, але треба брати до уваги, що ці індекси були розроблені для болгарського узбережжя, і знаходяться в процесі адаптації до українських вод. Критерії оцінки екологічного стану акваторії за показником біомаси фітопланктону представлена нижчє (табл.2.1).

В цілому за рік за критерієм загальної біомаси фітопланктону стан Одеського регіону можна оцінити як «Відмінний».

Таблиця 2.1. – Шкала для оцінки екологічного стану морського середовища за показниками біомаси фітопланктону у прибережній зоні української частини Чорного моря.

Прибережжя	Відмінний	Добрий	Середній	Поганий	Дуже поганий
зима	<1100	1100-1400	1400-2000	2000-4000	>4000
весна	<1400	1400-1700	7400-2500	2500-4700	>4700
літо	<1100	1100-1400	1400-2000	2000-4000	>4000
осінь	<1000	1000-1250	1250-1850	1850-3700	>3700

У зимовий період як «Середній» за рахунок масового розвітку представників солоноватоводного і прісноводного комплексу видів. За індексом різноманіття Шеннону як «Середній» (табл.2.2).

Таблиця 2.2. – Оцінка екологічного стану Одеського регіону за показниками середньої біомаси (мг • м$^{-3}$) фітопланктону відкритий (Аркадія) і напівзакритій (мис Малий Фонтан) акваторіях Одеського регіону в 2019 р.

Показник	Зима	Весна	Літо	Осінь	За рік
Аркадія	1403	38	533	81	433
мис Малий Фонтан	1974	21	86	97	415
Індекс Шеннону Аркадія	0,791	1,354	1,945	2,537	1,736
Індекс Шеннону мис Малий Фонтан	1,336	1,475	1,974	2,394	1,837

Середньомісячні значення біомаси в період 2019 року в основному відповідають стану «дуже добре», лише в лютому знижуються до «поганій» за рахунок зимового «цвітіння» 4 видів одночасно (табл.2.3).

Таблиця 2.3. – Екологічний статус морського середовища за показниками біомаси фітопланктону відкритий (Аркадія) і напівзакритій (мис Малий Фонтан) акваторіях Одеського регіону в 2019 р.

2019	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Аркадия	10	2793	62	21	30	48	655	896	32	26	184
мис Малий Фонтан	6	3941	25	8	31	31	87	139	82	27	183

Під час проекту ЕМБЛАС на базі УкрНЦЕМ було впроваджено ще декілька методів оцінки екологічного стану морського середовища за допомогою показників угруповання мікроводоростей (табл. 2.4). Один з них також пов'язаний з показниками біомаси, але запропонована шкала оцінки дозволяє використовувати його тільки в весняний та осінній період. Методика оцінки екологічного стану за індексом BAC:DIN грунтується на співвідношенні біомаси діатомових та дінофітових мікроводоростей у весняний період. Відмінний екологічний стан визначається, коли це співвідношення перевищує 8, дуже поганий – коли воно менше, ніж 2,3.

Таблиця 2.4. – Шкали для оцінки стану морського середовища за показниками різноманіття фітопланктону.

Показник	Стан морського середовища				
	Відмінний	Добрий	Середній	Поганий	Дуже поганий
MEC %	<20	20-35	35-55	56-75	>75
Bac:Din	>8	8-6.3	6.3-4.3	4.3-2.3	<2.3
Индекс Menhinick (1964) [19]	0.19-0.15	0.15-0.09	0.09-0.05	0.05-0.03	0.03-0.01

Оцінка екологічного стану за цим показником коливалась від «добрий», за рахунок того що в відкриту акваторію в більшій мірі потрапляють види морського генезису, до «дуже поганий». Дуже поганий екологічний стан за цим показником у напівзакритій акваторії мису Малий Фонтан спостерігався на протязі всього весняного періоду завдяки наявності

в планктоні великого числа бентосних форм діатомових, які надходили в верхні шари, за рахунок весняних штормів, а, в квітні і травні, за наявності дрібноклітинної ціанобактерії *Merismopedia punctata* Meyen і зеленої *M. contortum,* що відображено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. – Екологічний статус морського середовища за середньомісячними показниками співвідношення біомаси діатомових до дінофітових мікроводоростей фітопланктону відкритий (Аркадія) і напівзакритій (мис Малий Фонтан) акваторіях Одеського регіону в 2019 р.

BAC:DIN	III	IV	V
Аркадия	7,5	0,2	0,2
мис Малий Фонтан	1,2	2,2	0,2

2.2.2. Оцінка якості води «гарячих точок» Одеського регіону за показниками фітопланктону

У 2019 році у «гарячих точках» Одеського регіону за показником біомаси якість води на більшості станцій можна оцінити як «дуже добре». «Погана» якість води спостерігалась на станціях Затока (CW4) та Лузанівка (CW6), де спостерігалися цвітіння води. Оцінка якості води за допомогою індексу Менхінік представлено на рисунку 2.26. Якщо узагальнювати, то на станціях ОМР якість води можна оцінити як «Середню». На станції Дача Ковалевського (CW5) вона оцінюється як «Відмінна», на станції Чорноморськ (CW5) як «Добра», та на станціяї Затока (CW4) та Лузанівка (CW6) як «Погана».

У 2020 році у «гарячих точках» Одеського регіону за показником біомаси фітопланктону якість води на всіх станціях можна було оцінити як «Відмінну», за винятком станції Коблево, де завдяки цвітінню мікроводоростей якість води оцінювалася як «Дуже погана».

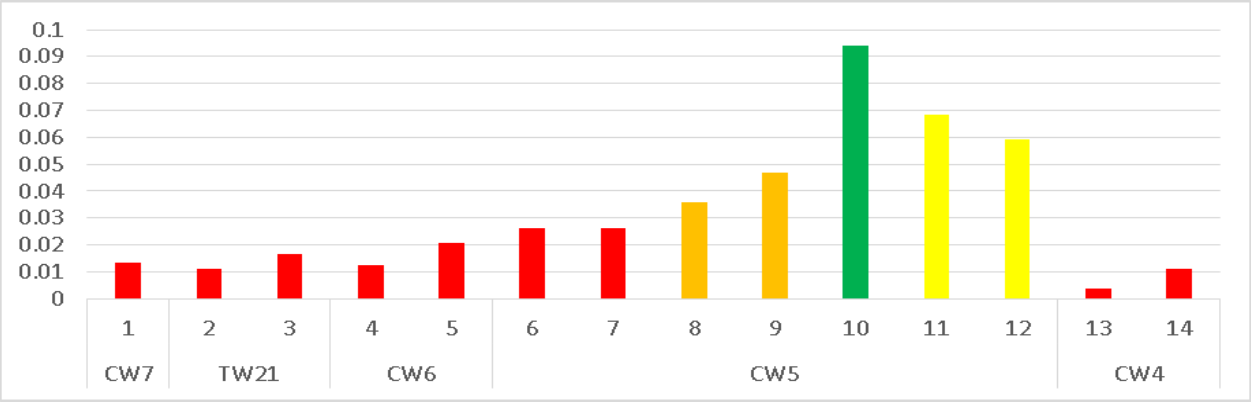
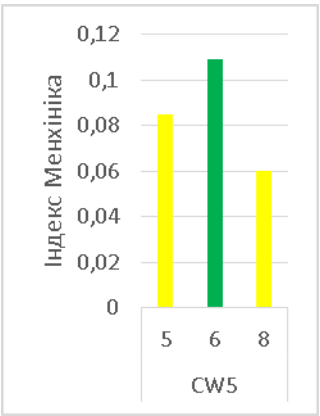
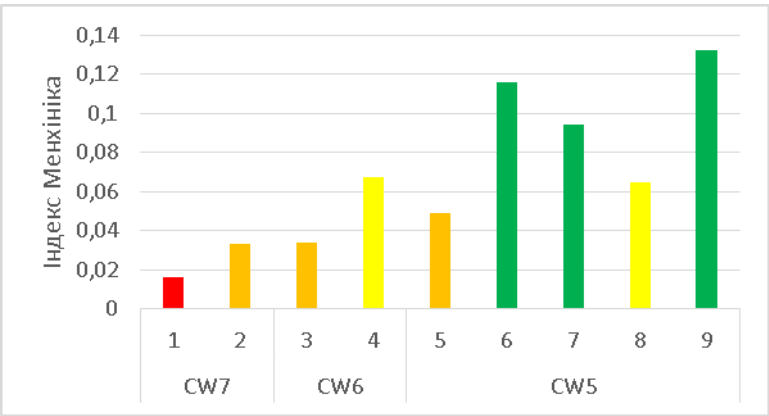


Рисунок 2.26. – Оцінка якості води за допомогою індексу Менхінік у 2019 році (1 – Коблево, 2 – Порт Южний, 3 – ПСК, 4 – Лузановка, 5 - Порт Одесса, 6 – Дельфін, 7 – пляж сан. Чкалова, 8 – ММФ, 9 – Аркадія, 10 - Дача Ковалевського, 11 - Чорноморськ (поверхня), 12 - Чорноморськ (дно), 13 - Затока (поверхня), 14 - Затока (дно)).

Оцінка якості води за індексом Менхініка у 2020 р. представлена на рис. 2.27.



а



б

Рисунок 2.27. – Оцінка якості води за індексом Менхініка у акваторіях «гарячих точок» Одеського регіону (а – червень, б – жовтень, 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).

Влітку для оцінки якості води також використовувався індекс MEC%, за яким якість води на всіх станціях можна оцінити як «Відмінну». Таким чином, якість води у «гарячих точках» одеського регіону відповідала Доброму екологічному стану (ДЄС), за винятком станції Коблево у водному масиві CW7, де якість води оцінювалась як «Дуже погана»

Влітку 2021 року за показниками біомаси фітопланктону якість води на більшості станцій можна було оцінити як «Відмінна», за винятком станції Лузанівка, де спостерігалось цвітіння води. В осінній період, якість води відповідала категорії «Відмінна» тільки на половині станцій. На станціях порт Одеса, Аркадія та Затока якість води оцінювалась як «Середня», а на станціях Лузанівка та порт Южний як «Погана». Щодо індексу Менхінік (рис. 2.28.), за цим показником якість води оцінювалась як «Добра» тільки влітку на станції мис Малий Фонтан (CW5).

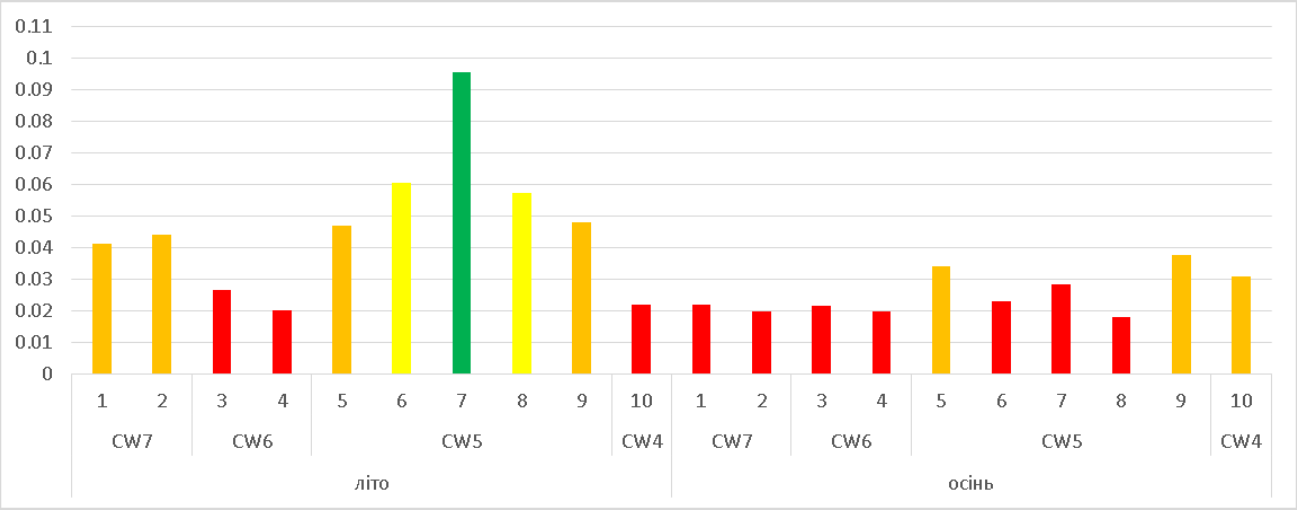


Рисунок 2.28. – Оцінка якості води за індексом Менхініка у «гарячих точках» Одеського регіону у 2021 році (1 – Коблево, 2 – порт «Южний», 3 – Лузанівка, 4 – порт «Одеса», 5 – пляж «Дельфін», 6 – пляж сан. ім. Чкалова, 7 – мис Малий Фонтан, 8 – пляж «Аркадія», 9 – Дача Ковалевського, 10 – Затока).

На станціях пляж сан. ім. Чкалова та Аркадія (CW5) за індексом Мехніка вона оцінювалась як «Середня», та на інших станціях як «Погана» та «Дуже погана». В осінній період на жодної станції якість води не досягала рівня «Середня» за індексом Менхініка. Таким чином, якщо узагальнювати, то в літній період за межами категорії ДЕС знаходилися станції Лузанівка, порт Одеса та Затока, в осінній період, навпаки, якість води відповідала ДЕС тільки на двох станціях – пляж «Дельфін» та Дача Ковалевського.

Дослідження фітопланктону гарячих точок Одеського регіону показало, що екологічна ситуація в регіоні залишається нестабільною. Регулярно спостерігаються випадки цвітіння води, а екологічний стан води часто не відповідає ДЕС. Таким чином, екологічна обстановка в Одеському морському регіоні потребує постійного та регулярного моніторингу.

2.2.3. Оцінка якості води у Дунайському регіоні протягом 2019-2021 рр. за кількісними показниками фітопланктону

Результати оцінки екологічного стану акваторії Дунайського взмор'я протягом 2019-2021 рр. представлені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. – Оцінка якості води на Дунайському взмор'ї у різні періоди дослідження (2019-2021).

	Біомаса	Менхінік	BAC:DIN	MEC%	Інтегральна оцінка
Травень 2019	Відмінний	Середній	Поганий		Середній
Вересень 2019	Добрий	Середній			Добрий
Серпень 2020	Добрий	Поганий		Відмінний	Добрий
Жовтень 2021	Відмінний	Середній			Добрий

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

2.2.4. Оцінка екологічного стану морських вод ПЗЧМ за показниками фітопланктону у 2019 році

В таблиці 2.7 представлена оцінка екологічного стану вод Дунайського регіону за кількісними показниками фітопланктону навесні 2019 року та таблиці 2.8 оцінка екологічного стану морських вод різних регіонів ПЗЧМ за кількісними показниками фітопланктону восени 2019 року.

Таблиця 2.7. – Оцінка екологічного стану Дунайського регіону за кількісними показниками фітопланктону навесні 2019 року.

Показник			Загальна оцінка екологічного стану
Середня біомаса	Індекс Менхеник	Індекс Bac:Din	
169 мг·м$^{-3}$	0,05	5,9	Середній

Як видно з таблиці, за означеними показниками фітопланктону оцінка екологічного стану різних регіонів ПЗЧМ змінюється від «поганий» до «добрий». В цілому, екологічний стан в районі змішаних вод кращий, ніж в річкових регіонах, що очікувано, враховуючи вплив річок, зокрема забруднення органічними речовинами. Однак, варто відмітити, що показники фітопланктону змінюються значною мірою в залежності від сезону та від року до року.

Таблиця 2.8. – Оцінка екологічного стану ПЗЧМ за кількісними показниками фітопланктону восени 2019 року.

Тип вод	Показник		Загальна оцінка екологічного стану
	Середня біомаса, мг·м$^{-3}$	Індекс Менхеник	
Мішані води	634	0,090	Добрий
Дніпро-Бугський р.	701	0,047	Середній
Дністровський р.	1687	0,020	Поганий
Дунайський р.	544	0,051	Добрий

Таким чином, стан фітопланктонного угруповання ПЗЧМ показує тенденцію до покращання, але продовжує залишатися нестабільним, особливо у зонах впливу річок, де на окремих станціях продовжують відмічатися випадки «цвітіння» води, викликаних спалахом розвитку мікроводоростей як прісноводного та прісноводно-солонуватоводного, так і морського генезисів. Для більш повної оцінки є необхідним проведення цілорічного моніторингу та аналіз екологічного стану акваторії за багаторічними спостереженнями.

2.3 «Цвітіння» води в Одеському регіоні у 2019-2021 рр.

Аномальне «цвітіння» води в Одеському регіоні Чорного моря водоростью *Nodularia spumigena* (Cyanoprokaryota) в червні 2019 р.

На початку червня 2019 року в Одеському регіоні спостерігали аномальне «цвітіння» *Nodularia spumigena*. Перший випадок масового розвитку даного виду ціанопрокаріот в акваторії ОМР був відзначений в липні 2010 року, другий локальний спалах було зареєстровано наприкінці травня 2015 г.

Види *Nodularia spp.* Можуть бути токсичні для людини і тварин. Вони можуть виробляти гепатотоксичні нодуларіни (NOD) та інші біологічно активні пептиди, такі як спумігіни і нодулопептіни.

Особливістю ниток даної популяції *Nodularia* була підвищена пігментація клітин, які мали темно-зелене забарвлення, а також, більш велику ширину ниток, ніж в попередні роки [рисунок 2.29., б, в, г, е]. Середня ширина трихоми становила 13,86 μм (9–12 μм – ширина трихоми *Nodularia* в 2010 р), їй відповідала ширині вегетативної клітини, середня довжина клітини становила 3,56 μм (3–5 μм ширина клітин нодуляріі в 2010 р).

Характерними рисами даного «цвітіння» були:

- його раптовість – напередодні «цвітіння» 5 червня 2019 р в пробах морської води, відібраних в кінці пірсу двох пляжів регіону, нитки даного виду виявлені не були. Навпаки, в пробах були присутні види морського генезису – *Diplopsalis lenticula* Bergh, *Chaetoceros tenuissimus* Meunier, *C. throndsenii* (Marino, Montresor et Zingone) Marino et al., (24,6 °C; 13,79 ‰);
- постійна наявність в пробах «шишковидних» клітин з моменту першого «цвітіння» *Nodularia* в 2010 р, ідентифікувати які вдалося тільки в період масового розвитку *Nodularia* в 2019 р ними виявилися її акінети (рис. 2.29., ж, з);
- передувала «цвітінню», аномально висока температура морської води наприкінці травня, початку червня (23,0–24,6 °C);
- достатня забезпеченість морського середовища біогенними элементами напередодні «цвітіння»: концентрація фосфору фосфатного P_{PO4}^{3-} в морській воді становила від 6,9–10,0 мкг • $л^{-1}$, азоту нітритного N_{NO}^{2-} від 1,66–1,96 мкг • $л^{-1}$; азоту нітратного N_{NO}^{3-}від 23,10–40,10 мкг • $л^{-1}$.
- переважання слабких і легких вітрів, що сприяли поширенню популяції ***Nodularia* по всій акваторії Одеського регіону.**

Масовий розвиток *N. spumigena* в перших числах червня 2019 році надавало морській воді сіро-жовте забарвлення. Біомаса *Nodularia* 6 червня

(пляж санаторію «Біла Акація») в урізі води становила 1064 г • м$^{-3}$, вміст хлорофілу «а» в клітинах – 381 мкг • л$^{-1}$. Тут же, на відстані 150 м від урізу води, біомаса становила 2149 г • м$^{-3}$, вміст хлорофілу «а» 434 мкг • л$^{-1}$. Максимальна біомаса була отримана 8 червня в районі станції біологічної очистки «Південна» (СБО «Південна») в урезе води – 4713 г • м$^{-3}$. Так само, значні показники біомаси *Nodularia* були відзначені в районі Дачі Ковалевського – 2029 г/м^3 (23,7 °С; 14,0 ‰).

У пробах морської води, отриманих 17 червня 2019 року в прибережній зоні, ниток *Nodularia* виявлено не було. Однак, окремі нитки *N. spumigena* були виявлені 19 червня, в пробах, отриманих в районі Воронцовського маяка (1300 м від берега), біомаса *Nodularia* тут склала 18,0 г • м$^{-3}$ (26,2 °С, 13,0 ‰), частина трихомив перебувала в стадії лізингу.

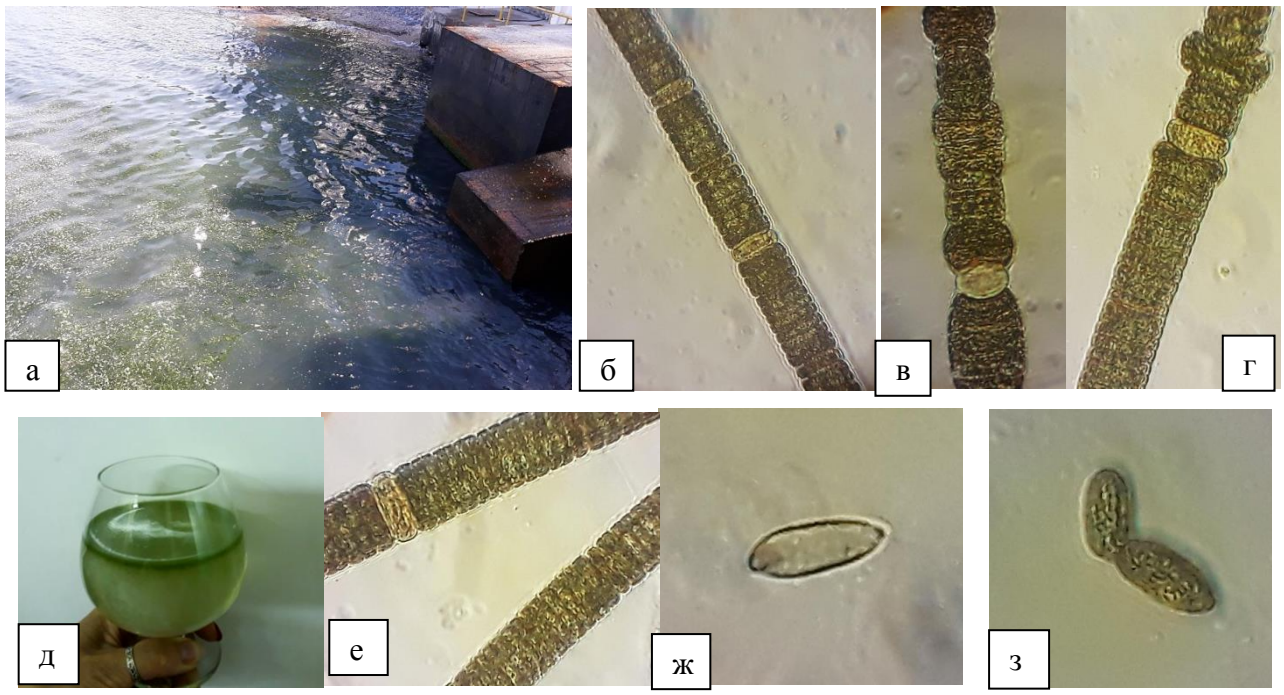
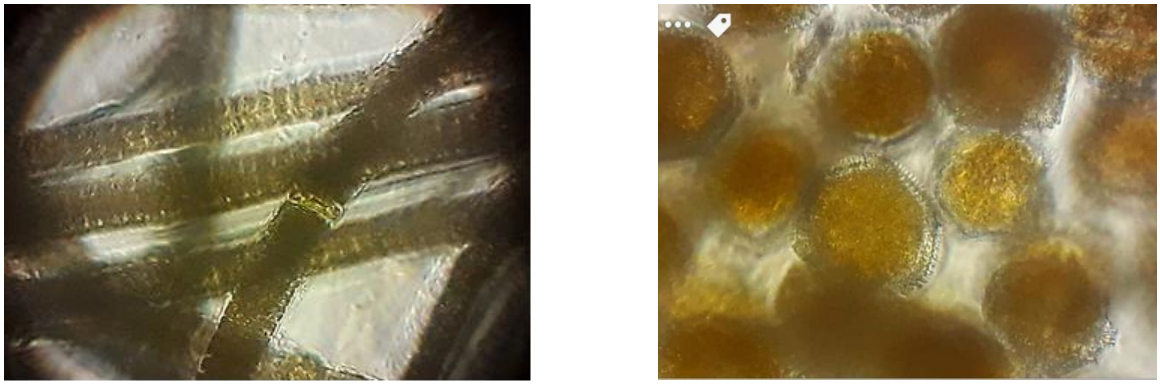


Рисунок 2.29. – «Цвітіння» *N. spumigena* в Одеському регіоні Чорного моря в червні 2019 р.: а – пляма «цвітіння» у урізу води; б, е – фрагмент трихома; в, г – фрагмент трихома з акінетою і гетероцистами; д – проба води під час «цвітіння»; ж, з – акінети (спори) *Nodularia*.

Отримані в період дослідження показники біомаси та рівня хлорофілу α в клітинах *Nodularia*, характеризували прибережні води затоки як екстремально-евтрофні.

Ймовірними причинами «цвітіння» *N. spumigena* на початку червня 2019 року в Одеському регіоні Чорного моря стали: оптимальний температурний і солонісний режими для формування максимальної продукції біомаси *Nodularia* (23,7 °С, 14,0 ‰); необхідна кількість мінеральних форм біогенних елементів напередодні «цвітіння»; наявність достатньої кількості акінет (спор) *Nodularia* в морській воді для їх проростання в планктоні; переважання слабких і легких вітрів, що сприяли поширенню популяції *Nodularia* по всій акваторії Одеського регіону.

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^{o}С та солоності 15,0 ‰, та було викликане розвитком ціанобактерії *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault (рис. 2.30,а), біомаса якої в пробі становила більш ніж 7 кг • м$^{-3}$. Вклад *N. spumigena* в пробі по біомасі становив 99,0 %.



а б

а) *N. spumigena;*
б) L. polyedra.

Рисунок 2.30. - Види, що викликали «цвітіння» води в Одеському регіоні у 2020 році.

Другий випадок цвітіння був відмічений в акваторії порту Одеса при температурі води 21,8^{o}C та солоності 15,9 ‰, де 16.09.2020 спостерігався "червоний прилив", визваний розвитком динофітової водорості *Lingulodinium polyedra* (Stein) Dodge (рис. 2.30,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$^{-1}$. Фактично, вегетація цього виду в Одеському регіоні з періодичними спалахами «цвітіння» продовжувалась з липня по жовтень.

2.4 Значеня пігменту хлорофілу-α в акваторії ОМР та ПЗЧМ та оцінка екологічного стану акваторії за його показниками

Дослідження мінливості хлорофілу α займають важливе місце в оцінці продуктивності морських акваторій. Концентрація хлорофілу α – важлива характеристика екосистеми, що відображає функціональний стан фітопланктонних угруповань та служить індикатором евтрофікації.

Відбір проб при дослідженні фотосинтетичних пігментів проводився на двох постійних станціях моніторингу, що розташовані в прибережній зоні Одеського морського регіону. Одна з них (Аркадія) є відкритою акваторією, інша (м. Малий фонтан) – частково відокремлена від моря гідротехнічними спорудами.

Визначення пігментного складу фітопланктону для прибережних акваторій виконано відповідно до ГОСТ 17.1. 04.02.1990 «Вода. Методика спектрофотометричного визначення хлорофілу α [9].

2.4.1.Мінливість середньомісячних значень хлорофілу α в прибережній зоні Одеського морського регіону.

Дослідження на станції пляжу Аркадія показали, що протягом 2019 року середньомісячні значення хлорофілу α змінювався від 0,83 мкг • $л^{-1}$ до 6,56 мкг • $л^{-1}$ (при загальній мінливості від 0,69 мкг • $л^{-1}$ до 14,29 мкг • $л^{-1}$). На станції мису Малий Фонтан цей показник змінювався від 0,66 мкг • $л^{-1}$ до 4,91 мкг • $л^{-1}$ (при загальній мінливості від 0,646 мкг • $л^{-1}$ до 14,27 мкг • $л^{-1}$). Тобто, в середньому за 2019 рік значення хлорофілу α для станції Аркадія були вищими за такі значення для станції мис Малий Фонтан (Рисунок 2.31.).

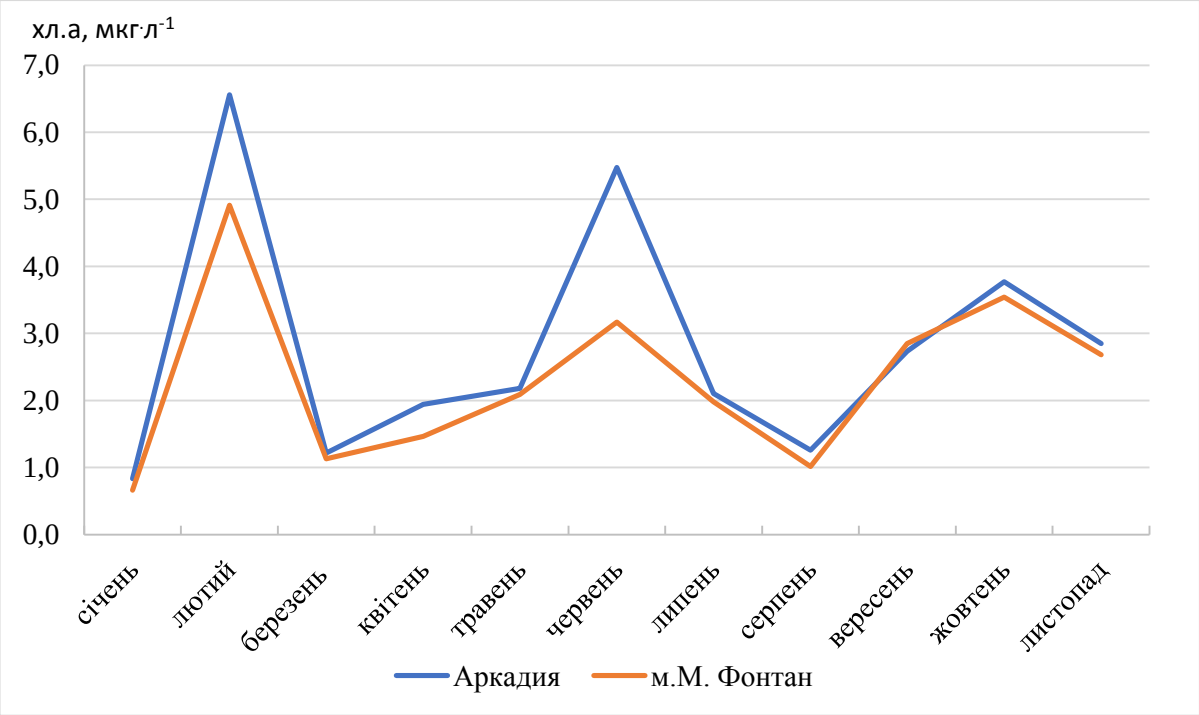


Рисунок 2.31. – Мінливість середньомісячних значень вмісту хлорофілу α на ст. Аркадія та м. Малий фонтан в 2019 р.

Протягом 2020 року показники зі станції пляж Аркадія також були вищими (Рисунок 2.32.).

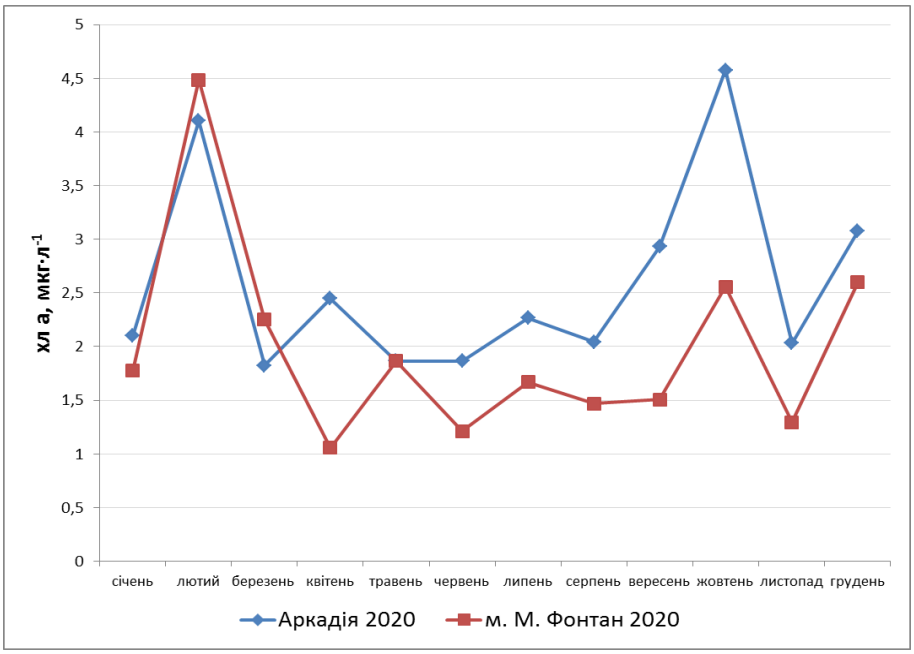


Рисунок 2.32. – Динаміка середньомісячних значень концентрації хлорофілу α на моніторингових станціях Аркадія і мис Малий Фонтан в 2020 році.

Так, значення вмісту хлорофілу α в 2020 році варіювали 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 (рис 2).

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.

Була виявлена залежність показників хлорофілу α від солоності. На рисунку 2.33. відображена мінливість хлорофілу α та солоності води. На початку лютого можна побачити зниження солоність та зростання показників хлорофілу α, що обумовлено стоком Дніпро-Бузького лиману та цвітінням води. Протягом 2019 року відмічалося ще два максимуми хлорофілу α, на початку літа та у жовтні, під час яких також знижувалася солоність. На рис. 2.33. ми бачимо синхронність випадків коливання рівнів солоності та хлорофілу α що може вказувати на наявність зворотної кореляції між цими показниками.

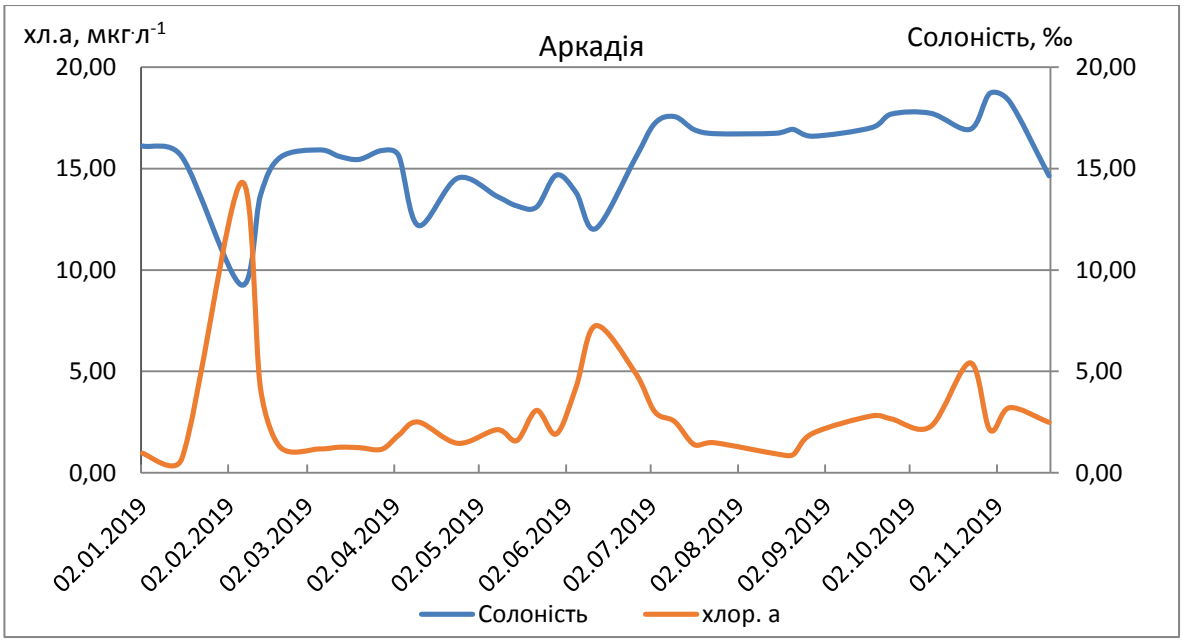


Рисунок 2.33. – Мінливість хлорофілу α та солоності на станції Аркадія у 2019р.

2.4.2.Оцінка екологічного стану Одеського регіону за значеннями хлорофілу α.

Для проведення оцінки була використана класифікація, розроблена для Болгарських та Румунських прибережних вод [36], та апробована в таких міжнародних проектах, як MISIS [37]. Шкалу представлено в таблиці 2.9.

Ця шкала була розроблена відповідно до вимог Водної раскової директиви (WFD) [2] і розрізняє п'ять категорій оцінки екологічного стану (Відмінний - синій; Добрий - зелений; середній - жовтий; поганий - оранжевий; дуже поганий – червоний). Відповідно до сучасних вимог Рамкової директиви з морської стратегії (MSFD) [3] виділяється лише дві категорії оцінки статусу: "добрий екологічний стан" (ДЕС; зелений); і "недобрий екологічний стан" (Не-ДЕС, червоний).

Таблиця 2.9. – Шкала категорій оцінки екологічного стану законцентрацією хлорофілу α [мкг • $л^{-1}$] для прибережного пелагічного середовища (згідно [38])

Район	Відмінний	Добрий	Середній	Поганий	Дуже 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

Оцінка середньосезонних значень концентрації хлорофілу α за показниками 2019 року показала, що екологічного статус на моніторингові станції пляж "Аркадія" та м. М. Фонтан протягом різних сезонів відповідав категорії «Середній». Виключення – зимовий сезон на ст. Аркадія, що відповідав в цей період категорії «Поганий» (Табл. 2.10.).

Таблиця 2.10. – Оцінка екологічного стану на основі середньосезонних значень концентрації хлорофілу α (мкг • $л^{-1}$) на моніторинговій станції пляж "Аркадія" та м. М. Фонтан.

сезон	**пляж Аркадія**	**мис Малий Фонтан**
зима	3,7	2,8
весна	1,8	1,6
літо	2,9	2,1
осінь	2,4	2,7

Оцінка середньосезонних значень концентрації хлорофілу-α за показниками 2020 року показала, що екологічний стан на моніторинговій станції пляж Аркадія та м. М. Фонтан протягом різних сезонів відповідав категорії «Середній». Виключення – зимовий сезон на ст. М.Малий Фонтан, та осінній на ст. Аркадія, що відповідала в цей період категорії «Поганий» (Табл. 2.11.).

Таблиця 2.11. – Оцінка екологічного стану на основі середньосезонних значень концентрації хлорофілу-α (мкг • $л^{-1}$) на моніторинговій станції пляж "Аркадія" та м. М. Фонтан.

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

2.4.3. Оцінка екологічного стану у гарячих точках Одеського регіону за значеннями хлорофілу α.

Окрім регулярного цілорічного моніторингу на базі УкрНЦЕМу проводиться також сезонний моніторинг десяти точок, розташованих уздовж узбережжя Одеського регіону ПЗЧМ від смт. Коблево до с. Затока поряд з Дністровським лиманом, та охоплює чотири різні водні масива – CW5 (мезогалінні, відкриті, мілкі мул-пісок), CW6 (Мезогалінні, закриті, мілкі, глина-мул) CW7 (мезогалінні, відкриті, мілкі мул-пісок) та TW21(транзитні води).

Екологічній стан восени 2019 року в водному масиві CW5 прибережного моніторингу Одеського регіону в жовтні можна оцінити як «Добрий». Водний масив CW6 відповідав категорії «Середній». І тільки стан масива CW7 був найгіршим і відносився до категорії «Поганий» (Табл. 2.12.). На території масива CW7 розташовані бази відпочинку с. Коблево, пляжи м. Южний та естуарій Григорівського лиману, які можуть завдавати помітне рекреаційне навантаження на масив та призводити до погіршення екологічного стану останього.

Таблиця 2.12. – Оцінка екологічного стану на основі значень концентрації хлорофілу α (мкг • $л^{-1}$) восени в водних масивах, 2019 р.

Тип вод	Хлорофіл α	Оцінка
CW5	1,33±0,21	Добрий
CW6	2,44±1,19	Середній
CW7	3,72	Поганий

У 2020 році екологічній стан на станціях прибережного моніторингу Одеського морського регіону (CW5), що досліджувались в літній період відповідав категорії «Добрий». Осінній прибережний моніторинг ОМР виявив значення хлорофілу α, що для 2 водних масивів (CW5 та CW6) станцій відповідали категорії «Поганий». Водний масив CW7 за значеннями хлорофілу α відповідав категорії «Дуже поганий» (Табл. 2.13.).

Таблиця 2.13. – Оцінка екологічного стану на основі значень концентрації хлорофілу α (мкг • $л^{-1}$) на станціях прибережного моніторингу, 2020 рік.

Дата	Район	Хл α, мкг/л
15.06.2020	CW5	0,98
02.10.2020	CW5	3,37
02.10.2020	CW6	5,66
02.10.2020	CW7	33,99

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 «Дуже поганий».

В цілому, за значеннями хлорофілу α акваторія ОМР знаходится у пригніченому стані. Зберігаються відносно високі показники хлорофілу, що свідчить про високий рівень евтрофування акваторії. Більшість розглянутих

водних масивів у більшу частину року не відповідає ДЕС. Однак для висновків про тенденції розвитку стану акваторії необхідні більш глибокі кількарічні спостереження.

2.4.4. Оцінка екологічного стану північно-західної частини Чорного моря за значеннями хлорофілу α.

В 2019 року протягом серпня-вересня було здійснено дослідження акваторії ПЗЧМ. Дослідження проводилися у Дніпровському, Дністровському, Дунайському регіонах та на теріторії ботанічного заказника «Філофорне поле Зернова» в межах регіону Мішаних вод ПЗЧМ. Результати оцінок представлені нижчє (Таблиця 2.14).

Таблиця 2.14. – Оцінка екологічного стану на основі значень концентрації хлорофілу α (мкг·л$^{-1}$) акваторії ПЗЧМ у 2019 р.

Регіони	**Хлорофіл α**	**Оцінка**
Дністровський	3,69±1,88	Поганий
Дунайський	3,76±3,42	Поганий
Мішані води	1,39±0,42	Середній
Дніпро-Бузький	7,83±7,83	Дуже поганий

В 2019 році Дністровський та Дунайський регіони характеризувались «Поганим» екологічним станом, Дніпр-Бузький регіон «Дуже поганим», це ймовірно обумовлено «цвітінням» мікроводоростей в означений період. Змішані води характеризувались «Середнім» екологічним станом. Однак, варто відмітити, що показники змінюються значною мірою в залежності від сезону, та від року до року. Так, якщо розглянути стан акваторії за останні 6 років, то екологічний стан більшості акваторій можна оцінити як «Середній», а екологічний стан Змішаної зони як «Добрий» та «Відмінний» [38].

Це свідчіть про необхідність проведення більш повних спостережень та доповнення баз даних концентрації хлорофілу α для відкритих районів моря для розробки сезонних шкал категорій оцінки екологічного стану. Для районів річкового впливу екологічний статус послідовно погіршувався від категорії «поганий» для Дністровського та Дунайського району до категорії «Дуже поганий» для Дніпро-бузького регіону. (Табл. 2.14.)

2.5. Біорізноманіття та кількісні показники зоопланктону ПЗЧМ

2.5.1. Біорізноманіття та кількісні показники зоопланктону на реперних станціях Одеського регіону.

Для опису груп зоопланктону для зручності використовувалися традиційні назви (напр. Cladocera) замість більш сучасних (напр. Anomopoda).

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 організмів (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.

Протягом 2019-2021 рр. у всіх досліджуваних акваторіях було ідентифіковано 78 таксонів (Додаток В) ранга виду та вище, морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Основу розмаїття складали копеподи, при чому суттєву частину таксонів (8) складали бентопелагічні види рядів Harpacticoida та Canueloida. Зазвичай такі види відносять до

мейобентосу, однак у прибережних регіонах за рахунок добових міграцій вони знаходяться значний час у товщі води, фактично екологічно входячі до складу планктону, тому повинні враховуватися при обчисленні кількісних показників. Каляноїди були представленні 8 таксонами, циклопоїди – 6 таксонами. Також в прибережній зоні ОМР у 2020 році була відмічена монстріллоїда *Monstrilla grandis* Giesbrecht, 1891, яка є індикаторним організмом та може свідчити про покращення стану середовища. Також різноманітним був меропланктон – 15 таксонів. Кладоцери були представлені 11 таксонами, коловертки – 10 таксонами, найпростіщі – 3 таксонами, желетілі – 6 таксонами. Інші організми були представлені 9 таксонами. Найбіднішим за видовим складом був 2021 рік – 43 таксони. 2019 та 2020 роки були співставні (61 та 63 таксони відповідно). Таксономічний склад мезозоопланктону у прибережній зоні Одеського Морського регіону протягом періоду 2019-2021 років можна побачити на рисунку 2.34.

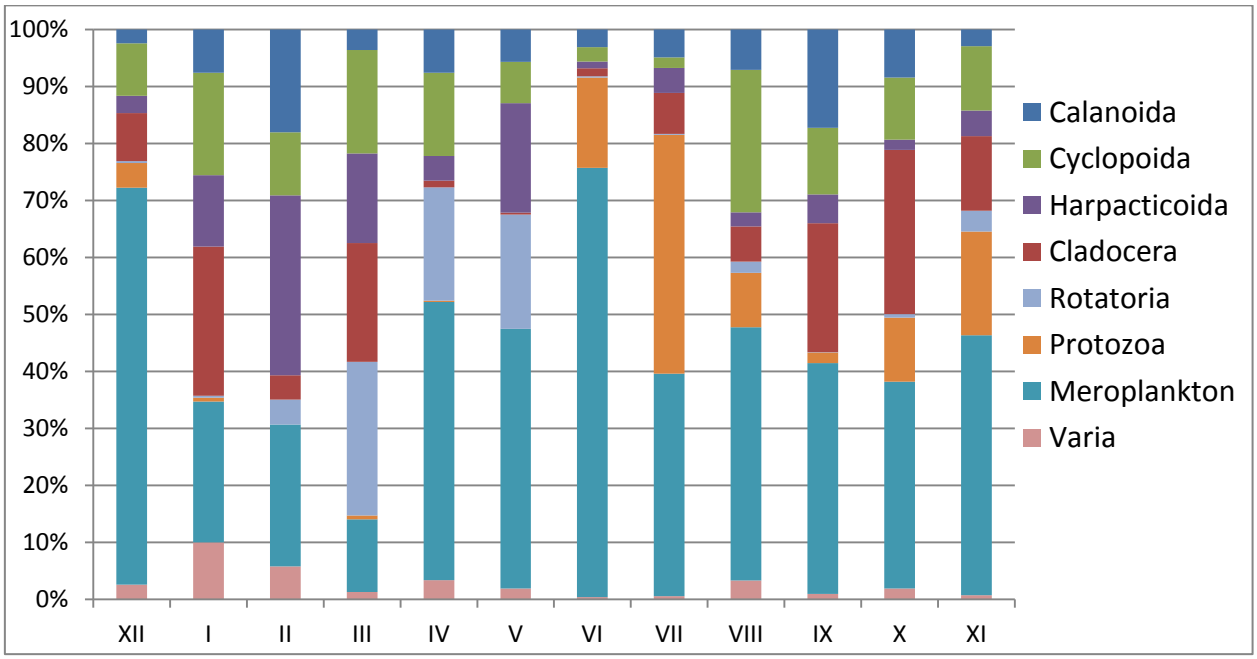


Рисунок 2.34. – Вклад різних груп таксонів у формування чисельності мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2019-2021 роках.

Зимовий планктон характеризувався низькими різноманіттям та кількісними показниками – чисельністю та біомасою. Так, найбіднішим за чисельністю зимового мезозоопланктону був 2021 рік, а найбагатшим 2019 (178±167 екз. • $м^{-3}$ та 600±657 екз. • $м^{-3}$ відповідно). За біомасою ж найбагатшим був 2020 рік, більшою частиною завдяки меропланктонної складової та копепод рядів Harpacticoida та Canueloida, та склав 12,839±1,856 мг • $м^{-3}$. Найбіднішим же також був 2021 - 1,286±1,108 мг • $м^{-3}$. Середньосезонні показники чисельності та біомаси за роками можна побачити у таблиці 2.15. Загалом за різноманіттям зимовий мезозоопланктон був досить бідним. Так, індекс різноманіття Шеннону-Вівера в середньому за зиму складав 1,871±0,38 біт • $екз^{-1}$ у 2019, 2,326±0,466 біт • $екз^{-1}$ у 2020, та 2413±2,355 у 2021 біт • $екз^{-1}$ роках. У всі роки в пробах зустрічалися тільки копеподи родів *Acartia* та *Oithona*, представники меропланктону, здебільшого личиночні стадії цірріпедій та поліхет та бентопелагічні видів рядів Harpacticoida та Canueloida. В окремі роки зустрічалися копеподи родів *Centropages* та *Paracalanus*. У 2020 році були численні кладоцери *Pleopis polyphemoides*, які є показником евтрофікації акваторії. Весна починалася з підняття температури води вище 8 °C, зазвичай у квітні, однак 2020 року чисельність в пробах почала зростати у березні. Починала зростати чисельність, більшою частиною за рахунок коловерток родів *Asplanchna* та *Synchaeta*, зростала частка солонуватоводних та прісноводних видів, та загальної біомаси мезозоопланктону. Після, у травні-червні в пробах зростала частка копепод та меропланктонних організмів. Перший максимум розвитку мезозоопланктону відбувався у травні-липні та складав 993 екз. • $м^{-3}$ та 13,334 мг • $м^{-3}$ у травні 2019 року, 20 248 екз. • $м^{-3}$ та 420,394 мг • $м^{-3}$ у липні 2020 року та 9919 екз. • $м^{-3}$ та 41,028 мг • $м^{-3}$ у червні 2021 року. Такі високі показники 2020 року були значною мірою обумовлені розвитком гетеротрофної динофлагелляти *Noctiluka scintillans*, яка є індикатором евтрофування, та свідчить про погіршення стану акваторії. Однак також 2020 року, у червні в прибережних пробах була відмічена копепода роду *Monstrila*,

яка є індикаторним організмом та зазвичай свідчить про покращення стану середовища. Після, у липні-серпні наступало скорочення чисельності, біомаси та різноманіття, 2019 року навіть до рівня, співставного з зимовими показниками. В пробах зустрічалися здебільшого копеподи, більшою частиною родів *Acartia* та *Oithona*, кладоцери родини Podonidae, динофлагелляти *N. scintillans*, та організми меропланктону – личинки цірріпедій, поліхет, бівальвій та гастропод. Останні зазвичай рідко зустрічаються в літній період та регулярно відмічалися у пробах лише протягом літа 2021 року. У серпні-вересні чисельність знову починає зростати, та у вересні-жовтні демонструє другий осінній максимум розвитку мезозоопланктону. Після, в листопаді кількісні характеристики скорочуються, та наприкінці місяця у всі роки набувають зимових рівнів. Зі всіх розглянутих років 2021 був найбагатшим за чисельністю, більшою частиною за рахунок організмів меропланктону (у червні) та гетеротрофної динофлагелляти *N. scintillans* (у липні), у той час, як за біомасою найбагатшим був 2020, також за рахунок динофлагелляти *N. scintillans* (у серпні та меньшою мірою у жовтні) та меропланктону (у жовтні). Також примітно, що у порівнянні із попередніми роками в акваторії спостерігається поступове зміщення першого «весняного» максимуму розвитку мезозоопланктону, який раніше приходився на квітень-червень на більш пізній період – червень-липень, чи навіть серпень. Важливо, що осінній максимум залишається незмінним та приходиться на вересень-жовтень. Це, вірогідно, може бути пов’язано зі змінами клімату та порівняно більш пізньою весною. Річний хід чисельності мезозоопланктону та частка окремих груп в загальній чисельності протягом 2019-2021 років зображені на рисунку 2.35.

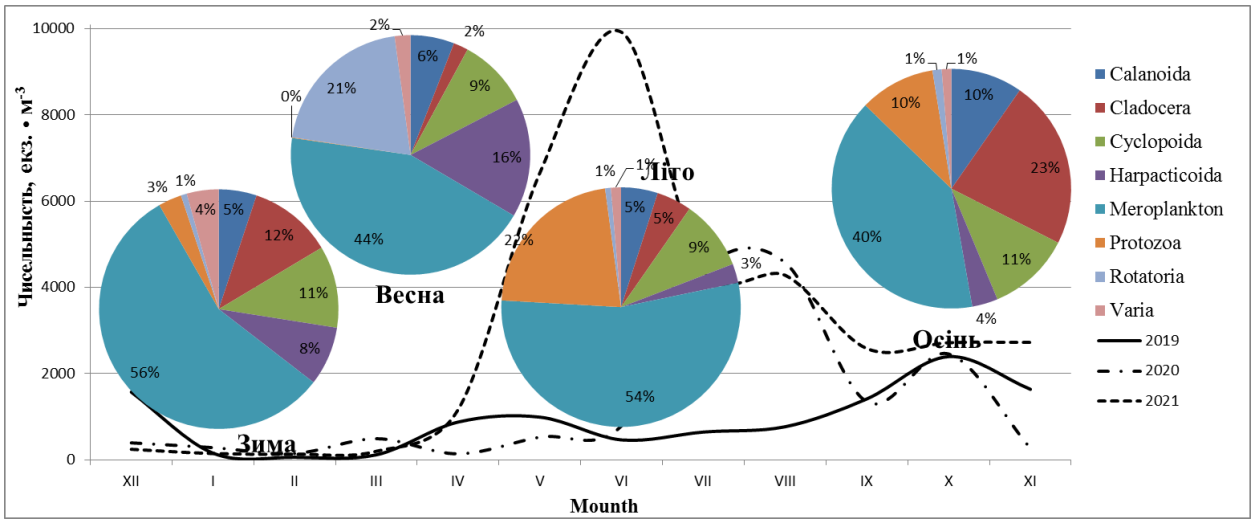


Рисунок 2.35. – Середня чисельність (екз. • м$^{-3}$) мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2019-2021 роках.

Річний хід біомаси мезозоопланктону протягом 2019-2021 років в Одеському морському регіоні відображено на рисунку 2.36.

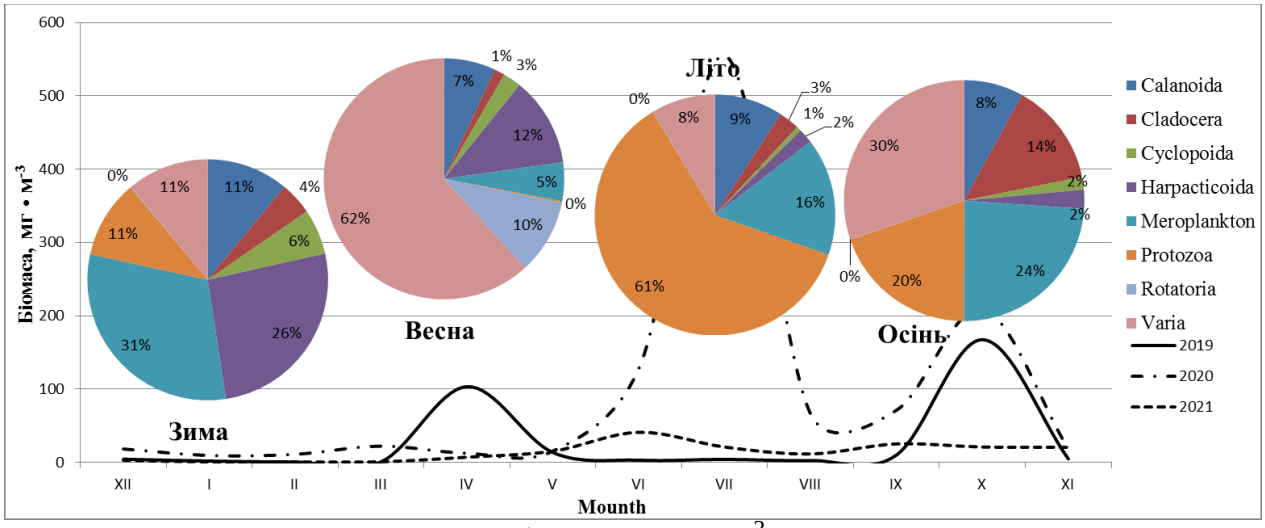


Рисунок 2.36. – Середня біомаси (мг • м$^{-3}$) мезозоопланктону в Одеському регіоні у 2019-2021 роках.

Загалом, показники чисельності були найвищими у 2021 році а біомаси у 2020. Найнижчими обидва показника були у 2019 році. Середня чисельність та біомаса основних груп мезозоопланктону наведена у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15. – Середня чисельність та біомаса основних груп мезозоопланктону Одеського регіону у 2019-2021 роках.

Чисельність, екз. • м$^{-3}$	2019	2020	2021	Середнє
Calanoida	77±169	73±1944	185±181	112±153
Cladocera	74±230	291±1384	137±103	167±268
Cyclopoida	149±258	190±234	182±184	174±349
Harpacticoida	138±233	32±130	116±97	96±176
Meroplankton	419±448	239±2420	1849±2012	836±1515
Protozoa	21±89	388±2357	303±345	238±599
Rotatoria	23±71	75±122	133±100	77±220
Varia	26±57	32±50	26±25	28±39
Загалом	928±947	1320±5051	2933±3046	1727±2149
Біомаса, мг • м$^{-3}$	2019	2020	2021	Середнє
Calanoida	1,424±2,421	7,089±56,673	3,063±2,771	3,858±26,202
Cladocera	1,404±3,561	6,865±34,385	0,347±0,26	2,872±14,32
Cyclopoida	0,358±0,176	0,842±0,639	0,65±0,642	0,617±0,196
Harpacticoida	0,57±0,511	3,864±0,544	1,065±0,971	1,833±0,294
Meroplankton	0,806±0,176	20,612±6,182	2,487±2,687	7,969±1,715
Protozoa	0,369±0,806	45,816±42,065	5,53±6,293	17,239±17,322
Rotatoria	0,041±0,011	1,461±0,213	0,137±0,103	0,546±0,104
Varia	21,287±77,557	8,055±326,506	0,61±0,647	9,984±144,474
Загалом	26,26±80,106	94,605±341,12	13,891±14,374	44,919±204,627

Так, чисельність та біомаса у середньому за період дослідження складала 1727±2149 екз. • м$^{-3}$ та 44,919±204,627 мг • м$^{-3}$ відповідно, що дещо меньше, ніж у попередніх 2017 та 2018 роках (у 2017 р. – 54933±173935 екз. • м$^{-3}$ та 982,835±3155,765, у 2018 р. – 5355±6517 екз. • м$^{-3}$ та 35,445±59,691 мг • м$^{-3}$). Такі великі показники 2017 року обумовлені аномально високим розвитком *N. scintillans* [39].

Трофічний зоопланктон в досліджуваний період складався з організмів меропланктону, представників рядів Copepoda, Cladocera, в меншій мірі Rotatoria, та інших груп зоопланктону. У середньому за рік за чисельністю і біомасою переважав меропланктон. Також численними були Copepoda та Cladocera. Нетрофічний зоопланктон складався в основному з представників желетілих *Aurelia aurita, Hydromedusa gen. sp., Beroe ovata, Sarsia tubulosa,*

Pleurobrachia pileus, Mnemiopsis leidyi та гетеротрофної флагелляти *N. scintillans*.

Індекс різноманітності Шеннону змінювався від 0,540 біт • екз.$^{-1}$ у листопаді 2020 року до 3,102 біт • екз.$^{-1}$ у травні 2020 року та складав у середньому 2,079±1,074 біт • екз.$^{-1}$, що відображено на рисунку 2.37.

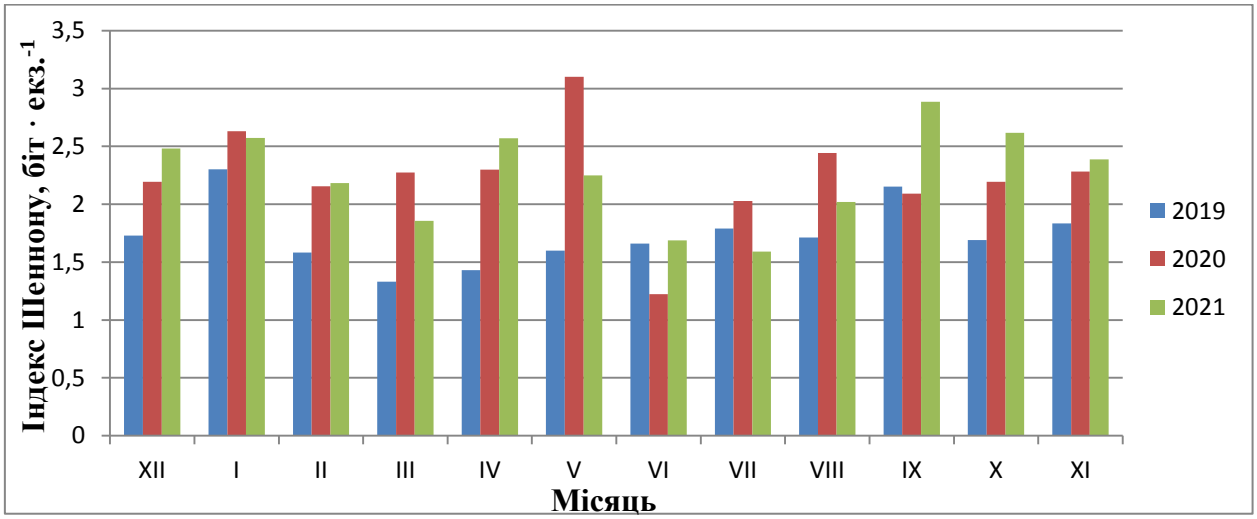


Рисунок 2.37 – Індекс Шенона (за чисельністю) зоопланктону в Одеському регіоні у 2019-2021 роках.

2.5.2. Багаторічні зміни вкладу Noctiluca scintillans в біомасу зоопланктону

Хоча за систематикою *Noctiluka scintillans* належить до дінофітових водоростей, завдяки відносно великому розміру (0,25-0,95 мм) 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 2.38.

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 повернувся до низьких значень. Однак вже з 2019 року частка ноктилюки почала зростати, 2021 року досягнувши 17,21% в середньому за рік. Це може свідчити про початок зростання рівня евтрофікації акваторії в останні роки.

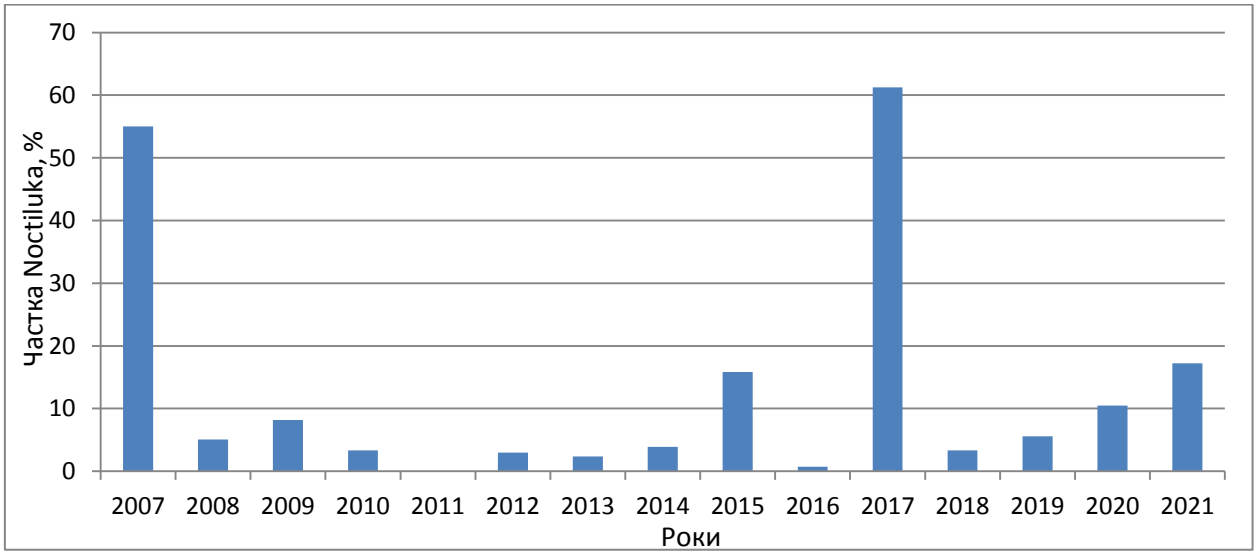


Рисунок 2.38 – Багаторічні зміни вкладу (%) *Noctiluca stintillans* в біомасу зоопланктону в Одеському морському регіоні.

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 з у період з 2008 по 2016 роки 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 загадбної 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 2018 року біомаса ноктілюки знизилася та склала 2,135±7,273 мг*м$^{-3}$ або 3,31±10,49%. Але з 2019 року частка ноктилюки почала зростати. У 2019 році вона склала 0,430±1,09 мг*м$^{-3}$ або

5,56±12,85% від загальної біомаси зоопланктону. У 2020 році вона склала 3,37±9,76 мг*м$^{-3}$ або 10,45±22,09%, у 2021 – 17,081±26,870 мг*м$^{-3}$ та 17,21±30,01%.

Річний хід зміни частки *N. scintillans* у загальній біомасі мезозоопланктону протягом 2019-2021 років відображено на рисунку 2.39.

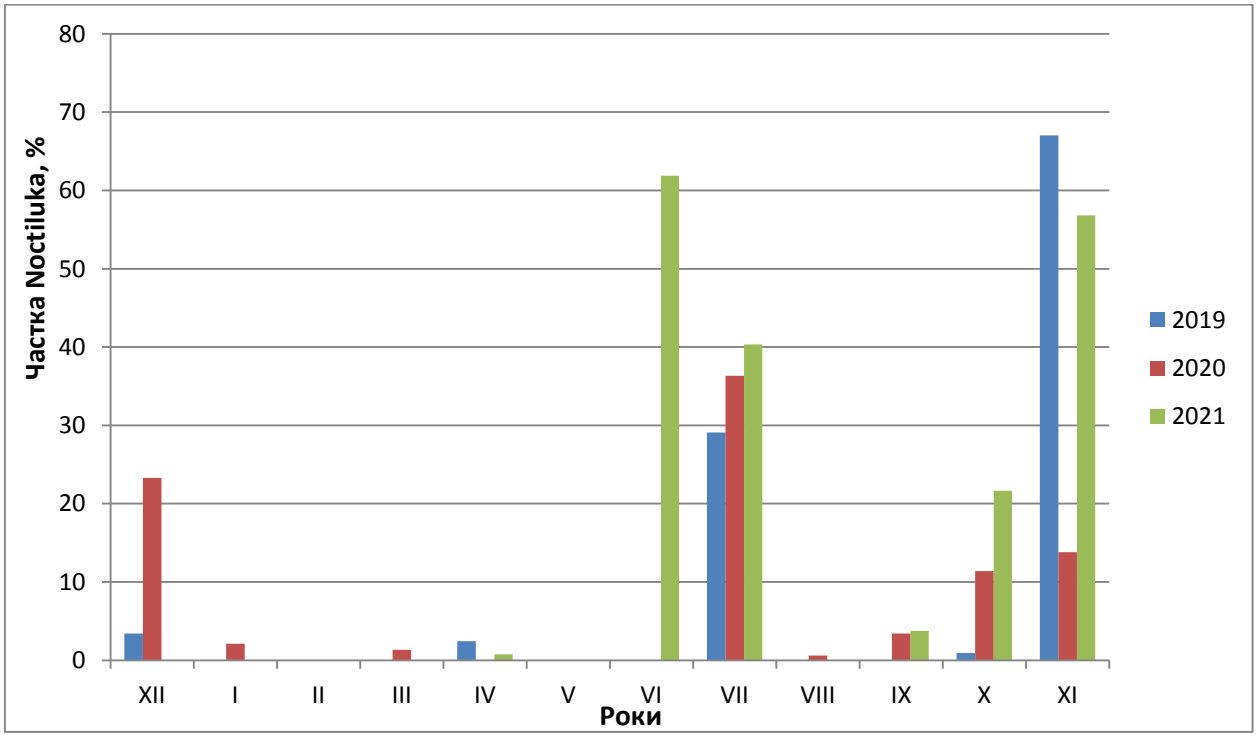


Рисунок 2.39. – Річний хід зміни частки *N. scintillans у* загальній біомасі мезозоопланктону (%) в Одеському морському регіоні у 2019-2021 роках.

В цілому за період досліджень частка ноктилюки в біомасі все ще залишається досить низкою. Однак, середні показники за останні роки показують поступове зростання цього показника, що, разом з відмічаємими численними кладоцерами *P. polyphemoides* може свідчити про підвищення евтрофування акваторії.

2.5.3. Розвиток мезозоопланктону у гарячих точках Одеського регіону

Окрім регулярного цілорічного моніторингу на базі УкрНЦЕМу проводиться також сезонний моніторинг десяти гарячих точок, розташованих уздовж узбережжя Одеського регіону ПЗЧМ від с. Коблево до с. Затока поряд з Дністровським лиманом, та охоплює чотири різні водні масиви – CW4 (мезогалінні, відкриті, мілкі, пісок), CW5 (мезогалінні, відкриті, мілкі мул-пісок), CW6 (Мезогалінні, закриті, мілкі, глина-мул) та CW7 (мезогалінні, відкриті, мілкі мул-пісок). Однак у зв'язку з погодними умовами та іншими чинниками у різні роки не було фактичної можливості охопити всі точки спостереження. Тому особливо важливо розглянути ці точки на періоді, що перевищує один рік щоб охопити всі точки та сформулювати більш повну картину.

Чисельність мезозоопланктону в різних водних масивах протягом 2019-2021 років відображена на рисунку 2.40.

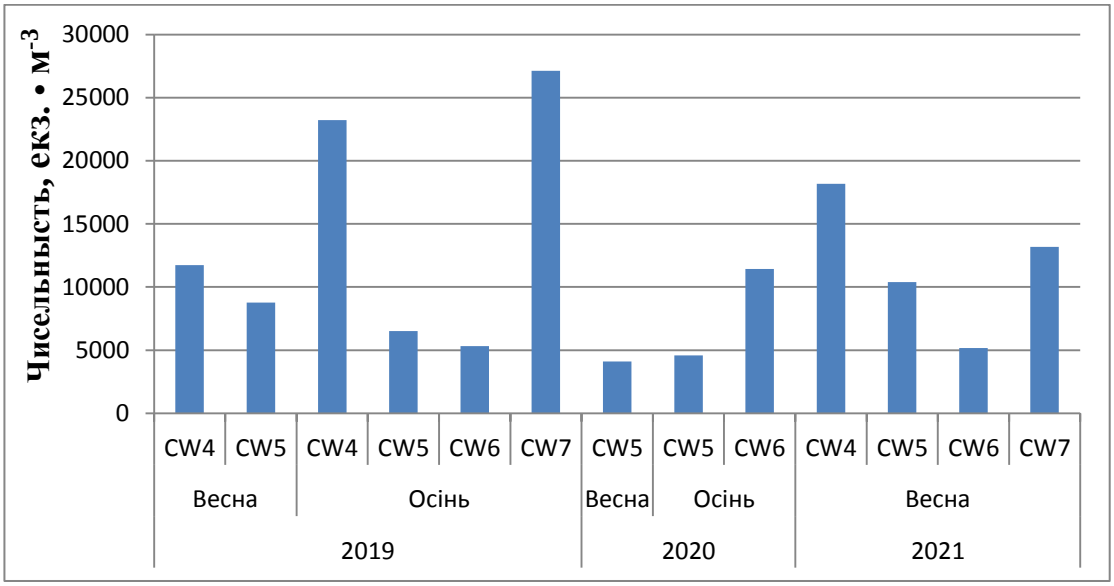


Рисунок 2.40. – Чисельність мезозоопланктону на різних водних масивах Одеського морського регіону у 2019-2021 рр.

Біомаса мезозоопланктону в різних водних масивах протягом 2019-2021 років відображена на рисунку 2.41.

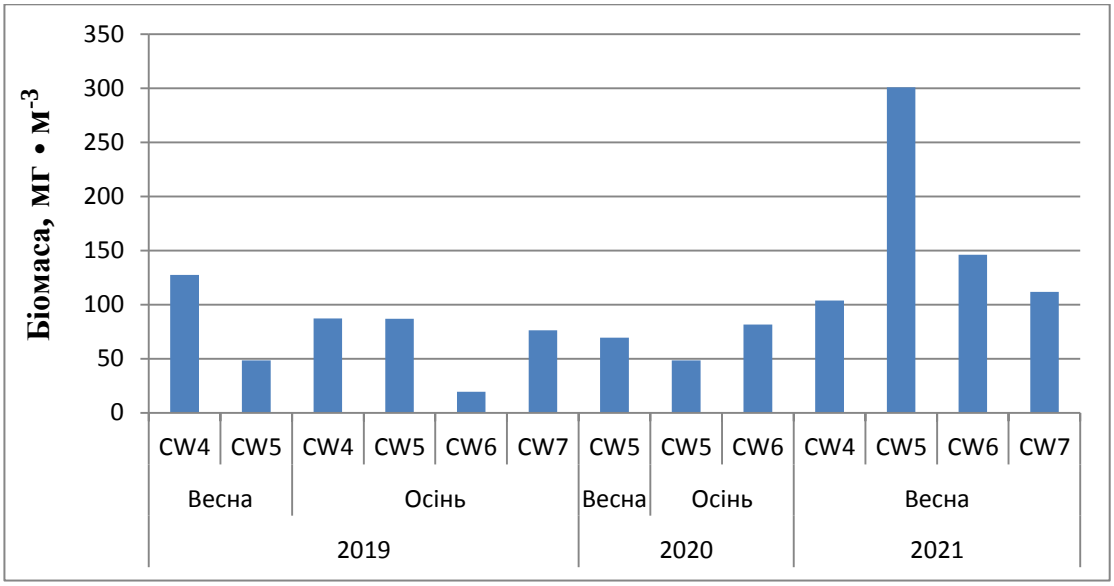


Рисунок 2.41. – Біомаса мезозоопланктону на різних водних масивах Одеського морського регіону у 2019-2021 рр.

Найбільші показники чисельності демонстрували водні масиви CW4 та CW7, які знаходяться під значним впливом великих річок України – Дністра та Дніпра відповідно. Більшою частиною завдяки прісноводним та солонуватоводним організмам, зокрема коловерткам, які мають невелику індивідуальну вагу. Тому вказані водні масиви не демонстрували найвищих показників біомаси. За середніми трирічними показниками найвищу біомасу продемонстрував масив CW5, однак вірогідно за рахунок високих рівнів гетеротрофної динофлагелляти *N. scintillans* на точках, розташованих у цьому масиві 2021 року.

2.6 Оцінка екологічного стану акваторії ОМР за кількісними показниками мезозоопланктону

2.6.1. Оцінка екологічного стану акваторії ОМР на реперних станціях

В рамках міжнародного проекту EMBLAS[40] були запропоновані індикатори для оцінки якості морського середовища за кількісними показниками мезозоопланктону - загальної біомаси, видовому різноманіттю за індексом Шеннону, а також частки у загальній біомасі желетілих організмів, веслоногих раків Copepoda та гетеротрофної динофлагелляти *Noctiluca scintillans*. Пізніше на базі цих індикаторів був розроблений інтегральний зоопланктонний індекс IZI для оцінки стану акваторії за кількісними показниками зоопланктону.

Ці показники, крім останнього рекомендовані і постановою Кабінету міністрів про моніторинг вод[1]. Однак, демонструючи швидку реакцію на зміни стану середовища, зокрема на органічні забруднення, *N. scintillans* є гарним об'єктом для оцінки.

Цільові значення індексу IZI для району досліджень представлені у таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Цільові значення індексу IZI для прибережній зоні Дніпровського регіону за показниками зоопланктону.

ES	EEI range			
	IZI			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
High	>0.900	>0.215	>0.871	>0.837
Good	0.900 - 0.883	0.215 - 0.167	0.871 - 0.849	0.837 - 0.804
Moderate	0.882 - 0.863	0.166 - 0.094	0.848 - 0.841	0.803 - 0.789
Poor	0.862 – 0.789	0.093 - 0.054	0.840 - 0.827	0.788 - 0.651
Bad	<0.789	< 0.054	< 0.827	< 0.651

Протягом періоду досліджень індекс варіював від 0,37 у квітні 2019 року до 0,92 у вересні 2021 року, та склав у середньому 0,65, 0,69 та 0,83 у 2019, 2020 та 2021 роках відповідно. У середньому за весь період досліджень

він складав 0,70. Сезонний хід індексу та оцінку стану акваторії можна побачити на рисунку 2.42.

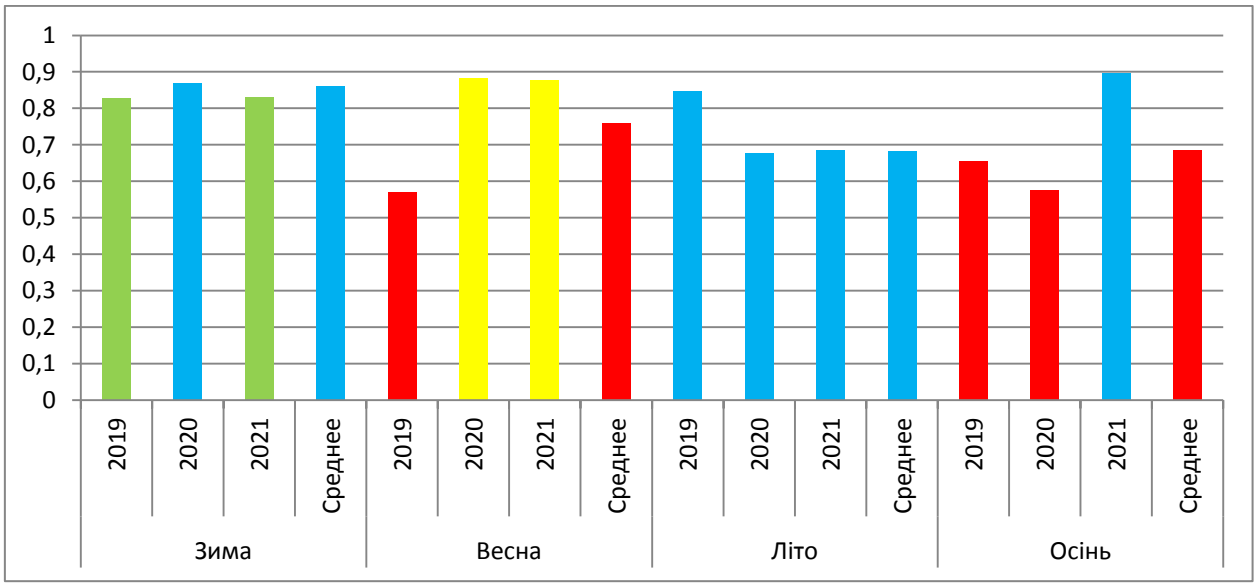


Рисунок 2.42. – Сезонний хід індексу IZI та оцінка стану середовища за показниками зоопланктону.

В цілому найгірші рівні демонстрували показники частки копепод та різноманіття за індексом Шеннону. Найкращі ж рівні демонстрували показники частки желетілих та біомаси. Це може бути пов’язано з процесом відновлення угрупування після гіперевтрофікації 80-х – 90-х років, коли значною мірою постраждали копеподи та різноманітність в цілому. За сезонами найгірші рівні відмічалися весною та восени, коли спостерігалися сезонні максимуми розвитку мезозоопланктону. За роками найгірші показники демонстрував 2019 рік, середня оцінка за п’ятибальною шкалою дорівнює 3 бали, що відповідає Середньому екологічному стану. Найкращім був 2021, який можна оцінити у 4 бали, що відповідає Доброму екологічному стану (ДЕС). В середньому за п’ятибальною шкалою досліджуваний період можна оцінити у 3,5 бали, що відповідає Середньому екологічному стану. В цілому, акваторія поки що не відповідає критеріям ДЕС за показниками зоопланктону.

2.6.2. Оцінка якості води «гарячих точок» Одеського регіону за показниками зоопланктону

За кількісними показниками зоопланктону була проведена оцінка екологічного стану вод різних масивів ОМР за допомогою інтегрального індексу зоопланктону (IZI). Результати оцінки можна побачити на рисунку 2.43. В цілому, акваторія продемонструвала поганий екологічний стан (Bad). Тільки масив CW4 в окремі сезони демонстрував дещо вищі, однак все одно досить низкі показники. Це може бути пов’язано з великим впливом стоку Дністра на масив, але не обов’язково свідчить про кращій стан. У середньому за 3 роки масив продемонстрував найкращі показники серед інших масивів за часткою ноктилюки та желетілих, які є суто морськими організмами та очікуємо мають більш низкі показники у регіонах з меншою солоністю. Крім того, для масива було продемонстровано кращі показники різноманіття за індексом Шеннону, що також може бути викликано впливом річкового стоку та привнесенням у море великої кількості прісноводних организмів. Це також було відмічено в рамках проекту BSB319 Anemone [41]. Таким чином, можливо актуальним є перегляд методів оцінки екологічного стану за кількісними показниками зоопланктону для прибережних та перехідних вод.

Крім того, зйомки на цих точках проводилися лише навесні та восени, коли по всій акваторії демонструвалися погані показники екологічного стану, як показано у попередніх підрозділах. Це також може призвести до викривлення оцінки. Тому важливим є проведення саме цілорічного моніторингу, який буде охоплювати всі сезони.

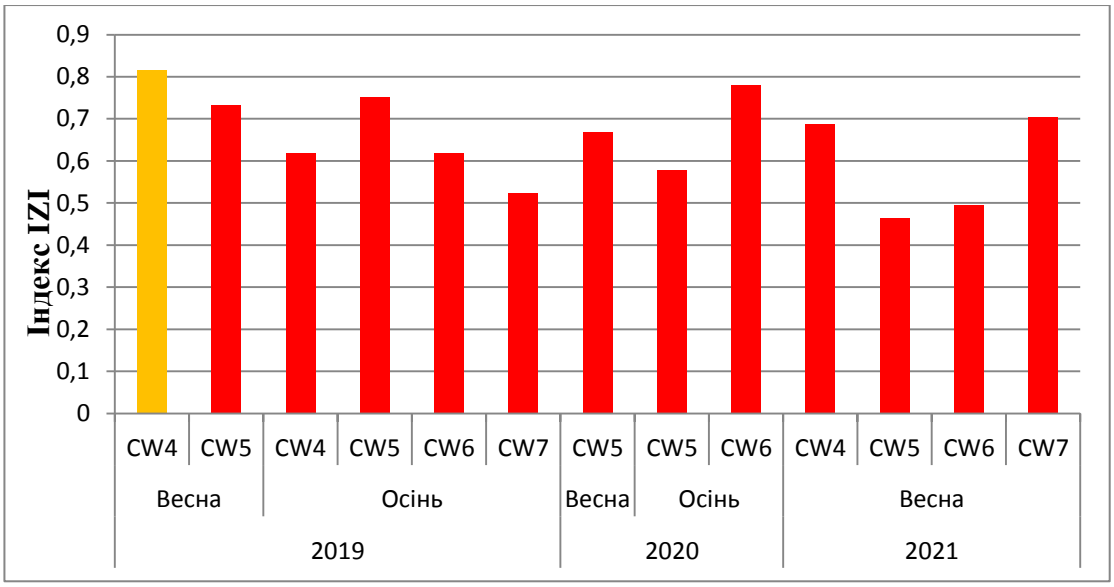


Рисунок 2.43. – Біомаса мезозоопланктону на різних водних масивах Одеського морського регіону у 2019-2021 рр.

В цілому, води ОМР за показниками зоопланктону на гарячих точках продемонстрували досить низькі показники екологічного стану, однак можливо методи моніторингу та оцінки потребують деякої доробки для більш точної оцінки розглянутих акваторій.

Підсумовуючи, за три розглянуті роки найнижче різноманіття було продемонстроване 2021 року. Різноманіття 2019 та 2020 року було співставним. Найбільшу чисельність продемонстрував 2021 рік а біомасу – 2020. Найгірші показники екологічного стану продемонстрував 2019 рік, найкращі ж – 2021, що демонструє поступове покращення екологічного стану. Однак за весь розглянутий період спостерігається поступове зростання частки гетеротрофної динофлагелляти *N. scintillans*, що може вказувати на можливе погіршення стану у майбутньому. Найгірші показники були продемонстровані навесні та восени. Оцінка екологічного стану на гарячих точках уздовж одеського узбережжя виявила досить низкі показники екологічного стану, однак це може бути пов’язано з недостатньою охоплюваністю сезонів по спостереженням та необхідністю доповнення методики оцінки враховуючи особливості прибережних та розпріснених естуарних районів.

3 СТАН БЕНТОСНОГО УГРУПОВАННЯ

3.1 Біорізноманіття та екологічний стан макрозообентосу ПЗЧМ

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють ракоподібні (Crustacea), молюски (Mollusca) і черви (Vermes). В кількісних пробах макрозообентосу узбережжя Одеського регіону (дослідні глибини від 0,5 до 10 м) протягом 2019-2021 рр. зареєстровано 112 таксонів, що представлено на рисунку 3.1. Повний список ідентифікованих організмів та ступінь їх зустрічаємості показана в додатку (Додаток Г).

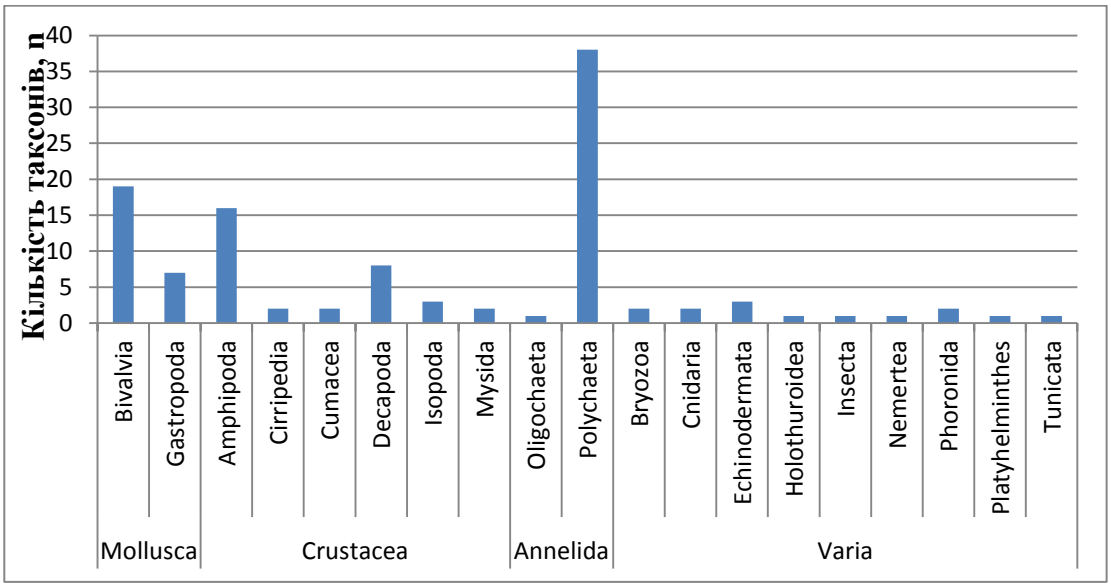


Рисунок 3.1 – Таксономічний склад макрозообентосу прибережних водних масивів у 2020 році.

Найбільше видове багатство було показано для проб зібраних під час рейсу на відносно глибоководних станціях (7-45 м) 2019 – 96, у прибережних водах цей показник був значно нижчим у всі роки спостереження та не перевищував 33. Максимальну зустрічальність мали такі види: *Alitta succinea* (Leuckart, 1847) 69.0% , *Spio filicornis* (Müller, 1776) 64.8%, *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 64.8%, *Capitella capitata* (Fabricius, 1780)

63.4%, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) 35.2% *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853 29.6%, *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818 28.2%, *Lentidium mediterraneum (O. G. Costa, 1830)* 23.9%, *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914 22.5%, та *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883 21.1%. Ці ж види найчастіше опинялися у складі домінтів та субдомінатів угруповань. 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.

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 [42–47]. 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).

За 2019-2021 відзначено 7 основних типів донних угруповань:

Угруповання *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819

Домінантою за біомасою в угрупованні були фильтратори *Mytilus galloprovincialis*, на частку яких доводилося від 80 до 95 % біомаси, при цьому їх частка за чисельністю не перевищувала 25 %. Поліхети *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Spio filicornis* (Müller, 1776). Середні показники біомаси достовірно не відрізнялися за 3 роки і зазвичай перевищували 200 г • м$^{-2}$. Найбільш високі позначення біомаси (більше 600 г • м$^{-2}$) відмічені для ФПЗ та району острова Зміїний. Достовірних змін значення індексів якості AMBI і mAMBI mAMBI не спостерігалося.

Угруповання *Lentidium mediterraneum* (O. G. Costa, 1830)

У донному угрупуванні *Lentidium mediterraneum* протягом усіх трьох років відзначалися різні субдомінанти, при цьому спостерігалася тенденція до збільшення ролі похет *Spio filicornis*, *Alitta succinea*, *Chironomus salinaruis* Kieffer, 1915, *Capitella capitata*, *Tubificoides sp.* Загалом угрупування характеризується низькими показниками біомаси 0,5-10 г • м$^{-2}$, найвищі

значення чисельності 2700 тис. екз. • $м^{-2}$ та біомаси 21 г • $м^{-2}$ відзначені у 2020 році. Для угруповання зазначаються зміні значення індексів АМБІ та МАМБІ у бік погіршення

Угруповання *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)

Доминатом по біомасі в угрупуванні були фильтратори *Chamelea gallina* на частку яких приходилося від 44 до 95% біомаси угруповання, при цьому їх частка за чисельністю не перевищувала 25%. Субдомінант формують *Alitta succinea* та *Spio filicorni*. Поліхети складали в середньому 65% чисельности. Молодь мідій *Mytilus galloprovincialis* вносила вклад в чисельність до 50 %. Чисельність угруппoвання складала від 0,6 до 2,8 тис. екз. • $м^{-2}$, а біомаса від 25 до 1200 г • $м^{-2}$. Найбільш високі значення біомаси були відмічені в 2019 поблизу Тендри та Дністровського лінаму. Для угруповання була відмічена зміна значень індексів АМБІ та МАМБІ у бік погіршення

Угруповання *Anadara inaequivalvis* (Bruguire, 1789) - Chamelea gallina

Було відзначено лише у 2019 році. Доминатами по біомасі в угрупуванні були фильтраторы *Anadara inaequivalvis* та *Chamelea gallina* на частку яких доводилося від 70 до 90% біомаси угруповання, при цьому їх частка за чисельністю варіює в межах 3-54%. При чому поліхети *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914, *Capitella capitata europaea* Wu, 1964, *Eteone* sp., *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883 складали від 51% чисельністі. AMBI – 2,7±0,1, M-AMBI - 0,6. Таким чином екологический статус угрупування макрозобентосу можна охарактеризувати як добрий.

Угруповання: Polychaeta varia

2019 року угрупування поліхет здебільшого були представлені угрупованням *Alitta succinea*, у 2020 – *Spio filicornis*, у 2021 – угрупуванням Capitella capitata-Spio filicornis, Idotea balthica-Alitta succinea- Spio filicornis,

Alitta succinea-Spio filicornis. Найбільш низькі значення біомаси угруповань поліхет були відзначені в 2021 - близько г • м$^{-2}$, в 2019-2021 біомаса становила 27-29 г • м$^{-2}$. Основні трофічні групи безхребетних в цьому угрупованні були детритофаги-збирачі.

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

У 2020-2021 рр. угруповання характеризувалось бідним різноманіттям – 3-6 видів. Чисельність становила до 0,7 тис. екз. • м$^{-2}$, а біомаса від 20 г • м$^{-2}$. Домінантою за біомасою в угрупованні були фільтратори *Cerastoderma glaucum*, на частку яких приходилося від 70 % до 99 % біомаси. Значення індексів AMBI та M-AMBI достовірно не відрізнялися у роки спостереження угрупування та характеризували його статут як не добрий.

Угруповання *Abra nitida* – polychaeta varia

Відзначено лише у 2020 році. Домінантою за біомасою та чисельністю в угрупованні була *Abra nitida*, на частку якої доводилося 35 %, решта чисельності припадала на кільчастих червів *Alitta succinea, Capitella capitata, Polydora limicola, Spio filicornis, Tubificoides sp* та ракоподібних *Paramysis kroyeri,* Чисельність становила до 0,7 тис. екз. • м$^{-2}$, а біомаса від 2,7 г • м$^{-2}$. Індекс AMBI – 3,68, індекс M-AMBI - 0,60. Таким чином, екологічний статус угруповання макрозобентосу можна охарактеризувати як «не добрий».

Оцінку екологічного стану різних акваторій за кількісними показниками маккрозообентосу можна побачити у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Індекси екологічного стану прибережних екосистем північного заходу Чорного моря у 2019-2021 рр.

Станція	Рік	AMBI	Індекс Шеннону	Кількість видів	M-AMBI	Екологічний стан
пляж Аркадія 06 19	2019	1,75	1,7925	4	0,52325	Середній
пл. Аркадія 10 19	2019	2,3077	1,8262	4	0,48954	Середній

Станція	Рік	AMBI	Індекс Шеннону	Кількість видів	M-AMBI	Екологічний стан
Д,Ковалевського 10 19	2019	2,1818	2,2313	5	0,5539	Середній
пляж Дельфін 06 19	2019	2,1	1,9192	6	0,54456	Середній
пл. Дельфін 10 19	2019	2,8	1,4716	4	0,42185	Середній
с. Коблево 10 19	2019	2,8636	2,1181	5	0,49745	Середній
пляж Лузанівка 10 19	2019	2,4375	1,9056	4	0,48876	Середній
м. М,Фонтан 06 19	2019	2,6842	2,6948	8	0,61435	Добрій
м. М,Фонтан 10 19	2019	2,7	2,4056	7	0,56874	Середній
п. Южний (море) 10 19	2019	3,5	1,8962	5	0,43329	Середній
порт Одеса 10 19	2019	2,7316	2,3205	12	0,63836	Добрій
ПСК (порт Южний,лиман) 10 19	2019	2,8966	2,9419	10	0,65668	Добрій
пляж Чкалова 06 19	2019	2,6667	1,8911	4	0,4721	Середній
пл. Чкалова 10 19	2019	3	1,7899	4	0,43998	Середній
NPMS-19-11	2019	2,608	2,522	17	0,56417	Добрій
NPMS-19-12	2019	2,887	2,437	15	0,53891	Середній
NPMS-19-13	2019	2,331	2,799	27	0,62831	Добрій
NPMS-19-14	2019	2,897	2,36	22	0,53037	Середній
NPMS-19-15	2019	0,894	2,634	34	0,73968	Добрій
NPMS-19-16	2019	2,661	2,954	33	0,64426	Добрій
NPMS-19-17	2019	2,803	2,808	26	0,59648	Добрій
NPMS-19-18	2019	2,591	3,036	36	0,67591	Добрій
NPMS-19-19	2019	2,996	1,006	31	0,40191	Середній
NPMS-19-20	2019	2,336	1,452	23	0,45261	Середній
пл. Аркадія 06 20	2020	3,4435	2,2932	10	0,55634	Середній
пл. Аркадія 10 20	2020	3,6818	2,5319	7	0,51599	Середній
Д. Ковалевського 06 20	2020	3,3	2,966	9	0,61624	Добрій
Д. Ковалевського 10 20	2020	3	2,18	6	0,51053	Середній
пл. Дельфін 06 20	2020	4,4559	2,678	11	0,54311	Середній
пл. Дельфін 10 20	2020	4,7222	2,3643	7	0,43036	Середній
пл. Затока 10 20	2020	4,2273	2,3678	6	0,44755	Середній
с. Коблево 10 20	2020	2,2778	1,7945	6	0,52044	Середній
пл. Лузанівка 10 20	2020	2,777	2,3198	10	0,60323	Середній
м. М,Фонтан 06 20	2020	3,0583	3,4158	16	0,78886	Добрій
м. М,Фонтан 10 20	2020	4,2237	2,4945	8	0,49235	Середній
п. Южний (море) 10 20	2020	2,4348	2,9714	12	0,72231	Добрій
п. Одеса 10 20	2020	2,5809	2,5001	11	0,65007	Добрій
пл. Чкалова 06 20	2020	2,5972	3,2143	13	0,75152	Добрій
пл. Чкалова 10 20	2020	3,1193	3,0685	12	0,68643	Добрій
пл. Аркадія 06 21	2021	3,1875	1,9528	5	0,45963	Середній
пл. Аркадія 10 21	2021	3,6	0,72193	2	0,26268	Поганий
Д. Ковалевського 06 21	2021	3,1875	2,43	6	0,52275	Середній
Д. Ковалевського 10 21	2021	3,8571	1,3788	3	0,32646	Поганий
пл. Дельфін 06 21	2021	3,15	2,7438	8	0,58825	Середній
пл. Дельфін 10 21	2021	4,2857	1,3788	3	0,29799	Поганий
пл. Затока 06 21	2021	3,6176	2,1895	5	0,45442	Середній
пл. Затока 10 21	2021	3,6	1,371	3	0,34276	Поганий

Станція	Рік	AMBI	Індекс Шеннону	Кількість видів	M-AMBI	Екологічний стан
с. Коблево 06 21	2021	3	2,6516	9	0,60514	Середній
с. Коблево 10 21	2021	4	1,8879	4	0,38324	Поганий
пл. Лузанівка 06 21	2021	2,5862	2,6294	7	0,59838	Середній
пл. Лузанівка 10 21	2021	2,7273	1,2407	3	0,38786	Поганий
м. М,Фонтан 06 21	2021	2,9545	2,8008	9	0,62288	Добрій
м. М,Фонтан 10 21	2021	3,6667	1,6577	4	0,38266	Поганий
п. Южний (море) 06 21	2021	2,8256	2,717	8	0,60715	Середній
п. Южний (море) 10 21	2021	2,8929	2,182	5	0,50181	Середній
п. Одеса 06 21	2021	2,5976	2,3268	9	0,59982	Середній
п. Одеса 10 21	2021	2,5875	2,0264	6	0,52276	Середній
пл. Чкалова 06 21	2021	3,3281	2,7724	9	0,59527	Середній
пл. Чкалова 10 21	2021	3,15	1,961	5	0,46292	Середній

У 2021 році спостерігалася зміна співвідношень числа станцій з ДЕС/не-ДЕС (Таблиця 3.3.), таким чином що лише 5% мало добрий еколочиній стан, тоді як раніше близько 40%. Слід відмінити, що це співвідношення сильно коливається рік у рік. Так наприклад, у 2014 воно становило 20%/80%, а 2015 навпаки 88%/13%. Ці показники у тому числі пов'язані з температурним режимом моря та умовами осідання молоді двостулкових молюсків.

Таблиця 3.3. – Частка станцій з різним екологічним станом.

Рік	ДЄС	не-ДЄС
2019 (загально)	42%	58%
2020	40%	60%
2021	5%	95%

Для прибережних угрупувань (Рис. 3.2.; Рис 3.3.) спостерігали зниження різноманіття угрупувань та зменьшення індексів Шеннону та мАМБІ, та збільшення значень АМБІ, що говорить про можливо тенденції погіршення еколологічного стану акваторії на території Одеського регіону.

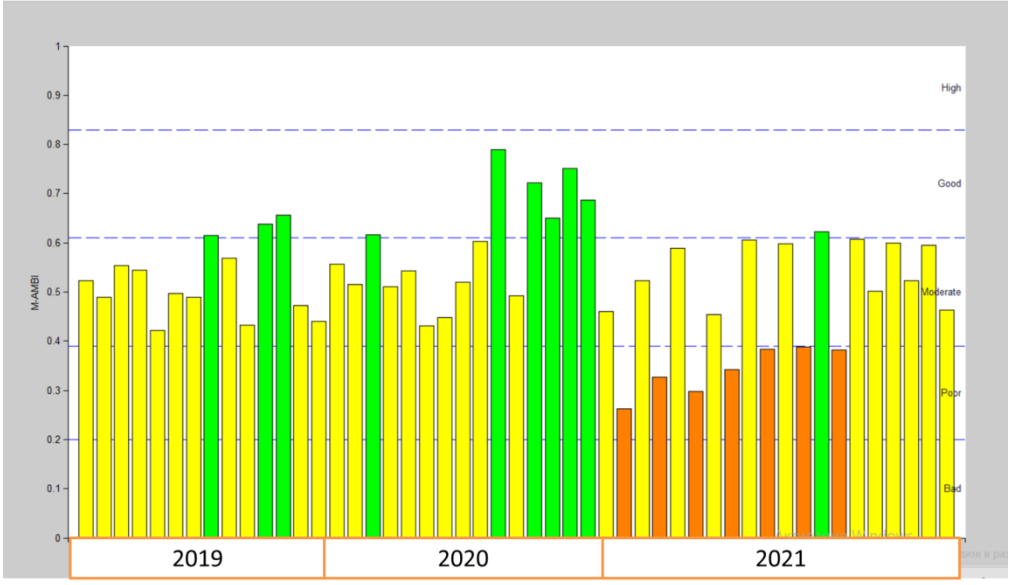
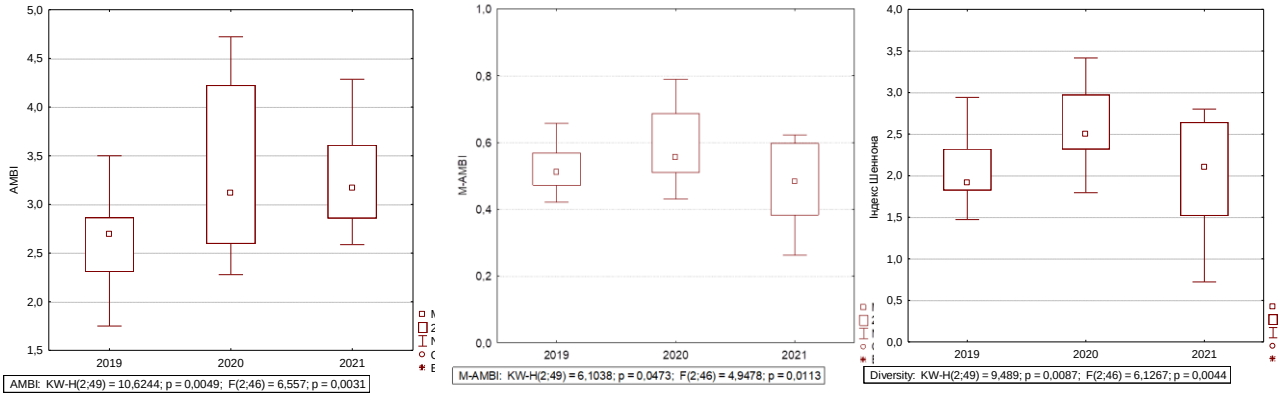


Рисунок 3.2. – Значення індексів м-АМБІ для прибережних екосистем північного заходу Чорного моря у 2019-2021 рр.



А Б В

Рисунок 3.3. – Порівняння усереднених характеристик індексів AMBI (А), mAMBI (Б) та Шеннону для прибережних екосистем північного заходу Чорного моря у 2019-2021 рр.

В цілому, донні угрупування прибережної зони ПЗЧМ є достатньо дінамічними у порівнянні з угрупуваннями більш глибоководної шельфової зони. З одного боку це обумовлено динамікою сустрату прибою, з іншого – антропогенним навантаженням та концентрацією органічних речовин у воді та донних відкладеннях. Значення інтегральних показників якості середовища AMBI та M-AMBI достовірно не відрізнялося у 2019-2020 рр.,

проте мало нижчі середні значення у 2021. Через обмежену кількість спостережень говорити про загальний тренд на погіршення на даний момент передчасно.

3.2 Біорізноманіття та кількісні показники макрофітобентосу ПЗЧМ за період 2019-2021 рр.

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 у межах ОМР було виявлено 42 види: 40 бентосних водоростей та 2 види морських трав, що входять до 4 відділів: Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta та Tracheophyta (таблиця 3.4., рисунок 3.4.). Таке незначне біорізноманіття пояснюється перш за все літньо-осіннім відбором проб і як наслідок, відсутністю сезонно зимових та весняних видів.

Таблиця 3.4 – Видовий склад водоростей-макрофітів на станціях моніторингу за період 2019-2021рр.

№ №	Біорізноманіття	2019		2020		2021	
		л	о	л	о	л	о
	Chlorophyta						
1.	*Bryopsis plumosa* (Hudson) C.Agardh,1823	+					
2.	*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing, 1849	+	+	+	+	+	+
3.	*Chaetomorpha linum* (O.F.Müller) Kützing, 1845				+		
4.	*Cladophora albida* (Nees) Kutzing, 1843	+	+	+	+	+	+
5.	*Cl. laetevirens* (Dillwyn) Kützing, 1843	+				+	+
6.	*Cl. sericea* (Hudson) Kützing, 1843			+	+		
7.	*Cladophora vadorum* (Areschoug) Kützing, 1849	+	+			+	+
8.	*Cl. vagabunda* (Linnaeus) Hoek, 1963		+	+	+		+
9.	*Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret, 1863		+	+			
10.	*Urospora penicilliformis* (Roth) Areschoug, 1866				+		
11.	*Blidingia minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin, 1947			+			
12.	*Ulva compressa* Linnaeus, 1753	+	+	+	+	+	+
13.	*Ulva flexuosa* Wulfen, 1803	+	+	+	+	+	+
14.	*U. intestinalis* Linnaeus, 1753	+	+	+	+	+	+
15.	*U. linza* Linnaeus, 1753			+			
16.	*Ulvella leptochaete* (Huber) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor, 2013			+	+	+	
	Ochrophyta						
17.	*Myriactula rivulariae* (Suhr ex Areschoug) Feldmann, 1937			+		+	
18.	*Punctaria latifolia* Greville, 1830		+	+		+	
19.	*Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye, 1819						+
	Rhodophyta						
20.	*Bangia atropurpurea* (Mertens ex Roth) C.Agardh, 1824				+		
21.	*Pyropia leucosticta* (Thuret) Neefus & J.Brodie, 2011		+	+			
22.	*Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M.Drew, 1956		+		+		

Продовження таблиці 3.4.

№ №	Біорізноманіття	2019		2020		2021	
		л	о	л	о	л	о
23.	*Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) Penrose & .M.Chamberlain, 1993				+		
24.	*Acrochaetium secundatum* (Lyngbye) Nägeli, 1858	+	+	+	+	+	+
25.	*Acrochaetium parvulum* (Kylin) Hoyt, 1920			+	+		
26.	*Colaconema savianum* (Meneghini) R.Nielsen, 1994		+				
27.	*Rhodochorton purpureum* (Lightfoot) Rosenvinge, 1900		+			+	
28.	*Grania efflorescens* (J.Agardh) Kylin, 1944				+		
29.	*Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngbye, 1819				+		
30.	*Antithamnion cruciatum* (C.Agardh) Nägeli, 1847				+		
31.	*Ceramium arborescens* J.Agardh, 1894				+		
32.	*Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth, 1806			+	+	+	
33.	*Ceramium siliquosum* var. *elegans* (Roth) G.Furnari, 1999	+	+	+	+	+	+
34.	*Ceramium virgatum* Roth, 1797		+	+	+	+	+
35.	*Chondria capillaris* (Hudson) M.J.Wynne, 1991			+			
36.	*Polysiphonia sanguinea* (C.Agardh) Zanardini, 1840	+		+		+	+
37.	*Carradoriella denudata* (Dillwyn) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019			+		+	
38.	*Carradoriella elongata* (Hudson) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019		+	+			+
39.	*Peyssonnelia dubyi* P.Crouan & H.Crouan, 1844				+		+
40.	*Sahlingia subintegra* (Rosenvinge) Kornmann, 1989				+	+	
	Tracheophyta						
41	*Zostera noltei* Hornemann, 1832		+		+		+
42	*Zostera* subg. *Zostera marina* Linnaeus, 1753		+		+		+
Примітка 1. Чутливі види макрофітів, що мають S/Wp < $м^2 \cdot кг^{-1}$ залито світло-сірим кольором.							

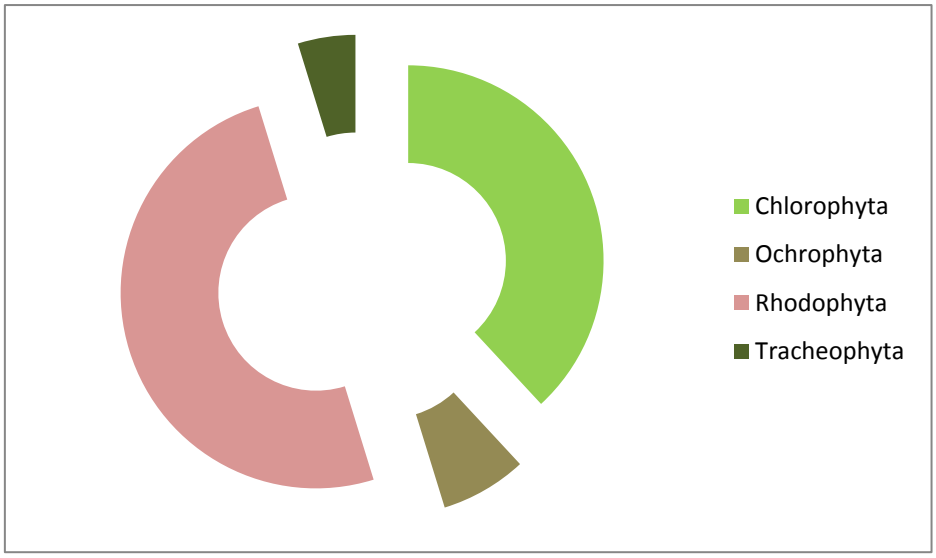


Рисунок 3.4. – Біорізноманіття макрофітобентосу у районах дослідження.

3.3. Оцінка стану навколишнього морського середовища досліджуваних районів за морфофункціональними показниками макрофітобентосу

Згідно документу підготовленому в рамках проекту ЄС/ПРООН: [49] пропонується розглянути можливості чотирьох морфофункціональних індикаторів макрофітів, які можна було б запропонувати для вираження індексів екологічної оцінки (EEI) при оцінці екологічного стану прибережних екосистем на основі стану фітобентосу. Для оцінки екологічного стану акваторій за двома категоріями стану Добрий екологічний стан (ДЕС, ангійською GES – Good environmental status) та Не-ДЕС (англійською NotGES) вибрано три типи морфофункціональних індикаторів макрофітів для яких визначено порогові значення: екологічна активність трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$, середня екологічна активність видів $(S/W)_x$ та відсоток чутливих видів (S_{sp}), % (для яких S/W_p = 5-25 $м^2$ $кг^{-1}$) (Таблиця 3.5.; 3.6.).

Таблиця 3.5. – Значення категорій ДЕС / Не-ДЕС згідно екологічній активності трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$ $м^2 \cdot кг^{-1}$.

№	Субрегіон	Водні тіла	Морфофункціональний індикатор S/W_{3Dp}, $м^2 \cdot кг^{-1}$			Порогове значення, $(S/W)_{3Dp}$ $м^2 \cdot кг^{-1}$	
			Максимальне	Мінімальне	Середнє	GES	Not GES
1	Кримське узбережжя Чорного моря (C10)	CW12, CW13, CW14, CW15, CW16, CW17, CW18, CW19, CW20, CW21, CW22	58,3	6,5	18,7	≤22	>22
2	Північно-західні затоки Чорного моря (C9)	CW8, CW9, CW10, CW11	71,8	8,0	20,7	≤27	>27
3	Кримсько-Азовське узбережжя (C8)	CW23, CW24, CW25	86,1	9,7	21,2	≤35	>35
4	Глибоководний шельф (Sh6)	Філофорне поле Зернова (глибини 25-55 м)	98,3	22,9	39,6	≤44	>44
5	Узбережжя острова Зміїний (C7)	CW1	75,3	19	41,1	≤47	>47
6	Азовське Північне узбережжя (C5)	CW27, CW28, CW29, CW30, CW31, CW32	169	18,2	43,4	≤50	>50
7	Мілководний шельф (Sh4)	Офшорний шельф (глибини 15-24 м)	122	25,1	56,4	≤62	>62
8	Прибережні води Дунайсько-Дніпровського межиріччя (C3)	CW2, CW3, CW4, CW5, CW6, CW7	255	26,7	59,2	≤68	>68
9	Затока Сиваш (C2)	CW26	174	25,9	65,7	≤74	>74
10	Дунайська Авандельта (T1)	Транзитні води	449	62	229	≤240	>240

Таблиця 3.6. – Значення категорій ДЕС / Не-ДЕС згідно середній екологічній активності видів $(S/W)_x$ $м^2 \cdot кг^{-1}$.

№	Субрегіон	Водні тіла	Морфофункціональний індикатор S/W_x, $м^2 \cdot кг^{-1}$			Порогове значення $(S/W)_x$ $м^2 \cdot кг^{-1}$	
			Максимальне	Мінімальне	Середнє	GES	Not GES
1	Кримське узбережжя Чорного моря (C10)	CW12, CW13, CW14, CW15, CW16, CW17, CW18, CW19, CW20, CW21, CW22	102,6	9,8	62,4	≤65	>65
2	Північно-західні затоки Чорного моря (C9)	CW8, CW9, CW10, CW11	108,5	8,2	67,5	≤72	>72
3	Кримсько-Азовське узбережжя (C8)	CW23, CW24, CW25	150,8	14,5	70,5	≤77	>77
4	Глибоководний шельф (Sh6)	Філофорне поле Зернова (глибини 25-55 м)	230,9	24,9	106,3	≤110	>110
5	Узбережжя острова Зміїний (C7)	CW1	135,7	25,7	70,9	≤77	>77
6	Азовське Північне узбережжя (C5)	CW27, CW28, CW29, CW30, CW31, CW32	220	27	63,5	≤75	>75
7	Мілководний шельф (Sh4)	Офшорний шельф (глибини 15-24 м)	140,9	53,2	100	≤110	>110
8	Прибережні води Дунайсько-Дніпровського межиріччя (C3)	CW2, CW3, CW4, CW5, CW6, CW7	309,5	34,5	112,0	≤120	>120
9	Затока Сиваш (C2)	CW26	233	40	96,0	≤105	>105
10	Дунайська Авандельта (T1)	Транзитні води	601	118	328	≤350	>350

Як найбільш універсальний і простий у використанні на практиці, слід рекомендувати індикатор «чутливі види» (S_{sp}), % (Таблиця 3.7.) [49].

Таблиця 3.7. – Значення категорій ДЕС / Не-ДЕС згідно відсотку чутливих видів (S_{sp}), %.

№	Субрегіон	Водні тіла	Морфофункціональний індикатор (S_{sp}), %			Порогове значення (S_{sp}), %	
			Максимальне	Мінімальне	Середнє	GES	Not GES
1	Кримське узбережжя Чорного моря (C10)	CW12, CW13, CW14, CW15, CW16, CW17, CW18, CW19, CW20, CW21, CW22	100	10	55	>58	≤58
2	Північно-західні затоки Чорного моря (C9)	CW8, CW9, CW10, CW11	100	11	53	>55	≤55
3	Кримсько-Азовське узбережжя (C8)	CW23, CW24, CW25	100	10	48	>51	≤51
4	Глибоководний шельф (Sh6)	Філофорне поле Зернова (глибини 25-55 м)	67	25	46	>53	≤53
5	Узбережжя острова Зміїний (C7)	CW1	65	10	36	>40	≤40
6	Азовське Північне узбережжя (C5)	CW27, CW28, CW29, CW30, CW31, CW32	60	10	21	>35	≤35
7	Мілководний шельф (Sh4)	Офшорний шельф (глибини 15-24 м)	30	10	19	>25	≤25
8	Прибережні води Дунайсько-Дніпровського межиріччя (C3)	CW2, CW3, CW4, CW5, CW6, CW7	42,8	0	9	>12	≤12
9	Затока Сиваш (C2)	CW26	40	0	8	>10	≤10
10	Дунайська Авандельта (T1)	Транзитні води	0	0	0	-	-

Оцінку екологічного стану досліджуваний акваторій за показником екологічної активності трьох домінантів можна побачити у таблиці 3.8. Усі райони відповідають ДЕС, незначні коливання пов'язані з сезонним розвитком домінуючих видів з високим коефіцієнтом $(S/W)_{3Dp}$.

Таблиця 3.8. – Значення категорій ДЕС / Не-ДЕС згідно екологічній активності трьох домінантів $(S/W)_{3Dp}$ $м^2 \cdot кг^{-1}$ по роках.

№	Національний код	Код станції моніторингу	Назва пункту моніторингу	2019		2020		2021	
				Л	О	Л	О	Л	О
1	Дніпровський регіон	CW7_2	Порт "Южний"		50.76		57.33	38.83	59.13
2	Одеська затока	CW6_3	Пляж "Лузанівка"		63.03			55.3	56.7
		CW5_5	Пляж "Дельфін"	44.23	59.13	56.47	44.77	62.6	39.37
		CW5_6	сан. ім. "Чкалова"	32.17	36.7	46.93	32.03	53.73	37.27
		CW5_7	Мис Малий Фонтан	36.17	37.27	57.33	37.97	53.73	32.17
		CW5_8	Пляж "Аркадія"	57.73	39.37	44.77	29.73	52.29	43.70
3	Дністровський регіон	CW5_9	Дача "Ковалевського"		39.37	57.33	49.1	32.17	
		CW4_11	"Затока"				61.23	61.96	

Оцінку екологічного стану досліджуваний акваторій за показником середньої екологічної активності видів макрофітів у різні роки можна побачити у таблиці 3.9. За цим показником усі райони відповідають ДЕС.

Таблиця 3.9. – Значення категорій ДЕС / Не-ДЕС згідно середній екологічній активності видів $(S/W)_x$ по роках.

№	Національний код	Код станції моніторингу	Назва пункту моніторингу	2019		2020		2021	
				Л	О	Л	О	Л	О
1	Дніпровський регіон	CW7_2	Порт "Южний"		58.03		50.80	45.64	58.18
2	Одеська затока	CW6_3	Пляж "Лузанівка"		53.77			50.81	46.55
		CW5_5	Пляж "Дельфін"	50.99	52.88	50.40	46.62	51.01	49.43
		CW5_6	сан. ім. "Чкалова"	44.2	41.04	50.56	42.6	54.42	49.07
		CW5_7	Мис Малий Фонтан	45.23	54.64	49.31	45.57	49.44	38.70
		CW5_8	Пляж "Аркадія"	52.38	45.16	47.83	41.92	52.50	65.13
3	Дністровський регіон	CW5_9	Дача "Ковалевського"		42.62	48.83	42.58	45.58	
		CW4_11	"Затока"				54.68	58.06	

Результати оцінки екологічного стану досліджуваних акваторій за показником відсотка чутливих видів макрофітів можна побачити у таблиці 3.10. В цілому, за цим показником акваторії продемонстрували низькі показники, не підпадаючі під критерії ДЕС. Винятком є тільки порт «Южний» (CW7), де восени 2020 року були продемонстровані показники, підпадаючі під ДЕС (16,67%), за рахунок знахідок *Chaetomorpha linum*, однак у всі інші роки та сезони спостережень ця точка відбору продемонструвала мінімальні значення цього показнику (0%).

Таблиця 3.10. – Значення категорій GES/NotGES згідно відсотку чутливих видів по роках.

№	Національний код	Код станції моніторингу	Назва пункту моніторингу	2019		2020		2021	
				Л	О	Л	О	Л	О
1	Дніпровський регіон	CW7_2	Порт "Южний"		0		16.67	0	0
2	Одеська затока	CW6_3	Пляж "Лузанівка"		0			0	0
		CW5_5	Пляж "Дельфін"	0	0	0	0	0	8
		CW5_6	сан. ім. "Чкалова"	0	11.11	0	0	0	0
		CW5_7	Мис Малий Фонтан	0	0	0	0	8.33	0
		CW5_8	Пляж "Аркадія"	0	0	7.69	0	0	0
3	Дністровський регіон	CW5_9	Дача "Ковалевського"		11.11	0	0	0	
		CW4_11	"Затока"				0	0	

Після отримання масиву даних за результатами державного моніторингу, рекомендується повернутися до аналізу чутливості різних показників макрофітобентосу та запропонувати один оптимальний індикатор для визначення ДЕС або НеДЕС українських морських екосистем [49].

3.4 Біорізноманіття та кількісні показники мікрофітобентосу ПЗЧМ

Впродовж 2019-2021 років в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій) та пухких (пісок, мул) субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено від 158 до 204 видів водоростей – представників 8 відділів (рис. 3.5.).

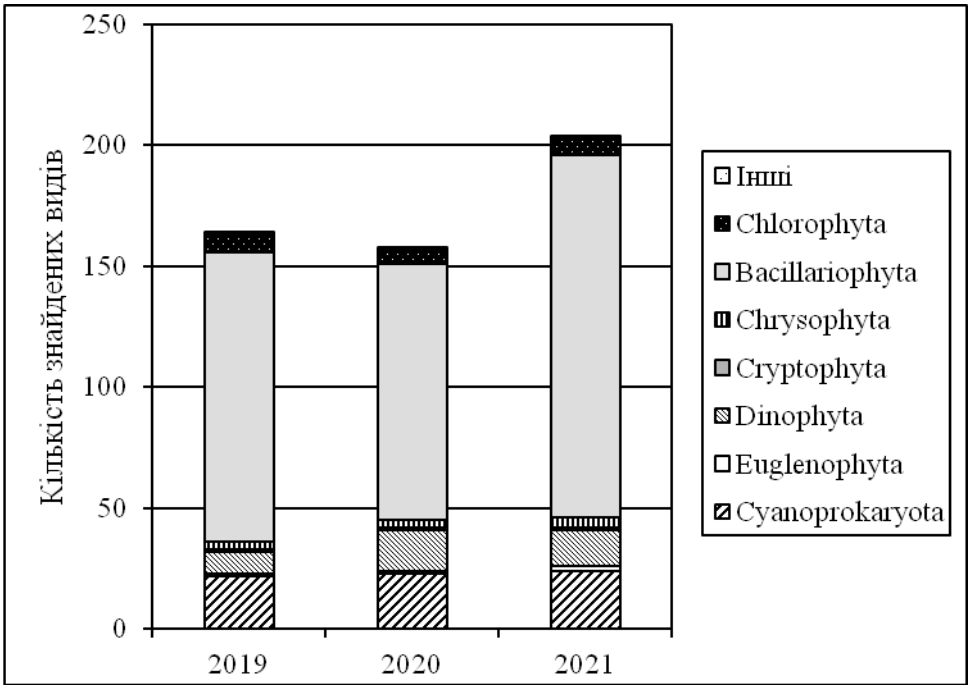


Рисунок 3.5. – Таксономічний склад мікрофітобентосу прибережжя ПЗЧМ 2019-2021 роках.

Переважали діатомеї, які нараховували 106-150, або 67,1-73,5 % від загальної кількості знайдених видів. Найширше були представлені види родів *Nitzschia, Navicula, Licmophora, Cocconeis, Amphora* і *Halamphora*. Часто зустрічалися й ціанопрокаріоти (22-24 види, або 11,8-14,6 %), в основному, родів *Lyngbya, Phormidium* та *Merismopedia*. Поодиноко траплялися потенційно токсичні *Aphanizomenon flosaquae* та *Dolichospermum flosaquae*. Менше було дінофітових (5,5-10,8 %) та зелених (3,4-4,3 %) водоростей. Кількість видів дінофітових водоростей у 2020 році зросла майже вдвічі порівняно з 2019 (здебільшого, за рахунок потенційно токсичних

Lingulodinium polyedra, *Prorocentrum cordatum*, *Prorocentrum micans*), а у 2021 – трохи зменшилась. Зелені водорості, зокрема *Monoraphidium arcuatum* і *Desmodesmus communis*, частіше зустрічалися в зонах впливу річкових та лиманних вод. Поодиноко траплялися евгленові водорості *Eutreptia lanovii* та *Lepocinclis acus*, криптофітова *Hillea fusiformis* та джгутикова *Flagellata sp*. (від 0,5 % до 1,0 %).

Найчастіше зустрічалися ціанопрокаріоти *Leptolyngbya fragilis*, *Lyngbya confervoides*, *Microcystis sp*., золотиста водорість *Emiliania huxleyi*, діатомеї *Cocconeis costata*, *Navicula ramosissima*, *Achnanthes brevipes*, *Ceratoneis closterium*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Tabularia fasciculata*. Майже в усіх досліджених акваторіях були знайдені і види роду *Diatoma*.

У мікрофітобентосі прибережжя ПЗЧМ протягом 2019-2021 років домінували полі- та мезогалобні і β-мезосапробні діатомеї. Олігогалоби (галофіли та індиференти) були ширше представлені в акваторіях, що зазнають впливу вод Дністровського та Дніпро-Бузького лиманів (пляжі Затоки та Коблево), а також санаторних та дренажних стоків (прибережжя сан. ім. Чкалова та пляж «Дельфін».)

Кількість сапробіонтів, які є показниками органічного забруднення води, варіювала від 72 до 96 у 2020 та 2021 роках, відповідно. Більшість становили β-мезосапроби (51-68 видів, або 70,8-72,3 % від загальної кількості знайдених індикаторних видів). Найбільш масовими з них були діатомеї: *Achnanthes brevipes* і види роду *Diatoma*. Часто зустрічалися й α-мезосапроби – 13-15 видів (15,6-18,1 %). Найчисленнішими серед них були *Melosira moniliformis* і *T. fasciculata*. Сапробіонти були найширше представлені в найбільш антропогенно навантажених ділянках моря, зокрема у прибережжі санаторію ім. Чкалова та на пляжі «Дельфін». До β-α-мезосапробів належали ціанопрокаріоти *Merismopedia glauca*, *M. tenuissima* та діатомеї *Craticula cuspidata* і *Cyclotella meneghiniana*. Індикаторами слабкого органічного забруднення були χ-β-мезосапробна дінофлагеллята *Gymnodinium lacustre*, олігосапробні ціанопрокаріоти *Chroococcus minutus*, *Ch. turgidus* і діатомея

Plagiotropis lepidoptera, о-β-мезосапробні золотиста водорість *Chrysamoeba radians* і діатомові *Navicula radiosa*, *Synedra pulchella*; β-о-мезосапробні ціанопрокаріоти *L. fragilis* і *Merismopedia elegans*.

Влітку 2019 року кількість видів бентосних мікрофітів на твердих субстратах у водному масиві CW5 становила 23-44, а на піску їх було всього 20. Ще більше їх було у CW4, на пляжі смт Затока (51 вид). Загальна чисельність мікроводоростей коливалася від 279,85 млн. кл. • м$^{-2}$ на стулках мідій в акваторії біля мису Малий Фонтан до 7434,70 млн. кл. • м$^{-2}$ на бетоні з пляжу «Дельфін» (рис. 3.6.).

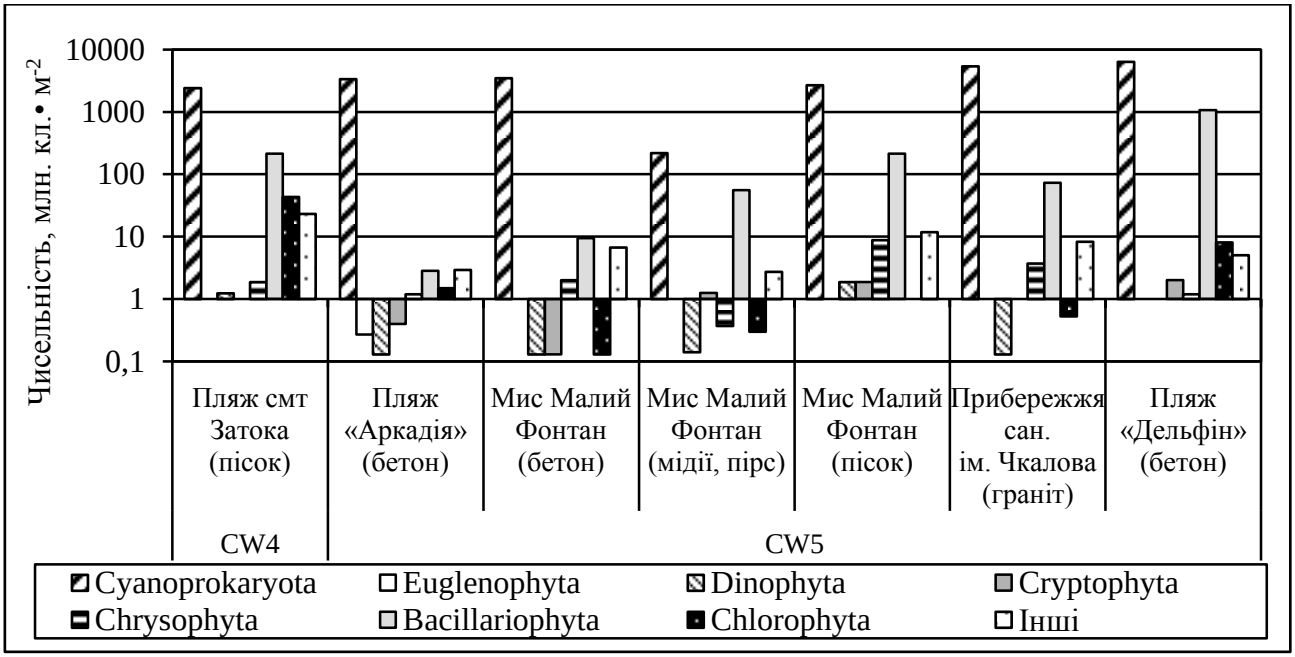
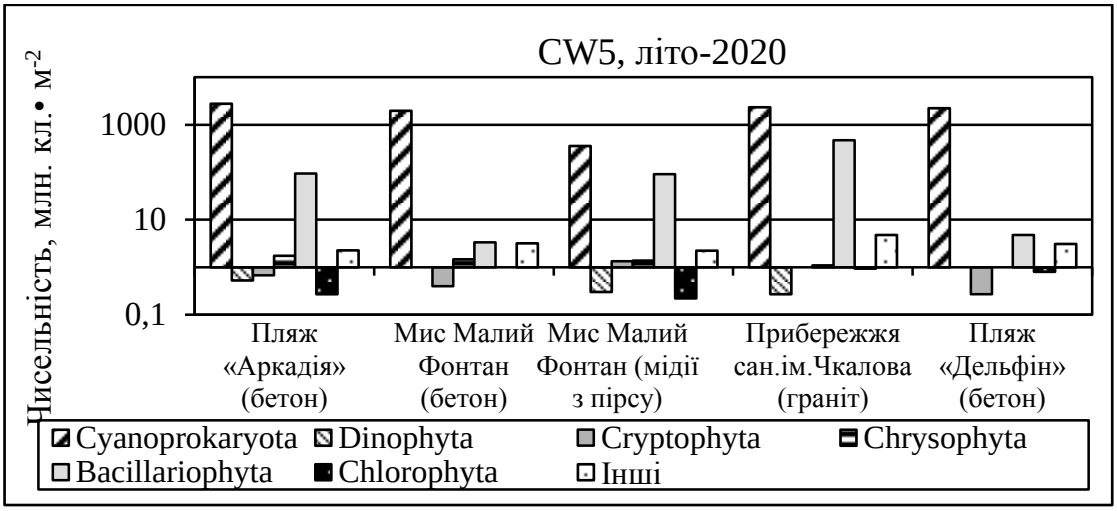


Рисунок 3.6. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих та пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2019 року.

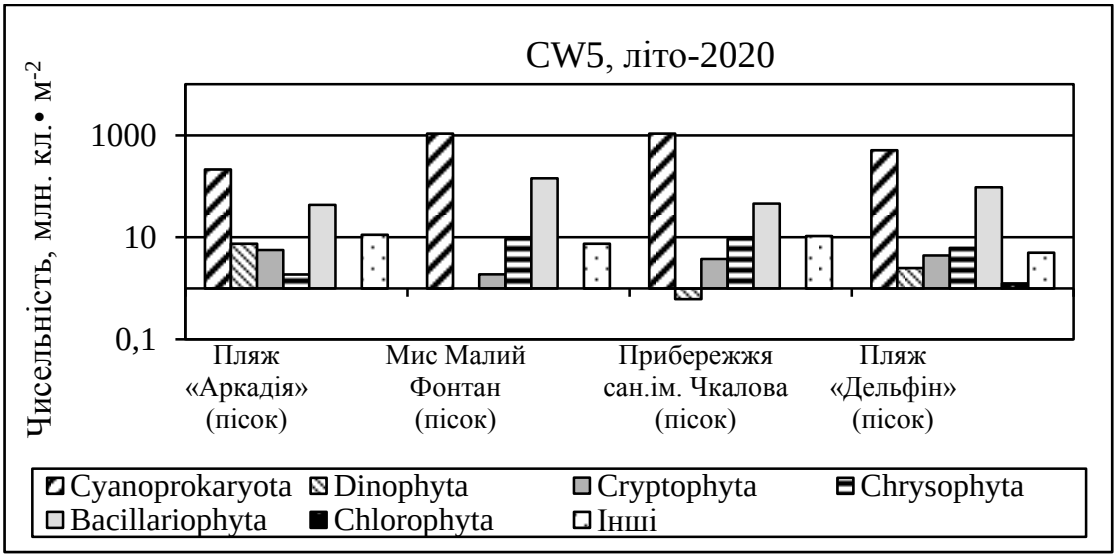
На піску з пляжу смт Затока та прибережної смуги поблизу мису Малий Фонтан їхня чисельність розрізнялася незначно – 2696,05 та 2938,90 млн.кл. • м$^{-2}$, відповідно. На твердих субстратах найчисленнішими були ціанопрокаріоти *L. fragilis*, *L. confervoides*, *Calothrix scopulorum*, а на пухких – *Microcystis sp*. Діатомеї, зокрема *A. brevipes*, переважали на бетоні з пляжу

«Дельфін». Тут інтенсивно розвивалися зелені водорості, але ще більше їх було на пляжі смт Затока.

Улітку 2020 року у CW5 на твердих субстратах було знайдено 16-47 видів мікрофітів, а на пухких – 17-31. Чисельність їх становила 452,72-2876,17 млн. кл. • м$^{-2}$ (рис. 3.7. (а)) та 284,78-1243,69 млн. кл. кл. • м$^{-2}$ (рис. 3.7. (б)). Домінували ціанопрокаріоти *Gloeocapsopsis crepidium, L. fragilis, L. confervoides, C. scopulorum*. Діатомеї *A. brevipes* і *Navicula ramosissima* найчастіше зустрічалися на граніті у прибережжі сан. ім. Чкалова та на піску з пляжу «Дельфін».



а)



б)

Рисунок 3.7. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих (а) та пухких (б) субстратів ПЗЧМ влітку 2020 року.

На пухких субстратах у CW5 мікрофітів було в 1,6-2,3 рази менше, ніж на твердих. Чисельність мікрофітобентосу на твердих субстратах у CW5 влітку скоротилась у 2,6, а на пухких – у 2,4 рази порівняно з 2019 роком (рис. 3.6; 3.7. (а)). Улітку 2021 року на твердих субстратах у CW4 було знайдено 33-35 видів мікрофітів, у CW5 – 15-57, у CW6 – 32-54, а у CW7 – 28-54. У CW4 їх було 4914,41-6293,81 млн. кл. • м$^{-2}$, у CW5 – 313,50-7487,04, у CW6 – 195,54-7084,43, а у CW7 – 1704,84-6821,00 млн. кл. • м$^{-2}$ (рис. 3.8.) за рахунок ціанопрокаріот (зокрема, на пляжі «Аркадія»), а біля с. Коблево – і діатомеї *T. fasciculata*.

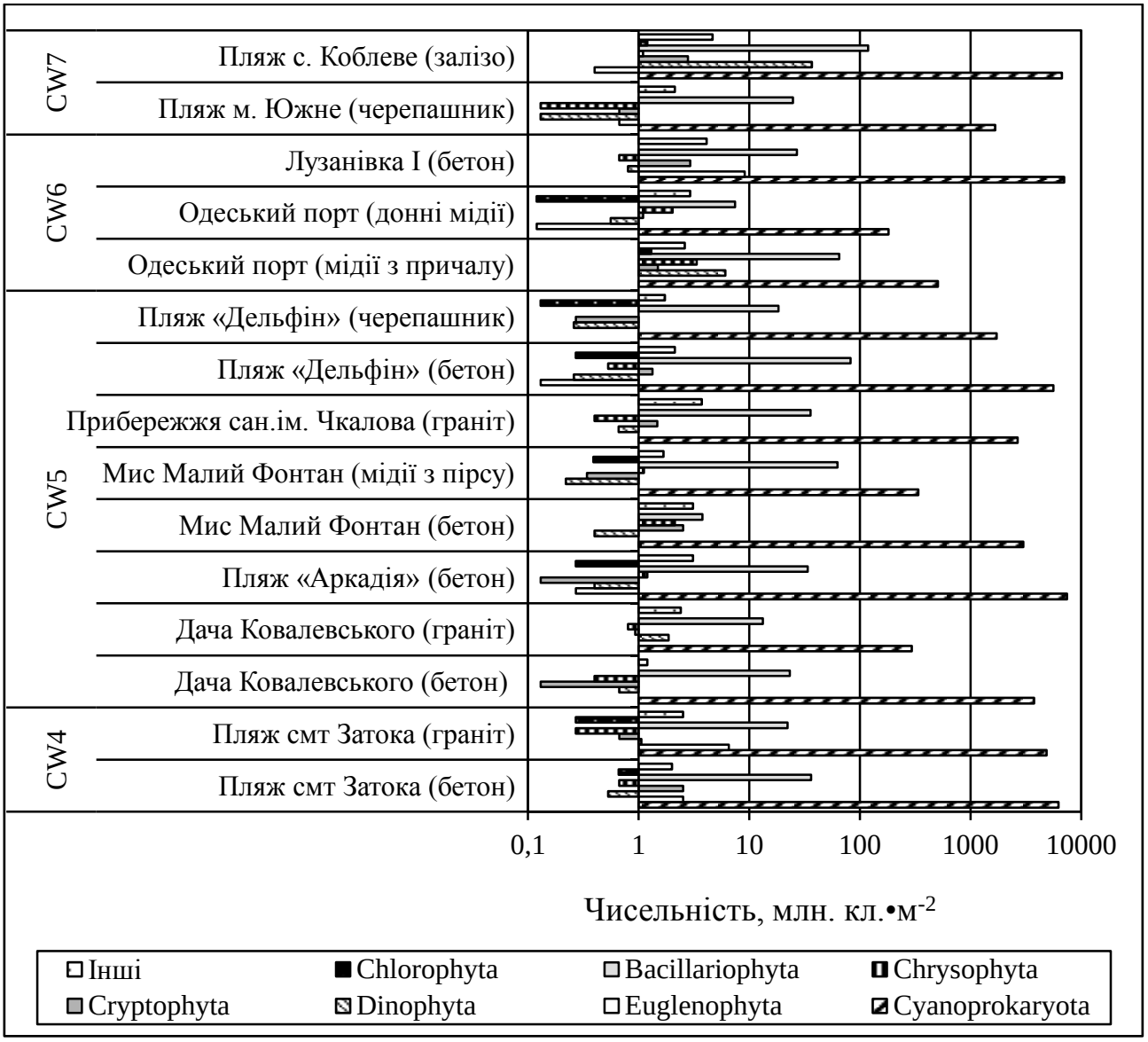


Рисунок 3.8. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ влітку 2021 року.

На піску в цей період у CW4 було зареєстровано 44 види мікрофітів, у CW5 їх було 16-48, у CW6 – 25-29, а у CW7 – 20-34. Мінімальна чисельність була у Лузанівці II (CW6) – 1293,19, а максимальна – біля Дачі Ковалевського (CW5) – 3452,85 млн. кл. • м$^{-2}$ (рис. 3.9.). Переважали ціанопрокаріоти, тоді як діатомеї *M. moniliformis* були найчисленнішими у прибережжі сан. ім. Чкалова.

Рисунок 3.9. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу піщаних субстратів водних масивів ПЗЧМ влітку 2021 року.

На пляжі смт Затока, що знаходиться під впливом вод Дністровського лиману, численними були також прісноводні зелені водорості, зокрема *Pediastrum boryanum, D. communis, Acutodesmus acuminatus*.

В літній період 2021 року, порівняно з 2020, суттєво зросли кількісні та систематичні показники розвитку донних мікрофітів. На бетоні з пляжів «Аркадія» та «Дельфін» їхня чисельність зросла в 2,2 та 2,6, а біля мису Малий Фонтан – в 1,5 рази. На піску з пляжу «Аркадія» чисельність мікроводоростей збільшилась в 5,4, у прибережжі санаторію ім. Чкалова – в 2,5, на пляжі «Дельфін» – в 3,3 рази, коло мису Малий Фонтан – майже не змінилась.

Чисельність мікрофітів на твердих субстратах влітку 2021 року була вищою, ніж на пухких, переважно, за рахунок ціанопрокаріот. Так, на пляжі смт Затока чисельність водоростей на бетоні та граніті була в 2,2 та 1,7 рази більшою, ніж на піску. У CW5 її максимальний показник на бетоні був в 2,2, у CW6 – в 3,3, а у CW7 на залізі – в 3,6 рази вище порівняно з піщаним субстратом.

Восени 2019 року кількість видів бентосних мікроводоростей на твердих субстратах у CW5 коливалася від 17 до 44, у CW6 – від 15 до 38, у CW7 – від 18 до 30, а у TW21 – від 31 до 45. Загальна чисельність їх у CW5 становила 859,53-10782,51, у CW6 – 128,19-5627,20, у CW7 – 4 015,00-8188,20, а у TW21 вона знаходилась у діапазоні від 822,19 до 4638,80 млн. кл. • $м^{-2}$ (рис. 3.10.). Максимальні показники були на бетоні з акваторій біля Дачі Ковалевського і в Лузанівці І та на залізі з пляжу с. Коблево і Григоріївського лиману. Основу чисельності повсюдно становили синьо-зелені водорості, які найбільш активно вегетували у прибережній смузі поблизу Дачі Ковалевського (CW5). Діатомеї були найчисленнішими на граніті у прибережжі сан. ім. Чкалова та на залізі в Григоріївському лимані. Як і влітку, переважали ціанопрокаріоти *L. fragilis, L. confervoides, C. scopulorum* та діатомеї *A. brevipes, N. ramosissima*. Восени численними були також діатомові водорості *Licmophora gracilis* і *Navicula pennata var. pontica*.

Впродовж 2019 року загальна чисельність мікрофітобентосу у водному масиві CW5 зросла у 1,5-3,1 рази (див. рис. 3.6.; 3.10.).

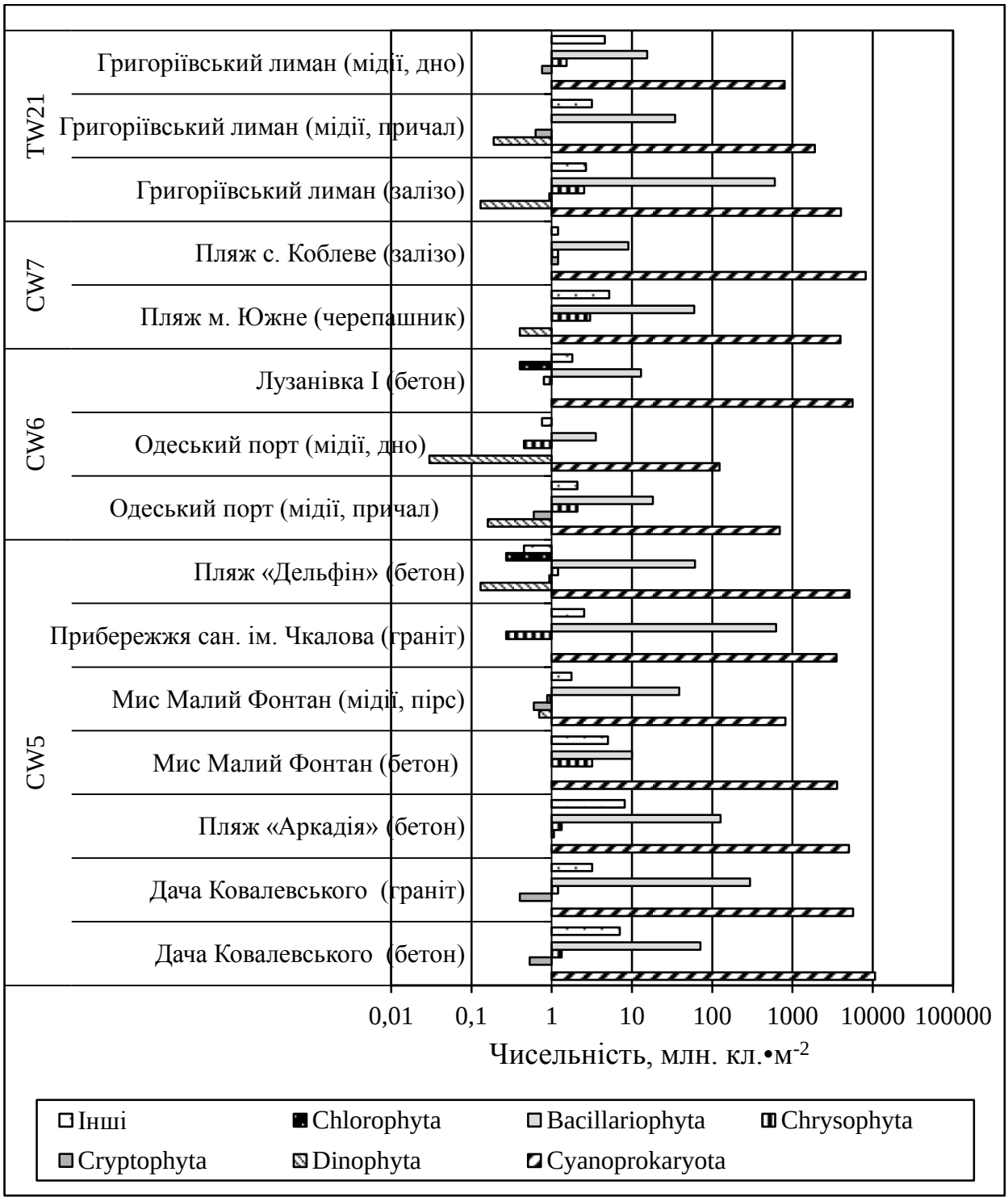


Рисунок 3.10 – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2019 року.

На пухких субстратах в цей період у водному масиві CW5 було знайдено 18 видів мікрофітів, у CW6 їхня кількість коливалася від 17 до 24, дещо меншою вона була у CW7 – 12-15. Але найвищою вона була у CW4 – 64 види. Чисельність мікроводоростей тут теж була максимальною – 10722,68 млн. кл. • м$^{-2}$ (рис. 3.11.).

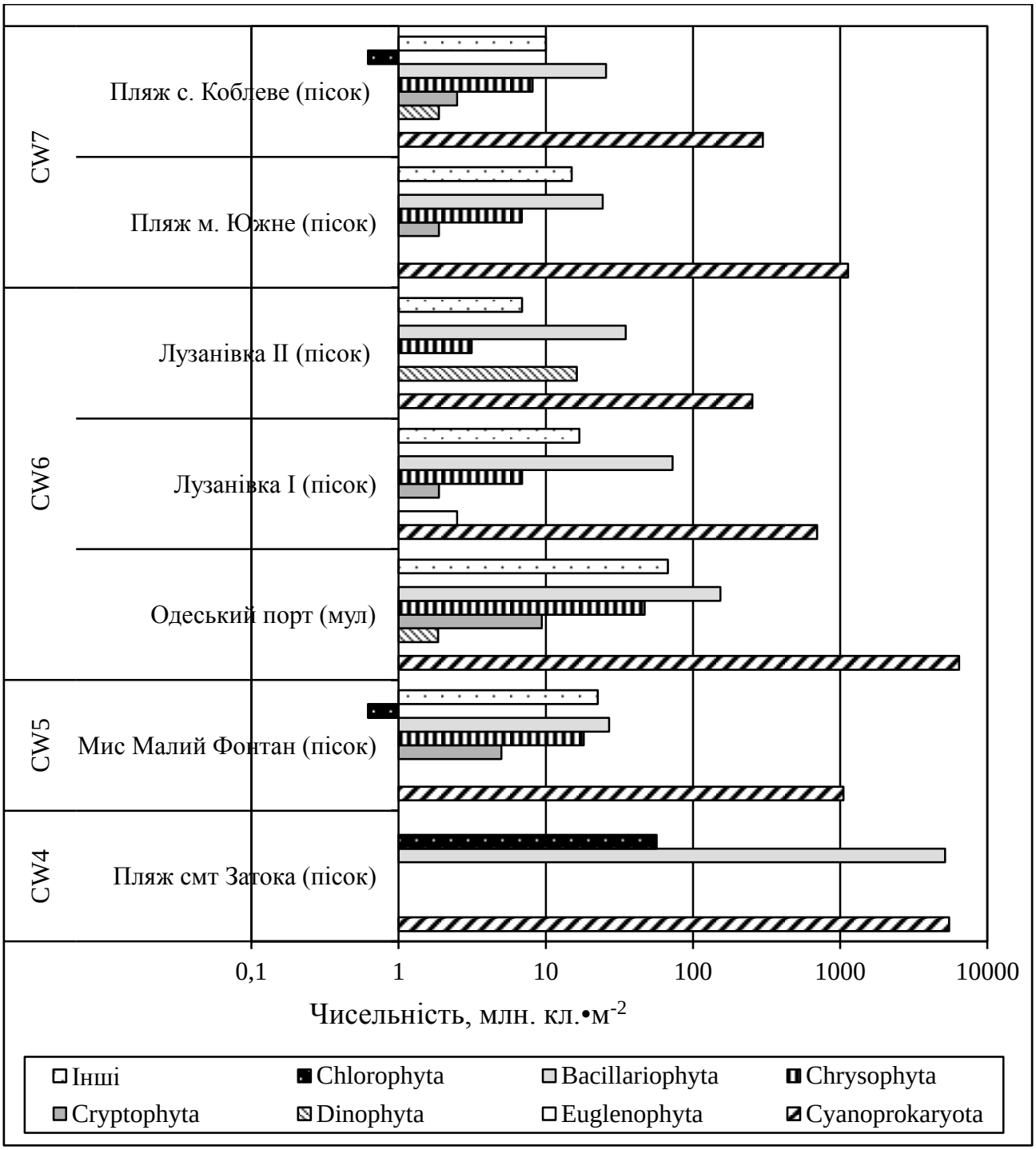


Рисунок 3.11. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2019 року.

У решті ділянок моря вона варіювала від 346,78 млн. кл. • м$^{-2}$ на піску з пляжу с. Коблеве (CW7) до 6696,57 млн. кл. • м$^{-2}$ на мулі з Одеського порту (CW6). Протягом 2019 року чисельність мікрофітів на пляжі смт Затока зросла в 4,0, а біля мису Малий Фонтан – зменшилась в 2,6 рази (рис. 3.6; 3.11.).

Восени 2020 року на твердих субстратах у CW4 знайдено 20-27 видів водоростей, у CW5 – 14-58, у CW6 – 26-65, а у CW7 – 41-58. Їх чисельність у CW4 була 3210,28-10057,22 17, у CW5 – 812,08-22740,59, у CW6 – 500,57-4 822,81, у CW7 – 1 374,01-7 584,24 млн. кл. • м$^{-2}$ (рис. 3.12.). Найменшою вона була коло мису Малий Фонтан, найбільшою – біля сан. ім. Чкалова і на пляжі «Дельфін».

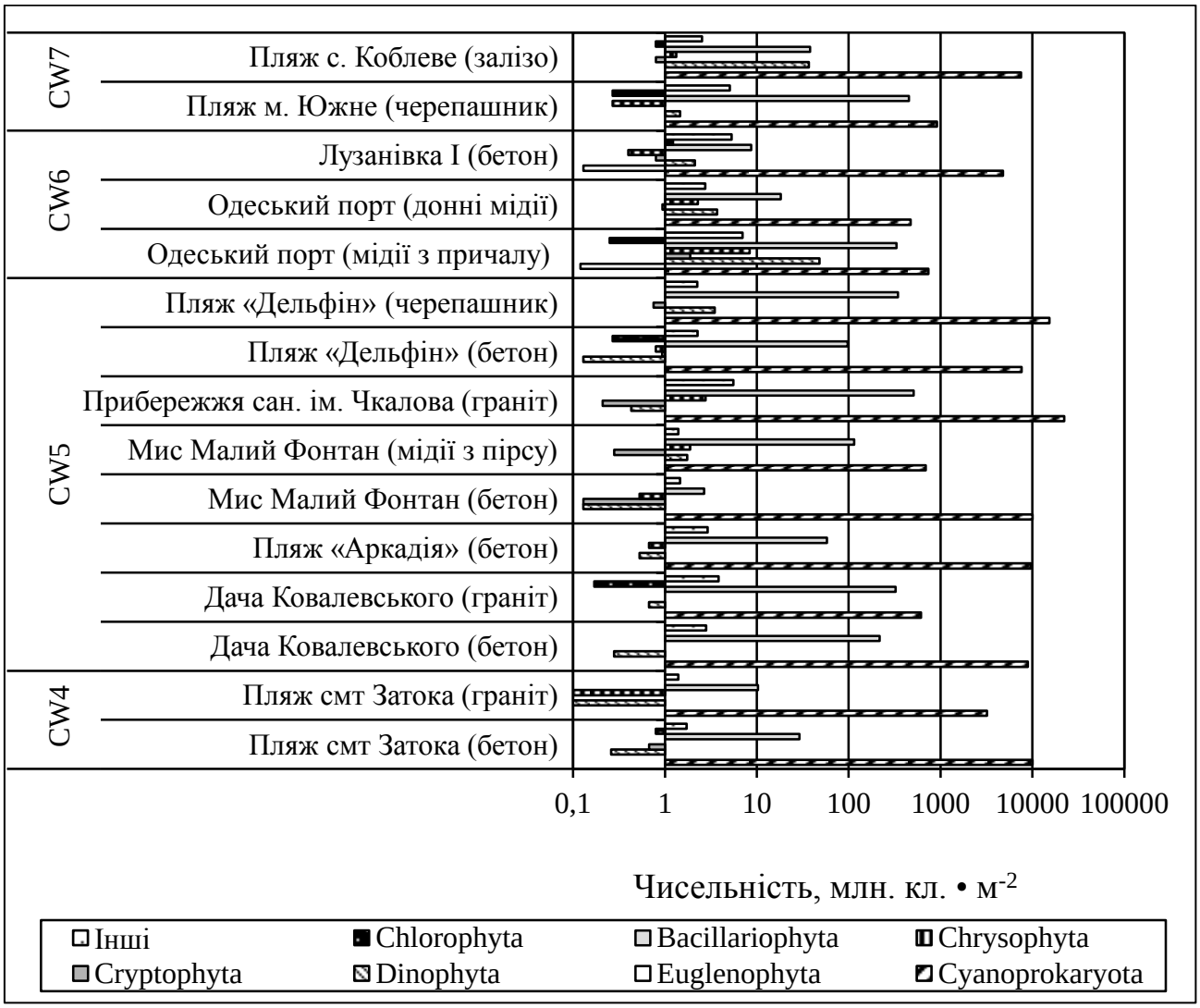


Рисунок 3.12. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2020 року.

На піску у CW4 в цей період було знайдено 27 видів мікрофітів, у CW5 – 15-37, у CW6 – 30-31, а у CW7 – 20-33. У CW4 їхня чисельність становила 1643,80 млн. кл. • м$^{-2}$, у CW5 – коливалася від 979,35 до 3719,61, у CW6 – від 927,70 до 1975,61, а у CW7 – від 1277,60 до 1630,68 млн. кл. • м$^{-2}$ (рис. 3.13).

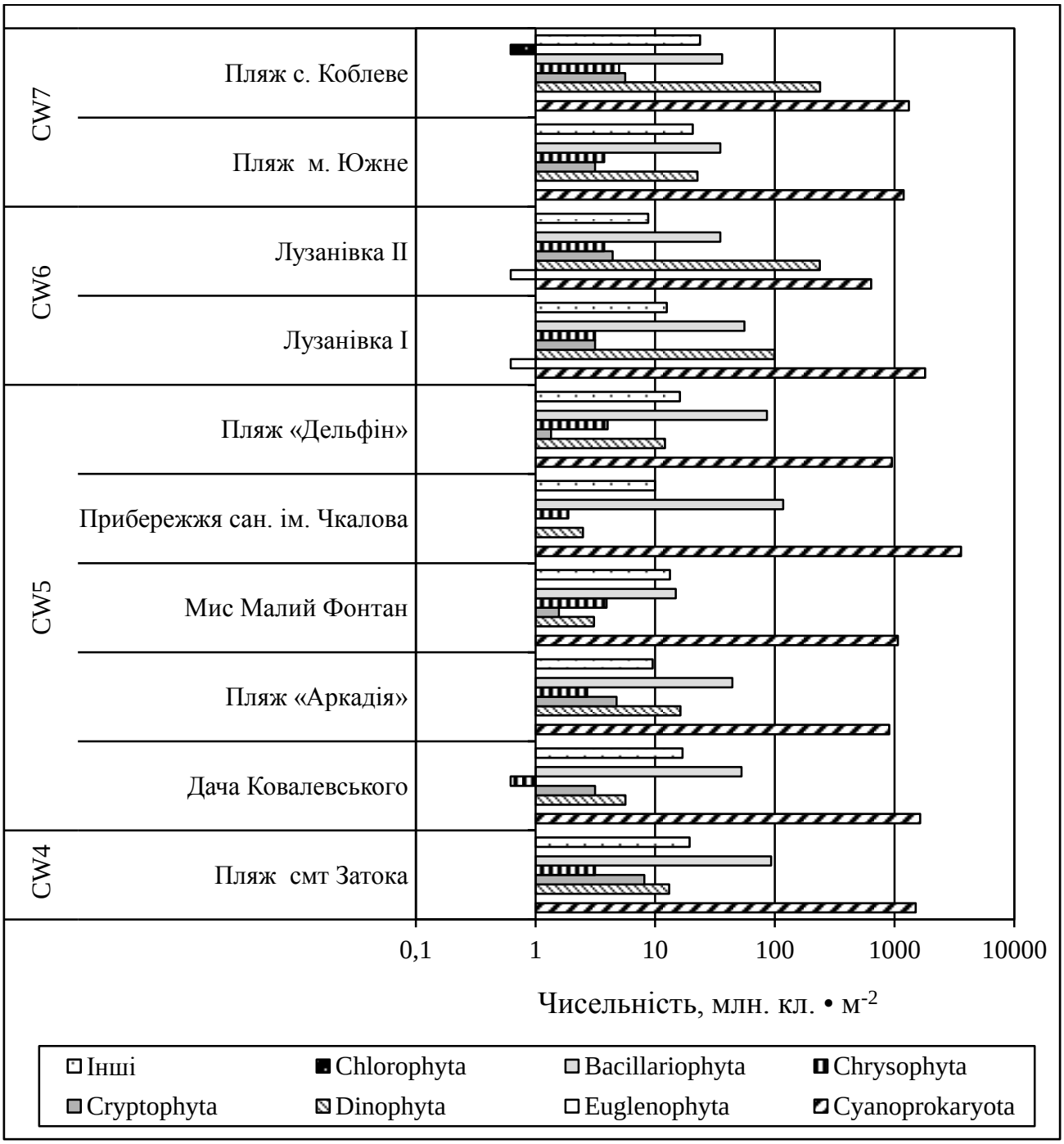


Рисунок 3.13. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу піщаних субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2020 року.

На обох типах ґрунтів ціанопрокаріоти були найбільш численними у прибережжі сан. ім. Чкалова, а дінофітові водорості – на пляжі с. Коблево.

Мікроводорості, здебільшого, інтенсивніше розвивалися на твердих субстратах, ніж на пухких. Їхня чисельність на бетоні та граніті у CW4 була вищою, ніж на піску, в 6,1 та 2,0 рази, відповідно (рис. 3.12.; 3.13.). Максимальні значення чисельності мікрофітобентосу на твердих субстратах у CW5 та CW6 були в 6,1 та 2,4 рази більшими, ніж на пухких ґрунтах. У CW7 на залізі та черепашнику мікрофіти також були в 1,1-4,7 рази численнішими за водорості, знайдені на піску.

Впродовж 2020 року чисельність бентосних мікроводоростей у CW5 зросла в 1,8-7,9 рази на твердих субстратах (див. рис. 3.7. (а), 3.12.) і в 3,0-3,4 рази – на пухких (див. рис. 3.7. (б), 3.13.) внаслідок розвитку синьо-зелених, дінофітових та діатомових водоростей.

Восени 2021 року на твердих субстратах у CW4 було знайдено 28 та 40 видів мікроскопічних водоростей на бетоні та граніті, відповідно. У CW5 їхня кількість варіювала від 26 до 69, у CW6 – від 31 до 66, а у CW7 – від 22 до 42 видів. Чисельність бентосних мікрофітів у CW4 на граніті становила 5291,34, а на бетоні – 7408,16 млн. кл. • $м^{-2}$, тобто була в 1,4 рази вищою (рис. 3.14.). У CW5 їх було від 990,41 до 17711,09, у CW6 – від 603,12 до 4222,49, а у CW7 – 4387,79-13957,74 млн. кл. • $м^{-2}$. Максимальні показники спостерігалися на бетоні в акваторії мису Малий Фонтан (CW5) і на залізі з пляжу с. Коблево (CW7).

На піску у CW4 в цей час було знайдено 28 видів мікроводоростей, у CW5 їх кількість коливалася від 22 до 41, у CW6 – від 31 до 36, а у CW7 – від 21 до 37 видів. Їхня чисельність у CW4 дорівнювала 1 780,25 млн. кл. • $м^{-2}$, у CW5 вона знаходилась у межах від 1873,53 до 3206,89, у CW6 – від 3111,06 до 4024,42, а у CW7 – від 1131,08 до 3270,64 млн. кл. • $м^{-2}$ (рис. 3.15). Найбільш інтенсивно мікрофіти розвивалися у прибережжі сан. ім. Чкалова, в Лузанівці II і на пляжі с. Коблево.

Чисельність мікрофітів на твердих субстратах формували, здебільшого, ціанопрокаріоти *L. fragilis*, *Phormidium limosum*, *C. scopulorum*, а на пухких –

переважали *Microcystis sp*. і *L. fragilis*. Інтенсивно розвивалися і діатомові водорості *A. brevipes* і види роду *Diatoma*.

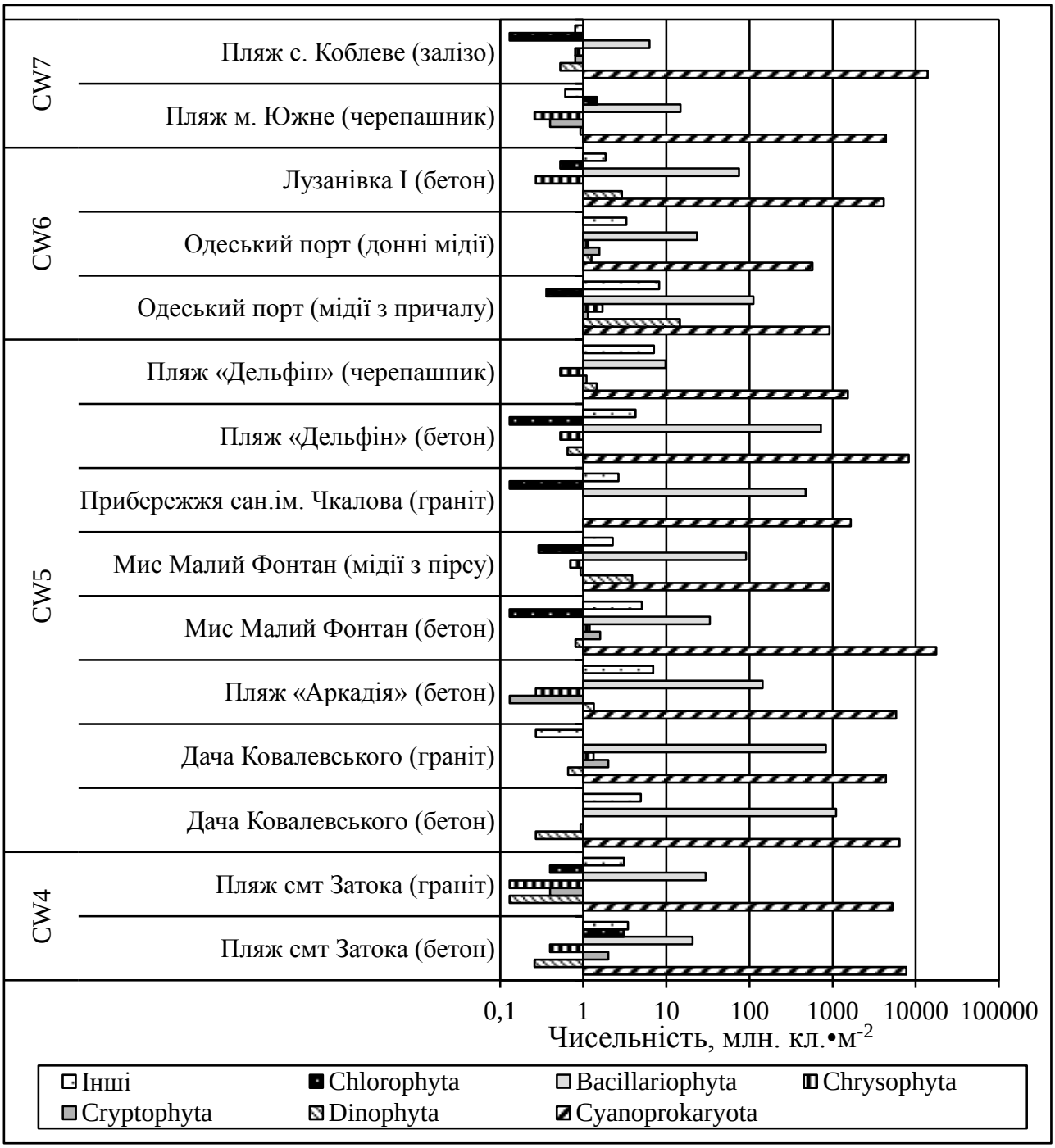


Рисунок3.14. – Чисельність (млн. кл. • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2021 року.

Діатомові були найчисленнішими на твердих субстратах в акваторії біля Дачі Ковалевського. На піску з пляжу с. Коблево численними були *Coscinodiscus radiatus* і види роду *Cocconeis*.

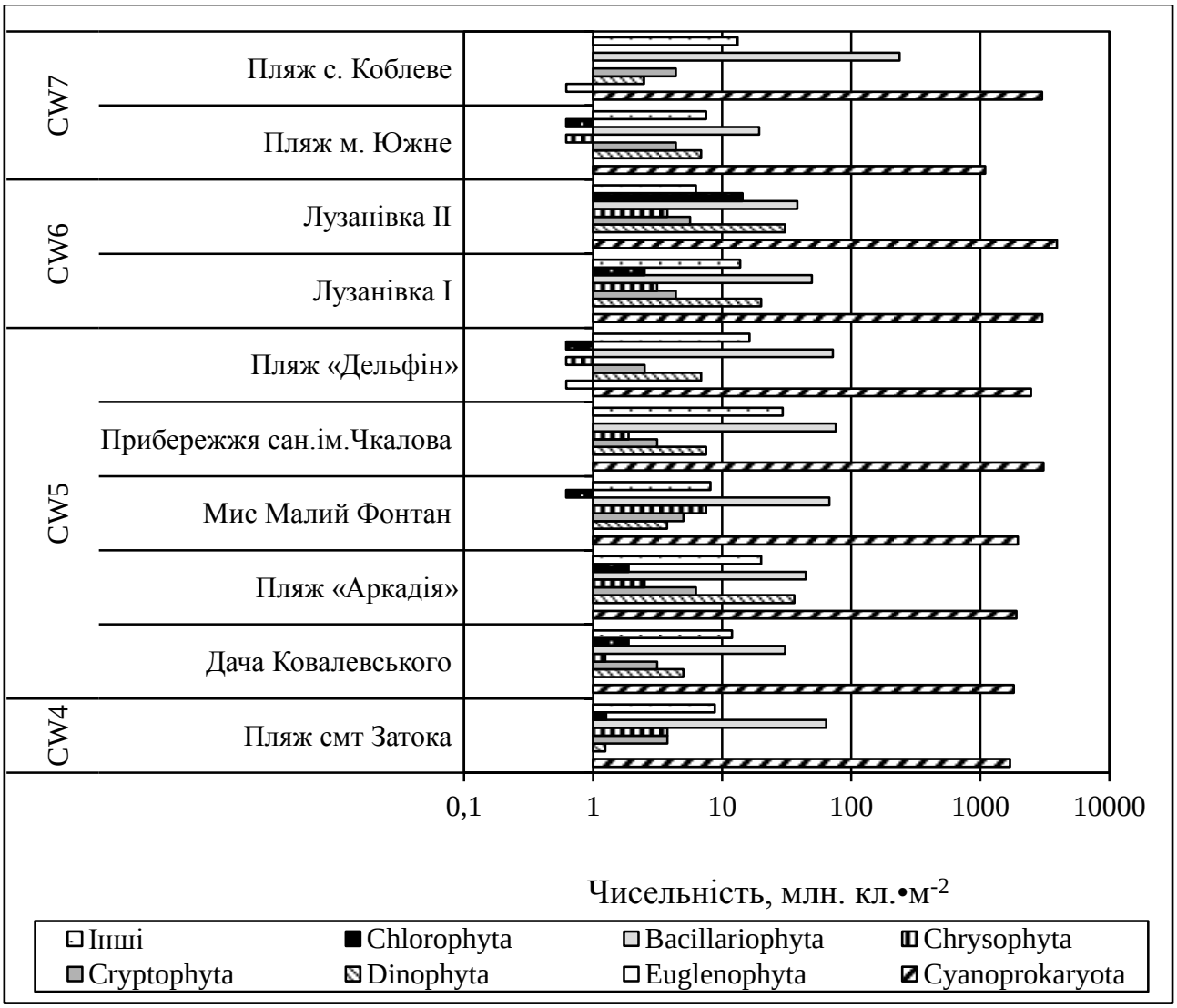


Рисунок 3.15 – Чисельність (млн. кл. • $м^{-2}$) мікрофітобентосу піщаних субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2021 року.

Осінню 2021 року чисельність мікрофітів зросла порівняно з минулорічною: на пляжі смт Затока і біля Дачі Ковалевського (на граніті) – в 1,6 та 5,6 рази, коло мису Малий Фонтан на бетоні – в 1,8, на пляжах м. Южне на черепашнику і с. Коблеве на залізі – в 3,2 та 1,8 рази (рис. 3.12.; 3.14.). На піску з пляжів «Аркадія» та с. Коблево вона була більшою в 2,0, біля мису Малий Фонтан – в 1,8, пляжу «Дельфін» - в 2,4, а Лузанівки I та II – в 1,6 та 4,3 рази (рис. 3.13.; 3.15.).

Впродовж 2021 року чисельність мікроводоростей на твердих субстратах у CW4 збільшилась в 1,1-1,2, у CW5 – в 3,2-2,4, у CW6 – до 3,1, у

CW7 – у 2,0-2,6 рази (рис. 3.8.; 3.14.). На піску у CW4 вона, навпаки, скоротилась в 1,6, а у CW7 – в 1,7 рази. У CW5 чисельність мікрофітів восени перевищувала літні показники в 1,3, у CW6 – в 1,9-2,4, а у CW7 – в 1,7 рази (рис. 3.9.; 3.15.).

Влітку 2019 року біомаса мікрофітобентосу на твердих субстратах у CW5 становила 194,13-6259,44 мг • м$^{-2}$ в акваторії, прилеглій до мису Малий Фонтан і на пляжі «Дельфін», відповідно (рис. 3.16.). На піску вона також була найменшою біля мису Малий Фонтан – 791,74 мг • м$^{-2}$.

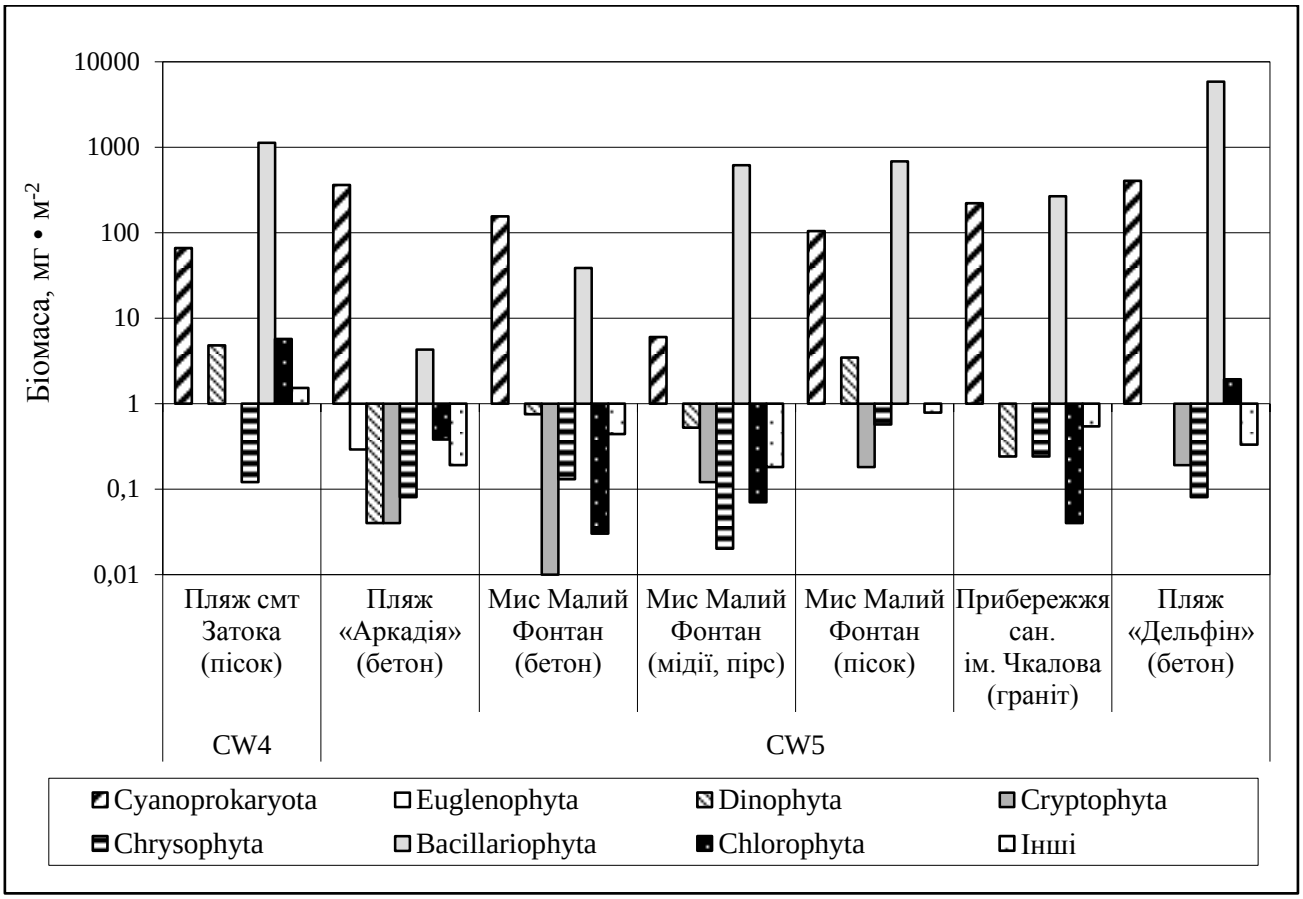
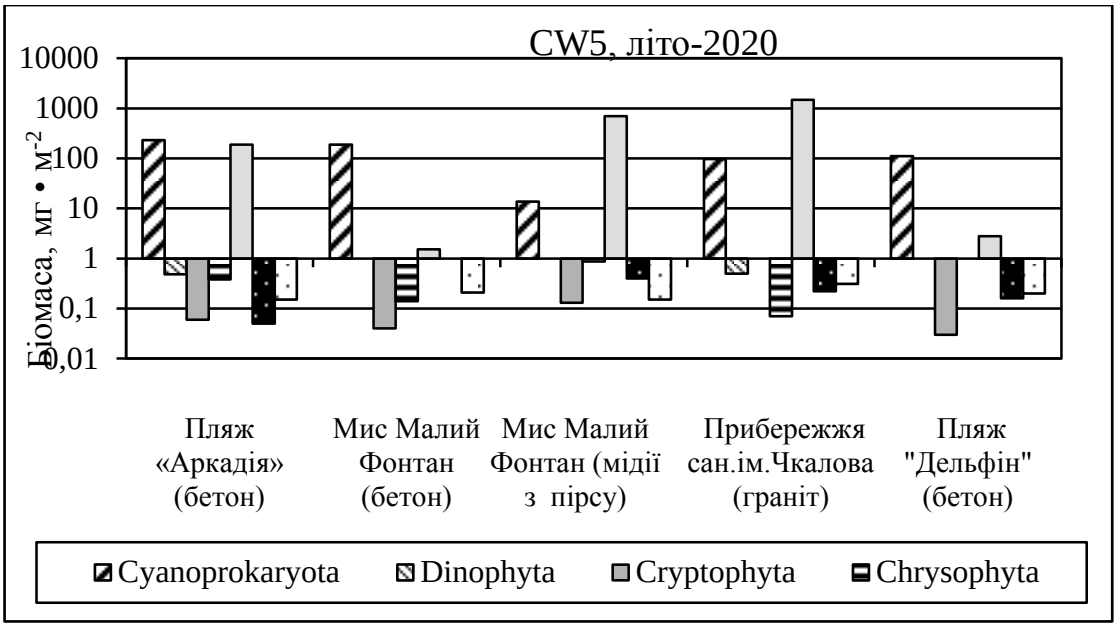
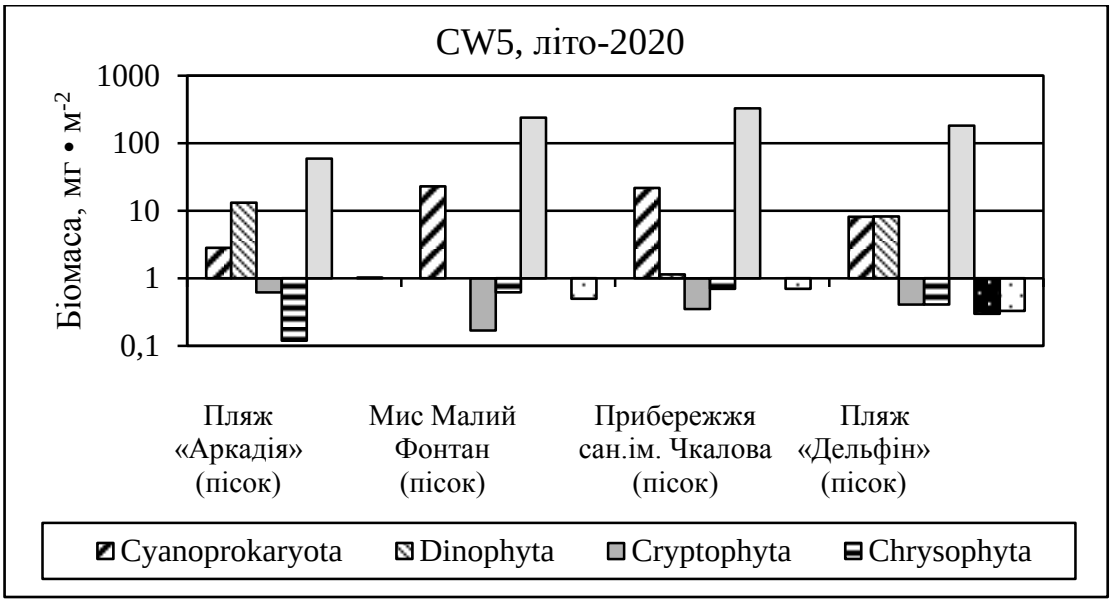


Рисунок 3.16. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих та пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2019 року.

На пляжі смт Затока вона була у 1,5 рази більше. Повсюдно її формували, головним чином, крупноклітинні діатомеї *Achnanthes longipes*, *M. moniliformis* і види родів *Amphora*, *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*. Вони домінували у всіх досліджених акваторіях, окрім пляжу «Аркадія».



а)



б)

Рисунок 3.17. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих (а) та пухких (б) субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2020 року.

Поблизу мису Малий Фонтан на піску біомаса мікроводоростей була у 4,1 рази вищою, ніж на бетоні, також за рахунок водоростей цього відділу. У літній період 2020 року біомаса мікрофітів на твердих субстратах була 114,43-1579,42 (рис. 3.17. (а)), а на пухких – 77,36-352,13 мг/м^2 (рис. 3.17. (б)). Її створювали, здебільшого, діатомеї *A. brevipes*, *L. gracilis*, *N. pennata*.

На піску з пляжів «Аркадія» та «Дельфін» активно вегетували планктонні дінофітові водорості *Dinophysis sacculus*, *Scrippsiella acuminata*, тощо. На твердих субстратах біомаса мікрофітобентосу скоротилась в 1,7-4,0 рази порівняно з 2019 роком.

У літній сезон 2021 року біомаса мікроводоростей на твердих субстратах у CW4 становила 549,50-590,04, у CW5 – 22,85-1997,15, у CW6 – 35,45-1180,11, а у CW7 – 125,65-864,14 мг • м$^{-2}$ (рис. 3.18.). Бентосні мікрофіти були наймасовішими на бетоні з пляжу «Дельфін», дещо менше їх було в Лузанівці І і на пляжі с. Коблево.

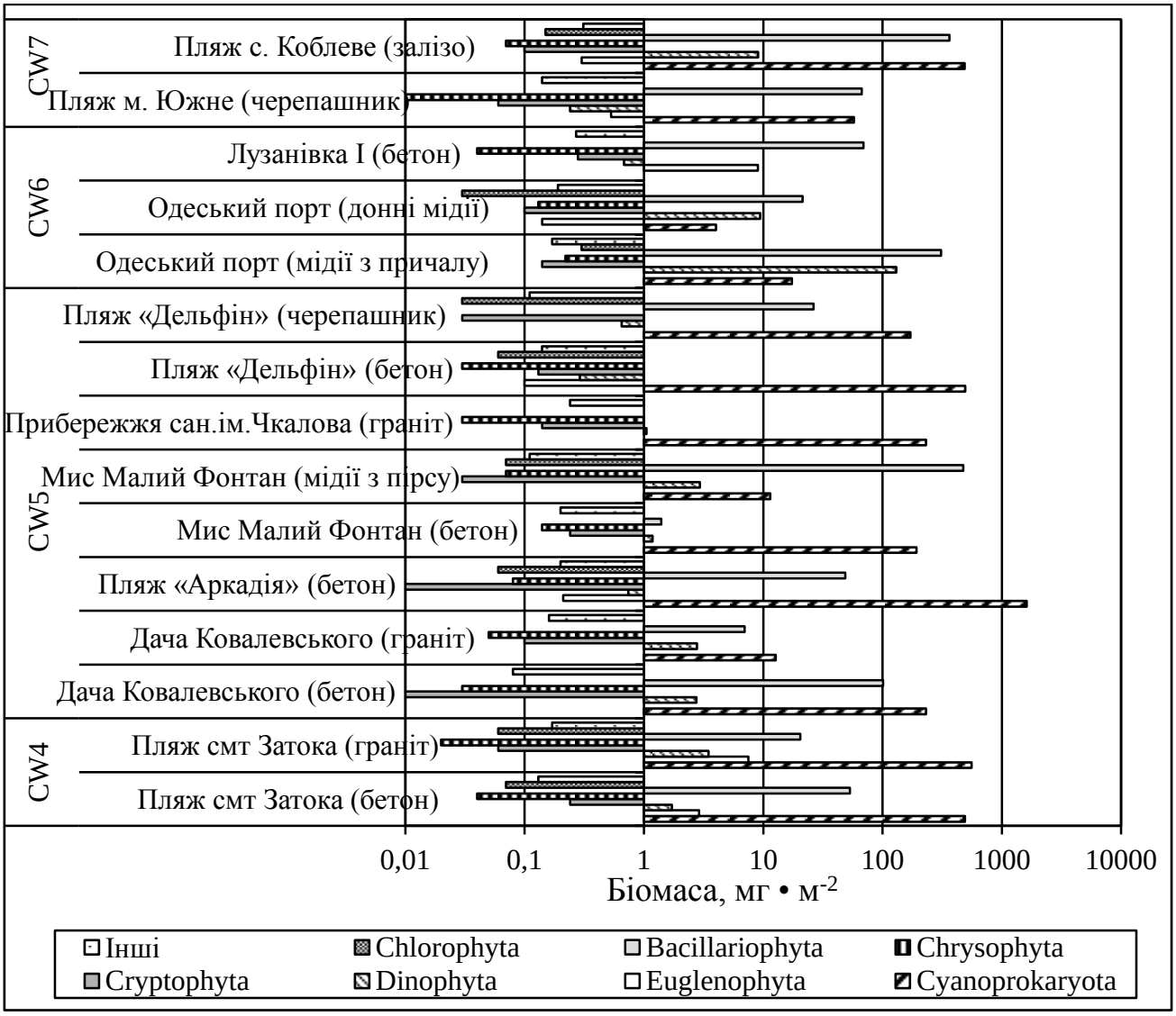


Рисунок 3.18. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2021 року.

Високі біомаси створювали, переважно, синьо-зелені (зокрема, на пляжі «Аркадія» та в Лузанівці I) та діатомові водорості (у прибережжі сан. ім. Чкалова та на пляжі «Дельфін»).

На піску у CW4 біомаса мікрофітів в цей період дорівнювала 199,53 мг • м$^{-2}$, у CW5 вона змінювалась від 91,85 до 15094,32, у CW6 – знаходилась у межах від 132,18 до 180,85, а у CW7 – від 83,60 до 261,72 мг • м$^{-2}$ (рис. 3.19.).

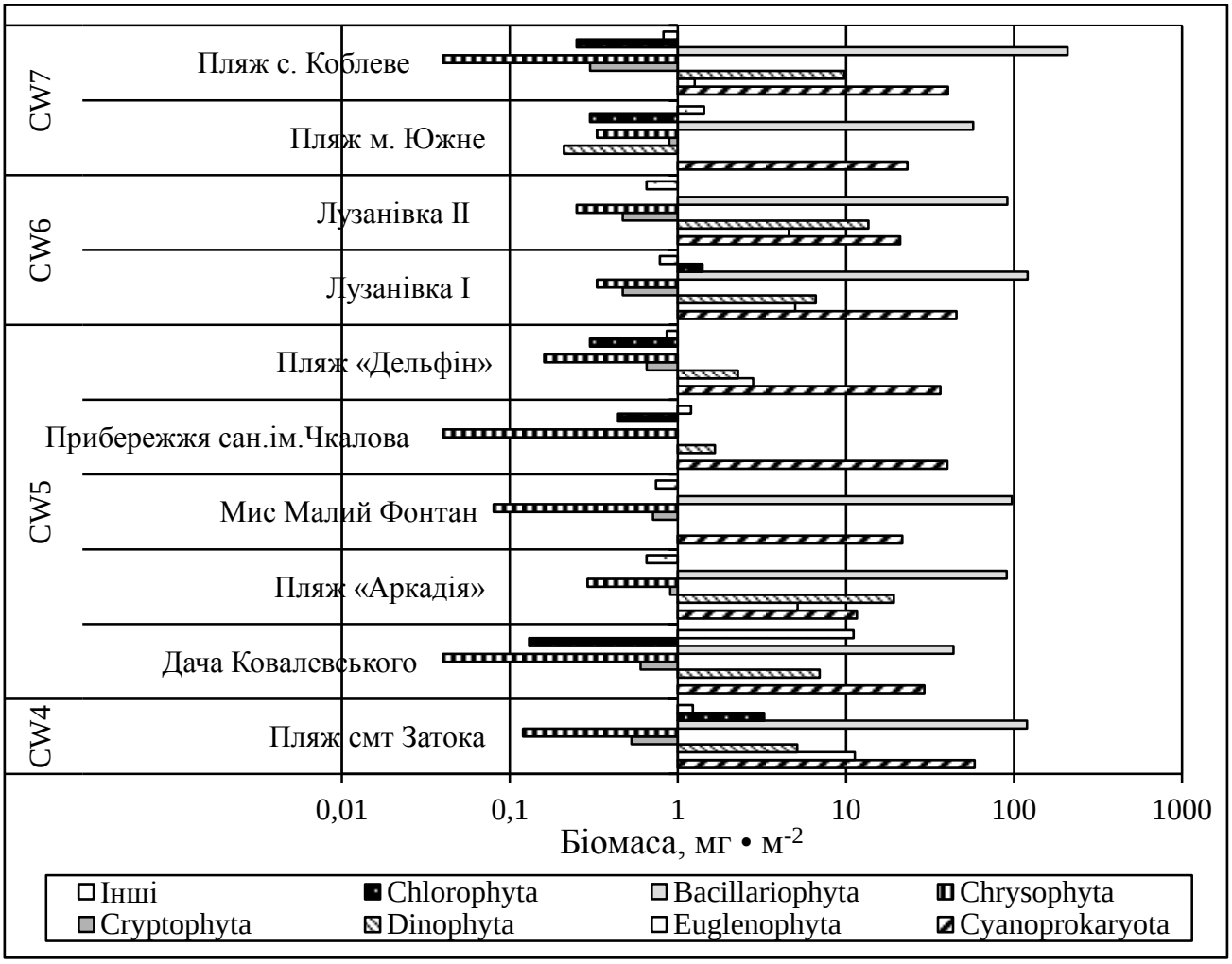


Рисунок 3.19. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2021 року.

Влітку 2021 року біомаси мікрофітів на бетоні з пляжів «Аркадія» та «Дельфін» майже в 4,0 та 17,5 рази відповідно перевищували минулорічні показники (рис. 3.17. (а); 3.18.). На піску з цих пляжів вони збільшились в 1,7 та 5,3, а у прибережжі сан. ім. Чкалова – майже в 43,0 рази. На всіх субстратах їх формували діатомеї *M. moniliformis*, *M. moniliformis* var.

subglobosa (у найбільшій кількості – на пляжі «Дельфін» та у прибережжі санаторію ім. Чкалова), *T. fasciculata*, *T. gaillonii* і колоніальні ціанопрокаріоти *C. scopulorum, G. crepidinum, L. fragilis*.

Восени 2019 року біомаса мікроводоростей на твердих субстратах у CW5 варіювала від 184,61 до 1545,10 мг • м$^{-2}$, у CW6 – від 10,48 до 828,37, у CW7 – від 589,54 до 732,73, а у TW21 – від 154,51 до 551,54 мг • м$^{-2}$ (рис. 3.20.).

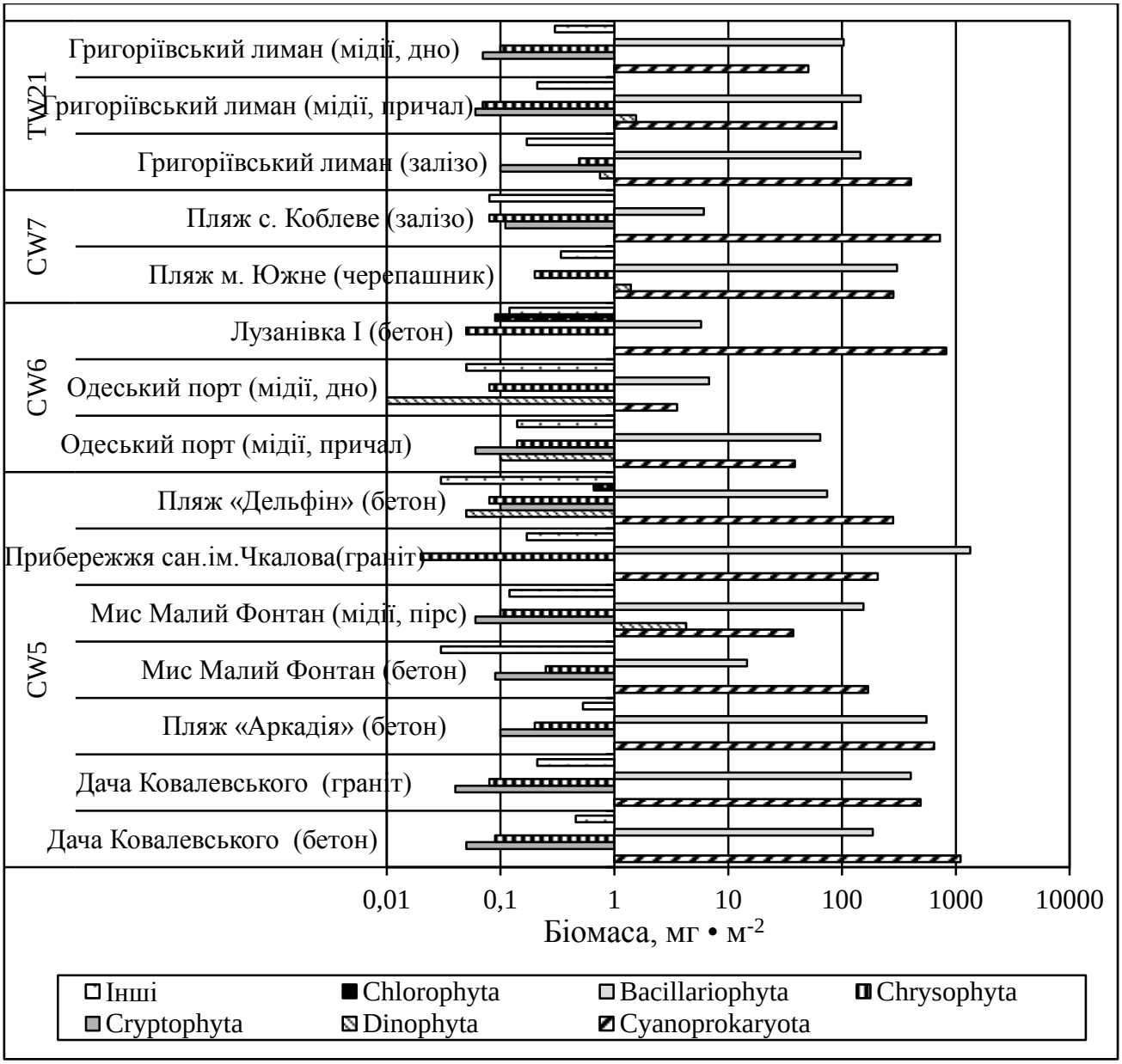


Рисунок 3.20. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2019 року.

Найменшою вона була на донних мідіях з акваторій Одеського порту і Григоріївського лиману, а найвищою – на граніті у прибережжі сан. ім. Чкалова. Впродовж року біомаса мікрофітобентосу у CW5 скоротилась в 1,1-4,1 рази (рис. 3.16; 3.20.).

На пухких субстратах в цей час найвища біомаса спостерігалася у водному масиві CW4 – 22694,25 мг • м$^{-2}$, в основному, за рахунок крупноклітинних діатомей родів *Gyrosigma* та *Pleurosigma* (рис. 3.21.).

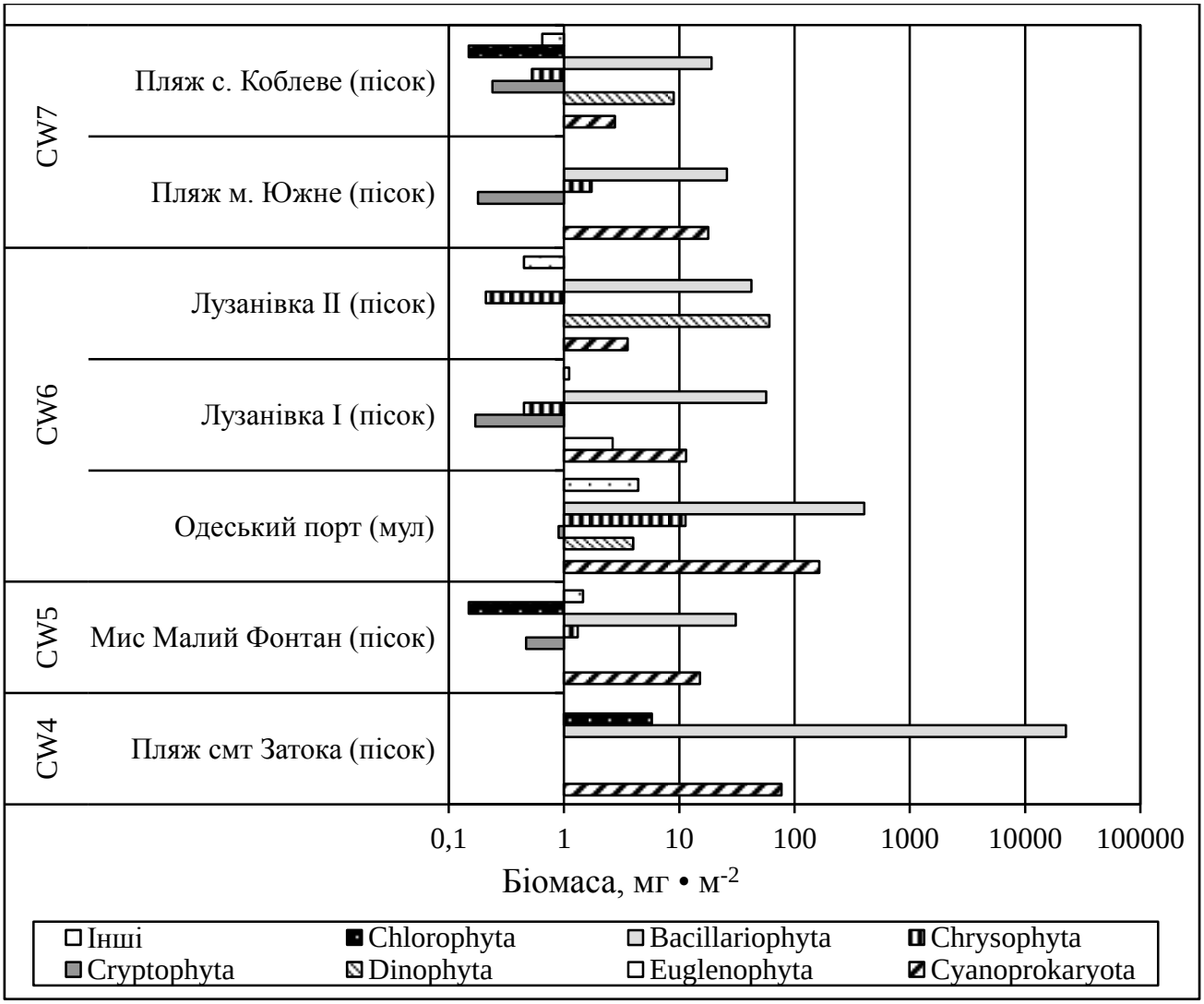


Рисунок 3.21. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2019 року.

Значно меншою вона була в інших досліджених акваторіях – від 32,35 мг • м$^{-2}$ на піску з пляжу с. Коблеве до 587,00 мг • м$^{-2}$ на мулі з Одеського порту. Впродовж року на пляжі смт Затока (CW4) вона зросла у 18,8, а у

прибережній смузі біля мису Малий Фонтан (CW5), навпаки, скоротилася у 16 разів.

Восени 2020 року біомаса мікроводоростей на твердих субстратах у CW4 була 244,54-1497,10 мг • м$^{-2}$, у CW5 – 392,75-3617,51, у CW6 – 113,83-1467,89, у CW7 – 1340,55-1665,36 мг • м$^{-2}$ (рис. 3.22.). У CW5 впродовж 2020 року біомаси зросли у 2,3-3,5 рази (рис. 3.17. (а); 3.22.).

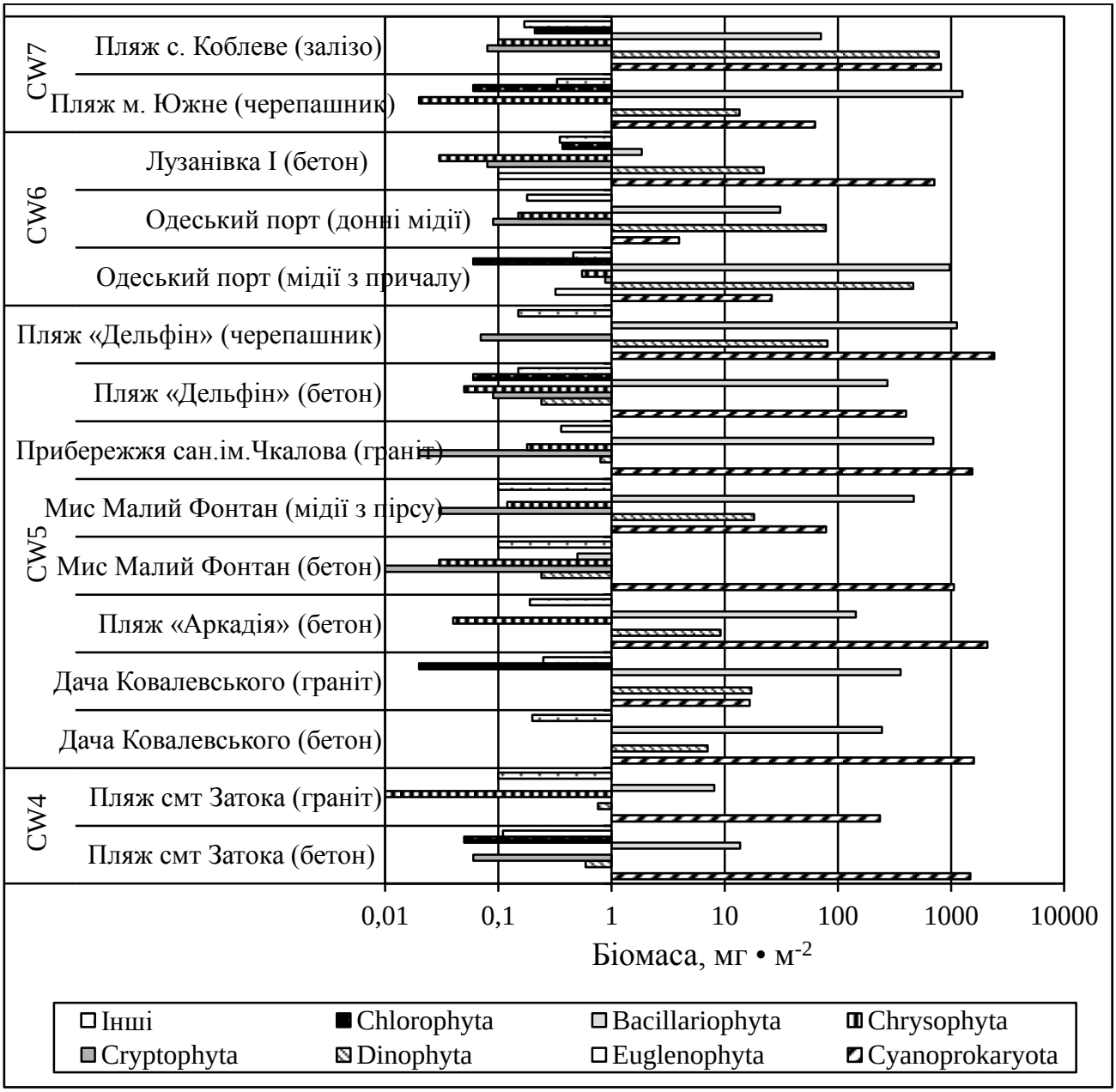


Рисунок 3.22. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2020 року.

На піску біомаса мікрофітів була: у CW4 – 343,13, у CW5 – 27,40-1843,91, у CW6 – 620,74-977,22, а у CW7 – 519,22-4482,35 мг • м$^{-2}$ (рис. 3.23.).

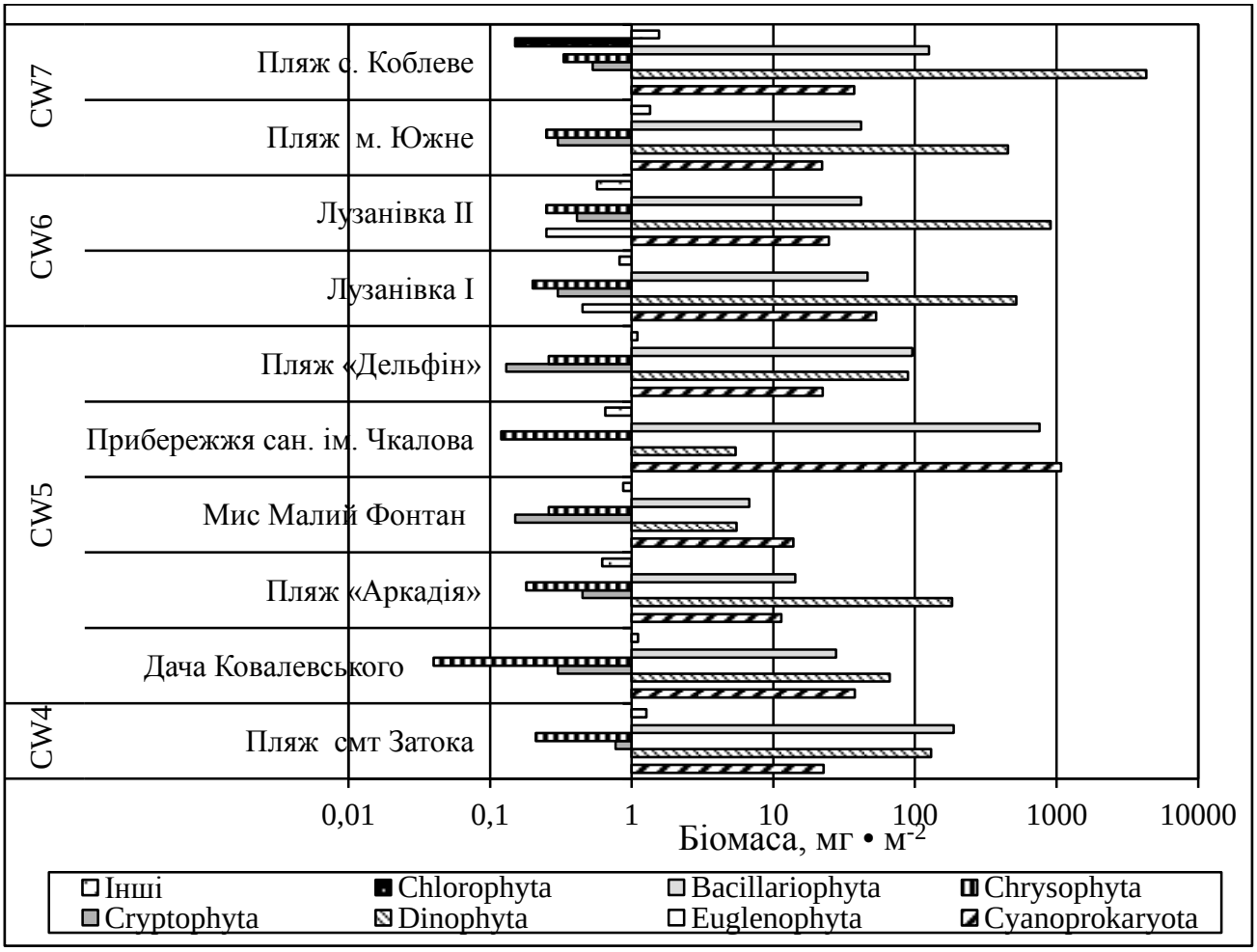


Рисунок 3.23. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2020 року.

Біомасу мікрофітобентосу формували, здебільшого, діатомові, дінофітові та синьо-зелені водорості. Переважали крупноклітинні діатомеї *T. fasciculata*, *M. moniliformis* і види родів *Amphora*, *Licmophora*, *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*. Порівняно з 2019 роком, зросла роль дінофітових водоростей, зокрема потенційно токсичного [29] збудника «цвітіння» морської води *L. polyedra*. Він зустрічався скрізь, окрім прибережжя сан. ім. Чкалова. Але наймасовішим він був в зоні впливу вод Дніпро-Бузького лиману, біля Коблево (CW7), де його чисельність на твердих та пухких ґрунтах була від 34,13 до 119,56 млн. кл. • м$^{-2}$, а біомаса – від 764,35 до 3615,86 мг • м$^{-2}$, відповідно.

Осінню 2021 року біомаса мікрофітобентосу твердих субстратів становила у CW4 – 1151,61-1234,34, у CW5 – 92,25-4346,40, у CW6 – 55,85-616,70, а у CW7 – 806,77-2 891,75 мг • м$^{-2}$ (рис. 3.24.).

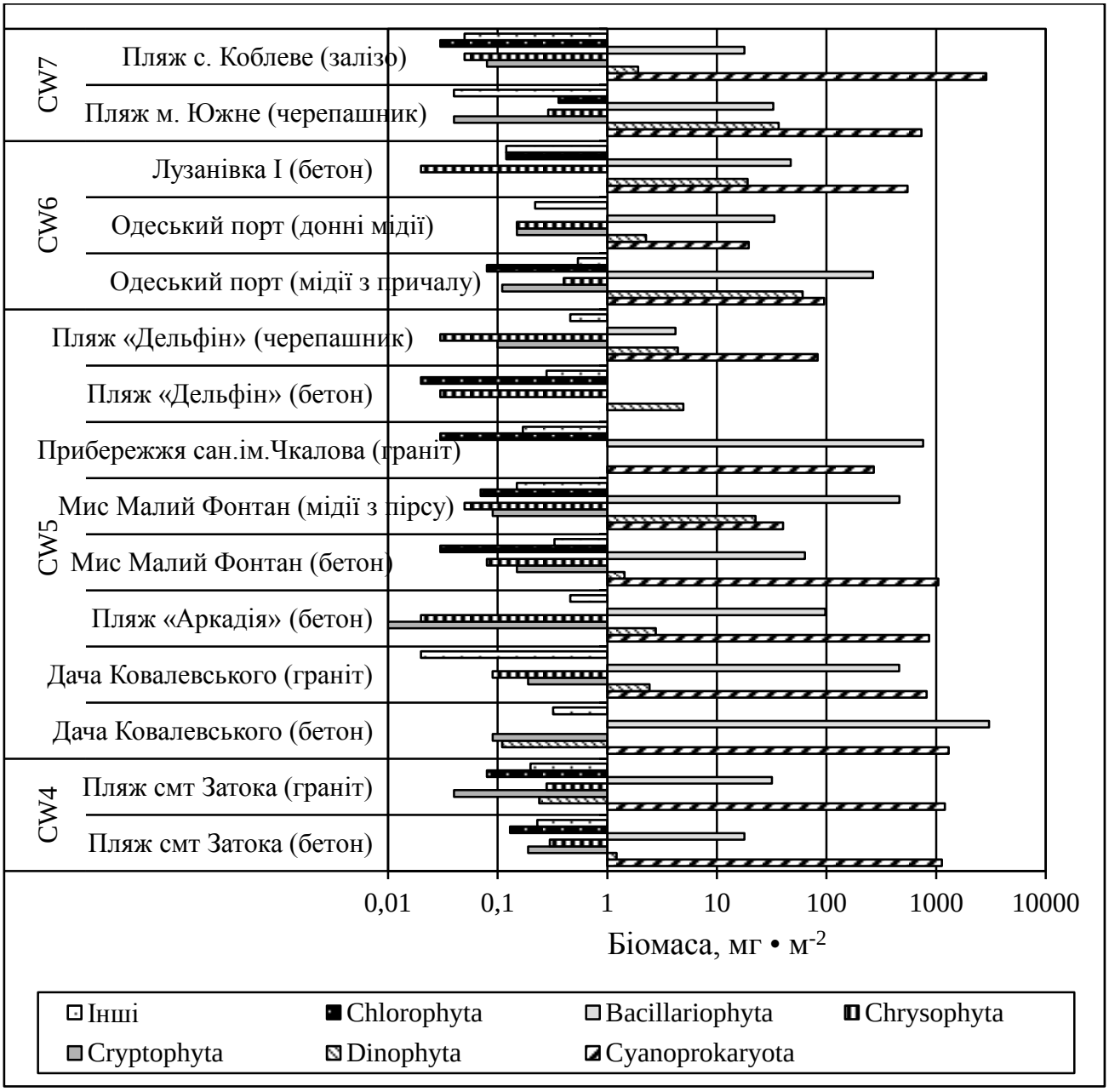


Рисунок 3.24. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2021 року.

В цей період на піску у CW4 біомаса мікрофітів була 103,27, у CW5 – 94,29-700,52, у CW6 – 232,77-233,42, а у CW7 – 70,76-1 522,51 мг • м$^{-2}$ (рис. 3.25.).

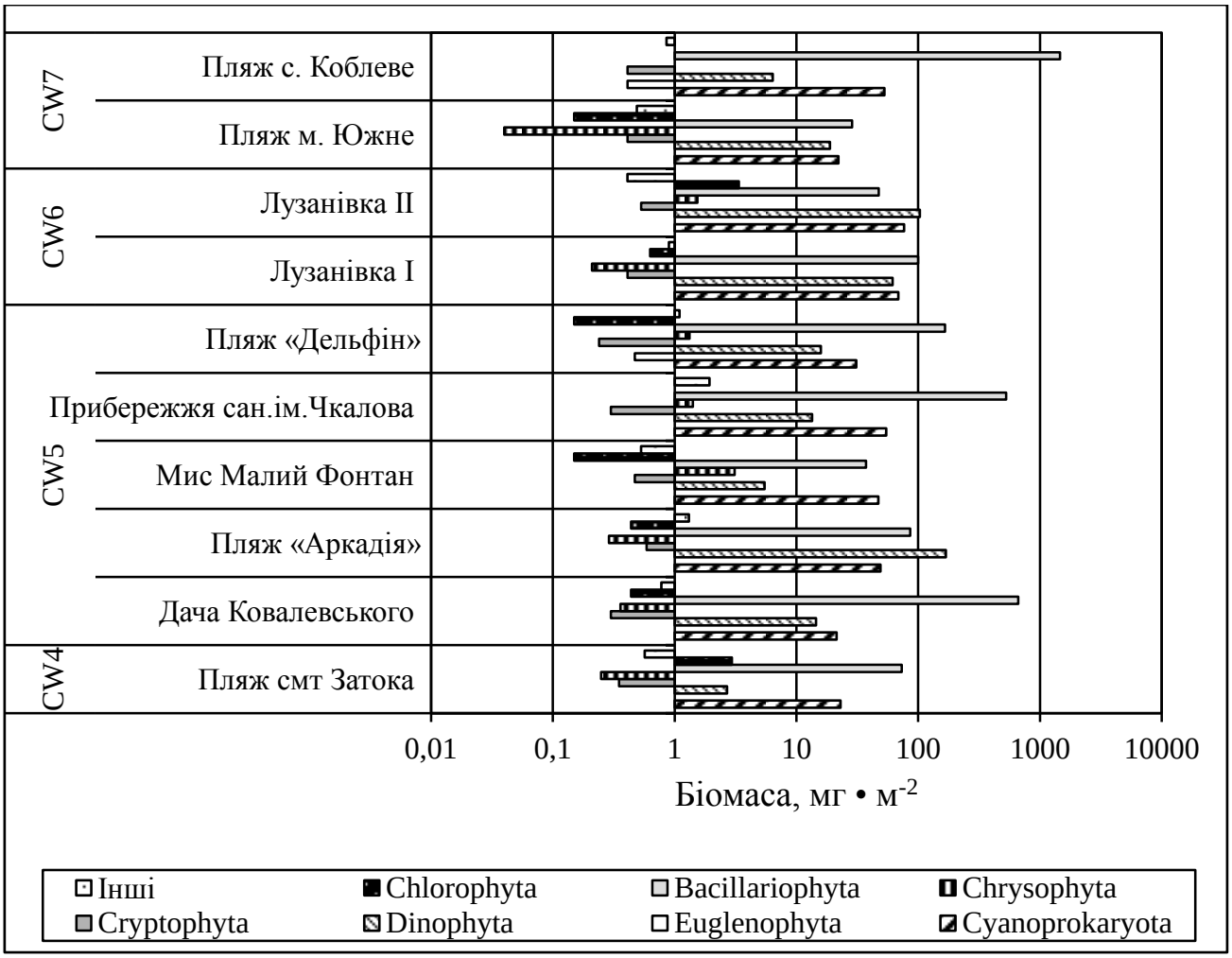


Рисунок 3.25. – Біомаса (мг • м$^{-2}$) мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2021 року.

Максимальні показники біомаси мікрофітів були зареєстровані на бетоні біля Дачі Ковалевського і на залізі з пляжу с. Коблеве, дещо менші – у цих же ділянках моря на піску. Основу біомаси повсюдно становили діатомеї *A. brevipes*, *A. longipes*, *C. radiatus*, *Diatoma vulgaris* та ціанопрокаріоти *L. fragilis*, *L. confervoides*, *C. scopulorum*. Інтенсивно розвивався і *Ph. limosum*. Восени 2021 року численними та масовими були дінофітові водорості *Durinskia agilis* та *Kryptoperidinium triquetrum*. В антропогенізованих акваторіях прибережжя санаторію ім. Чкалова та пляжу «Дельфін», як і влітку, значний внесок у формуванні кількісних показників розвитку мікрофітобентосу належав α-мезосапробам *M. moniliformis*, *M. moniliformis* var. *subglobosa* і *T. fasciculata*.

На твердих субстратах осінні показники біомаси бентосних мікроводоростей в основному, були значно вищими, ніж на пухких: у CW4 – в 11,2-12,0, у CW5 – до 6,2, у CW6 – до 2,6, а у CW7 – в 1,9-11,4 рази, здебільшого, за рахунок ціанопрокаріот і діатомей (рис. 3.24.; 3.25.).

Впродовж 2021 року показники біомаси мікроводоростей суттєво зростали: на твердих субстратах у CW4 – в 2,1, у CW5 – в 2,2-4,0, у CW6 – до 1,6, у CW7 – в 3,3-6,4 рази (рис. 3.18.; 3.24.), а на піску у CW6 – в 1,3-1,8 і у CW7 – до 5,8 разів (рис. 3.19.; 3.25.). Це свідчить про збільшення рівня евтрофікації більшості акваторій прибережжя ПЗЧМ. Водночас, на піску у CW4 біомаса мікрофітобентосу істотно не змінилась, а у CW5 її максимальний показник навіть зменшився в 21,5 рази.

Восени 2021 року, порівняно з попереднім, помітно збільшилися кількісні та систематичні показники розвитку донних мікроводоростей. Так, біомаса мікрофітів на граніті в акваторії пляжу смт Затока зросла в 5,0 разів, біля Дачі Ковалевського на бетоні та на граніті – в 2,4 та 3,2 рази, на пляжі «Дельфін» на бетоні – в 4,8, на пляжі с. Коблеве на залізі – в 1,7 рази (рис. 3.22.; 3.24.). На піску біля Дачі Ковалевського вона збільшилась в 5,3, на пляжі «Аркадія» – в 1,5, біля мису Малий Фонтан – в 3,4 рази. Водночас, на пляжі смт Затока біомаса мікроводоростей скоротилася в 3,3, у прибережжі сан. ім. Чкалова – в 3,1, у Лузанівці I та II – в 2,7 та 4,2 рази, на пляжах м. Южне та с. Коблеве – в 7,4 та 2,9 рази (рис. 3.23.; 3.25.).

Збільшення систематичних та кількісних показників розвитку мікрофітобентосу, а також зростання кількості видів-сапробіонтів, їх чисельності та біомаси, зокрема α-мезосапробів, у переважній більшості досліджених акваторій відображує підвищення рівня евтрофікації прибережжя ПЗЧМ у 2021 році. Особливо чітко це простежувалось в осінній період.

Таким чином, впродовж 2019-2021 років видовий склад мікрофітобентосу різних субстратів досліджених водних масивів ПЗЧМ формували, здебільшого, полі- та мезогалобні і β-мезосапробні діатомеї.

Рідше зустрічалися ціанопрокаріоти і дінофітові водорості. Чисельність мікрофітів формували, в основному, дрібноклітинні синьо-зелені водорості, біомасу – крупноклітинні діатомові, переважно, полі- та мезогалоби і β-мезосапроби. Наймасовішими з них були *A. brevipes* і види роду *Diatoma*. Серед α-мезосапробів інтенсивніше розвивалися *M. moniliformis* і *T. fasciculata*. Види-сапробіонти були найширше представлені в найбільш антропогенно навантажених ділянках моря, зокрема у прибережжі санаторію ім. Чкалова і пляжу «Дельфін». В цілому, стан угруповань мікрофітобентосу у водних масивах ПЗЧМ впродовж 2020 року значно покращився у порівнянні з 2019. На це вказує, зокрема, зменшення систематичних та кількісних показників розвитку сапробіонтних видів. А у 2021 році він влітку покращився, а восени – дещо погіршився порівняно з 2020 роком.

4 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДИ ТА ДОНИХ СУБСТРАТІВ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ

Методом біотестування на лабораторній культурі водорості у літньо-осінній період 2019-2021 рр. було проведено біомоніторинг української частини ПЗЧМ, зокрема ОМР. Для цього розроблено експрес-інструмент для оцінки якості водного середовища (води та відкладень)[1] за яким якість визначалася та включалася у відповідності з власною вагою у остаточну оцінку та відповідала 5 класам (Таблиця 4.1.), [8],[7], [1].

Як тест-об'єкт було використано лабораторну культуру планктонної водорості *Desmodesmus communis* (Hegewald) Hegewald. Тестовою функцією була відтворюваність тестового об'єкта. Кількість повторних контрольних та експериментальних варіантів становила 5. Результати дослідження були піддані варіаційно-статистичній обробці. Досліджені концентрації становили 1,0 мл • $л^{-1}$; 10,0 мл • $л^{-1}$ та 1,0 г • $л^{-1}$; 10,0 г • $л^{-1}$ [5]-[8].

Таблиця 4.1. – Шкала екологічної якості води та донних відкладень за біотестуванням на мікроводоростях.

Виживання клітин водоростей під час лабораторного експерименту, % від контролю	**Кольорове маркування**	**Екологічний статус**	**Характеристика водного середовища**
> 100 %	Синій	Відмінний	Стимулююча
75 % - 100 %	Зелений	Добрий	Нейтральна
50 % - 75 %	Жовтий	Середній	Токсична
25 % - 50 %	Помаранчевий	Поганий	Гостро токсична
< 25 %	Червоний	Дуже поганий	Летальна

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.

Аналіз екологічного стану води та донних субстратів Одеського морського регіону у 2019-2021 рр. за методом біотестування

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

Так, протягом літа та осіні 2019 року методом біотестування по мікроводоростям не було виявлено значного рівня токсичних забруднюючих речовин у воді досліджуваних акваторій (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.1.). Переважна більшість обстежених акваторій відповідала критеріям ДЕС. Винятком був лише водний масив CW7, де восени 2019 року на пляжі Коблево води не відповідали критеріям ДЕС (54,12 % від контролю). Їх екологічний стан був оцінений як «Середній».

Дещо гірші показники було зафіксовано 2019 року у донних відкладеннях портових зон, районах змішування річкових і морських вод українського шельфу, тощо (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.2.). Так, токсичні речовини за показником розвитку мікроводоростей були виявлені у донних відкладеннях прибережних водних масивів CW5 (окрім точок на пляжах Аркадія та Дельфін, показники яких відповідали критеріям ДЕС, показники на інших точках відповідали «Середньому» екологічному стану), CW6 (показники на всіх спостерігаємих точках відповідали «Поганому» екологічному стану) та CW7 (показники на всіх спостерігаємих точках відповідали «Поганому» екологічному стану). Показники на точках прибережного водного тіла CW4 відповідали «Доброму» екологічному стану.

При проведені аналізу проб, відібраних восени 2020 року впливу токсичних речовин на розвиток *D. communis* не виявлено на більшості станцій. Негативний вплив на водорость мала тільки вода з станцій, що знаходяться під значним антропогенним навантаженням. Так, вплив токсичних речовин на репродукцію *D. Communis* були виявлені у масивах CW7 (порт Південний) та CW6 (порт Одеса), які за екологічним статусом були оцінені як «Середній». Речовини, що під час біотестування мали токсичний вплив на репродукцію D. communis, знаходилися у поверхневому шарі води масиву CW6 – райони порту Одеса (30,88-33,83 % від контролю), у зразках з мінімальними концентраціями токсичних речовин, відібраними у акваторії пляжу CW 7 Коблеве (62,50 % від контролю). За екологічним статусом ці райони оцініють як «Середній». У CW5 токсичні речовини містилися поблизу Дачі Ковалевського (53,92- 58,82 % від контролю) та у зразках з мінімальними концентраціями, відібраними у акваторії пляжу санаторію ім. Чкалова (51,96 % від контролю).

Екологічний стан водного середовища інших прибережних акваторій Дніпро-Бузького та Дністровського регіонів був значно кращим та відносився до класів вод «Відмінний» та «Добрий» (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.3.).

Також восени, під час досліджень 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 у Дніпро-Бузькому регіоні поблизу порту Одеса (CW6). Донні відкладення у прибережних водних масивах Дністровського регіону CW4 (Затока), Дніпро-Бузького регіону CW5 (мис Малий Фонтан), CW6 (пляж Лузанівка), CW7 (пляж Коблеве та порт Південний) відносилися до класу «Відмінний» (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.4).

У донних відкладеннях прибережної смуги моря також була встановлена наявність токсичних речовин. Так у зразках з мінімальними концентраціями, які були відібрані у акваторіях пляжів Затока (CW4),

чисельність клітин водорості становила 64,73 % від контролю, у варіантах з максимальними концентраціями зразків донних відкладень масиву CW7 (порт Південний) чисельність клітин *D. communis* складала 37,75 %, пляжу Лузанівка – 46,08 % від контролю. Ці донні масиви відносяться до екологічних класів «Відмінний» та «Добрий».

У зразках, відібраних у акваторіях пляжу CW5 Дача Ковалевського - чисельність клітин *D. communis* становила 37,44 % та 55,88% від контролю для мінімальних та максимальних концентрацій відповідно. Екологічна якість цих масивів відповідає класам від «Поганий» до «Відмінний» у CW7, та від «Середній» до «Відмінний» у CW5, відповідно.

Донні відкладення у CW5 (пляж Дельфін, мають значну токсичність, та відповідають «Дуже поганому» екологічному стану (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.5).

Проведені дослідження українських прибережних виявили, що проби води, відібрані влітку та восени 2021 року у переважній більшості досліджуваних районів у воді прибережної частини ПЗЧМ знаходилися токсичні речовини.

Для проб, відібраних влітку та восени 2021 року було виявлено наявність токсичного впливу на культуру мікроводоростей, щоможе вказувати на присутність у воді досліджуваних акваторій токсичних речовин.

У пробах відібраних влітку токсичний вплив на мікроводорості *D. Communis* був зафіксований для води масивів CW7 (порт Південний) та CW6 (пляж Лузанівка), CW5 (пляжі Дача Ковалевського, Аркадія, мис М. Фонтан, санаторію Чкалова, пляж Дельфін), CW4 (пляж Затока). Екологічний стан водних масивів CW6, CW5, CW4 можна оцінити як «Середній».

Екологічний стан водного середовища інших прибережних акваторій CW7 (Коблеве) та CW6 (порт Одеса) був кращим та може бути оцінений як «Відмінний» та «Добрий» Для них був зафіксований стимулюючий ефект на розвиток тест-об’єкту.

Також під час досліджень якості екстрагованих забруднювачів донних відкладень, відібраних влітку у прибережній смузі моря частіше, ніж при

біотестуванні якості її вод, спостерігався значний стимулюючий вплив забруднюючих сполук на репродукцію *D. Communis*. Донні відкладення у CW7 (пляж Коблеве) були токсичними. Разом з тим, донні відкладення з CW6 (пляж Лузанівка) можні віднести до «Середнього» та «Поганого» екологічного стану.

Восени 2021 р. практично для всіх точок, розташованих у CW5, CW6 та CW7 встановлено токсичну або гостро-токсичну дію проб води на тест-об'єкт. Лише для водного масиву CW4 (Дністровський регіон) було продумонстровано дещо кращі показники (76,30% для концентрації 10,0 мл • $л^{-1}$) (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.6.).

Дослідженнями якості екстрагованих забруднювачів донних відкладень, відібраних восени встановлено, що у прибережній смузі моря спостерігалася значно краща ситуація. Токсичні речовини знаходилися у донних відкладеннях всіх досліджуваних акваторіях масиву CW 5 за винятком Дачи Ковалевського, де розвиток *D. Communis* становив 96,83% від контролю для концентрації 10,0 мл • $л^{-1}$. Стимулятори для процесів репродукції водорості тест-об`єкту були знайдені у донних відкладеннях пляжів масиву CW 7 – порту Південний (128,46% та 126,68 % від контрольних значень у варіантах з концентраціями 1,0 мл • $л^{-1}$; 10,0 мл • $л^{-1}$, відповідно), Коблеве (100,48 % та 111,00 % від контрольних значень у варіантах з концентраціями 1,0 мл • $л^{-1}$; 10,0 мл • $л^{-1}$, відповідно), Лузанівка (CW 6) (136,03 % та 113,67 % від контрольних значень у варіантах з концентраціями 1,0 мл • $л^{-1}$; 10,0 мл • $л^{-1}$, відповідно) Додаток Ґ, Таблиця Ґ.7).

Аналіз екологічного стану води та донних субстратів ПЗЧМ у 2019 році за методом біотестування

Влітку 2019 року поверхневі води району змішування річкових та морських вод (ShW_UA_5), та у центральній зоні української частини шельфу Чорного моря (ShW_UA_7) можна було віднести до класів якості

«Добрий» та «Відмінний», води у центральній частині (глибина 41 м, район філофорного поля Зернова) – до класу «Добрий».

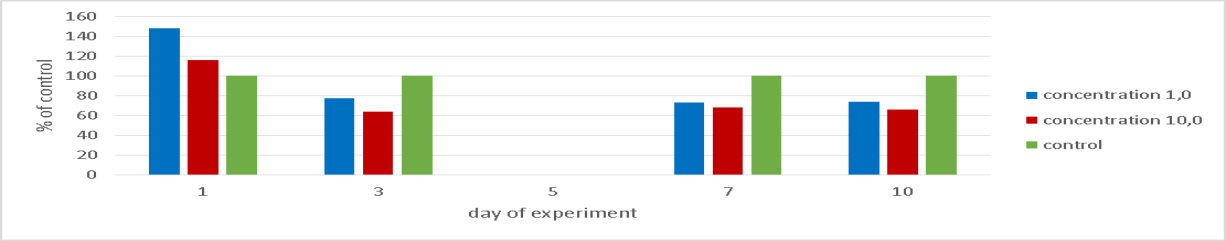
У 2019 році, восени, поверхневий шар води українського естуарного водного масиву Дунайського району та донні відкладення зазначеного району (глибина 4,0 м), можна віднести до класу екологічного стану «Відмінний» та «Добрий», відповідно (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.3).

У цей період води району о. Зміїний (CW1) (Дунайський район) можна можна оцінити як ті, що відповідають «Доброму» екологічному стану, у той час як донні відкладення – «Середньому».

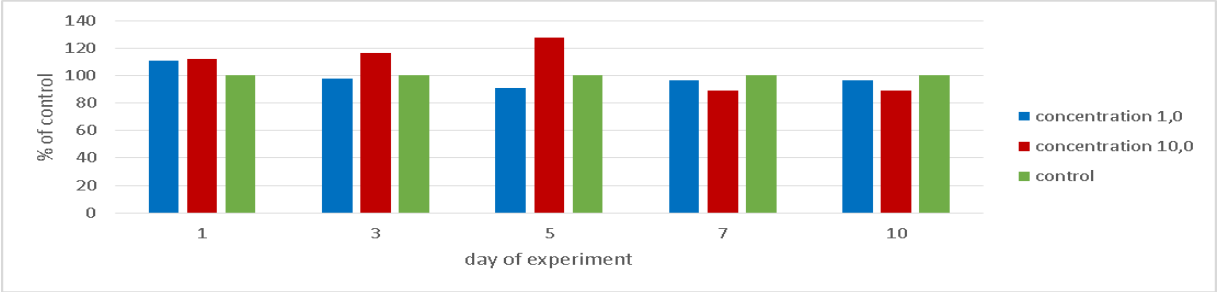
Аналіз екологічного стану води та донних субстратів Дунайського регіону у 2019-2021 роках за методом біотестування

Восени 2019 року в водах Дунайського регіону не виявлено впливу на розмноження досліджуваного об'єкта. Навпроти, донні відкладення чинили токсичний вплив на репродуктивні процеси досліджуваного об’єкта (для концентрації 1,0 г • $л^{-1}$ кількість клітин становило 74,11% та для 10,0 г • $л^{-1}$ 66,22% від контрольних значень) (рис.4.1).

Влітку та восени 2020 р. у Дунайському регіоні у естуарній зоні, на виході з річки, у місцях дампінгу, всюди у донних відкладеннях були присутні речовини, вочевидь біогенні, які викликали різке та дуже значне зростання кількості клітин мікроводорості відносно контрольних значень. Лише для проб з естуарної зони Дунаю та поблизу о. Зміїний у відкритій частині моря було виявлено токсичний вплив на тест-об’єкт. Стан донних відкладень у районах відбору вищезазначених проб оцінювався як «Поганий» (Додаток Ґ, Таблиця Ґ.6).



а



б

Рисунок 4.1. – Зміна кількості клітин *D. communis* (у % від контролю) під час біотестування поверхневої води (а) та донних відкладень (б), відібраних в районі Дунаю (вихід з рукава міста Кілія, 09 листопада 2019 р.).

Восени 2021 р. у Дунайському регіоні дослідженнями якості води встановлено, що речовини, які містилися у вищезазначених шарах води мали летальну дію на *D. communis*. Водне середовище було токсичним для *D. communis,* за екологічним статусом стан цієї акваторії був оцінений як «Середній» (Додаток Ґ, таблиці Ґ.9., Ґ.10.)..

Результати біотестування води та донних відкладень на мікроводорості протягом 2019-2021 рр. дозволяють зробити висновок, що у шельфових водах ПЗЧМ стан водного середовища дещо кращий, ніж у прибережних водних масивах. Постійного екологічного моніторингу навколишнього середовища потребують акваторії, які включають українські прибережні водні масиви, райони, зачеплені річковим стоком (річок Дунай, Дністер, Дніпро та Буг), зони портових, міських зливних стічних вод та зони їх впливу, район змішування річкових та морських вод, центральна частина українського шельфу Чорного моря.

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).

Аналіз отриманих даних показав, що в 2019-2021 рр. в альгоценозі ПЗЧМ було відмічено 169 видів і різновидів мікроводоростей, що відносяться до 11-ти систематичних відділів фітопланктону. Основу видового різноманіття складав діатомово-динофітовий комплекс видів. Протягом 2019-2021 років в акваторії ОМР спостерігалися три масштабні випадки «цвітіння» води, викликаних масовим розвитком мікроводоростей: Перше спостерігалось в червні 2019 року по всій акваторії ОМР та на значній частині акваторії ПЗЧМ та було викликано розвитком ціанобактерії *Nodularia spumigena*. Друге – в червні 2020 року в акваторії Хлібної гавані Одеського морського порту та також було викликано розвитком ціанобактерії *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault. Третє – в жовтні 2020 року: "Червоний прилив", викликаний 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. Однак за показниками фітопланктону екологічна ситуація в регіоні залишається нестабільною. Регулярно спостерігаються випадки цвітіння води, а екологічний стан води на окремих точках часто не відповідає ДЕС.

До того ж за значеннями хлорофілу α акваторія ОМР знаходится у пригніченому стані. Зберігаються відносно високі показники хлорофілу, що свідчить про високий рівень евтрофування акваторії. Більшість розглянутих водних масивів у більшу частину року не відповідає ДЕС.

Протягом 2019-2021 рр. у всіх досліджуваних акваторіях було ідентифіковано 78 таксонів зоопланктону ранга виду та вище, морського, солонуватоводного та прісноводного комплексів. Основу розмаїття складали копеподи, при чому суттєву частину таксонів складали бентопелагічні види рядів Harpacticoida та Canueloida. За три розглянуті роки найнижче різноманіття було продемонстроване 2021 року. Різноманіття 2019 та 2020 року було співставним. Найбільшу чисельність продемонстрував 2021 рік а біомасу – 2020. Найгірші показники екологічного стану продемонстрував 2019 рік, найкращі ж – 2021, що демонструє поступове покращення екологічного стану. Однак за весь розглянутий період спостерігається поступове зростання частки гетеротрофної динофлагелляти *N. scintillans*, що може вказувати на можливе погіршення стану у майбутньому. Найгірші показники були продемонстровані навесні та восени. Оцінка екологічного стану на гарячих точках уздовж одеського узбережжя виявила досить низкі показники екологічного стану, майже всі точки тоді демонстрували «Дуже поганий» екологічний стан, однак це може бути пов’язано з недостатньою охоплюваністю сезонів по спостереженням та необхідністю доповнення методики оцінки.

За 2019-2021 відзначено 7 основних типів донних угруповань макрозообентосу: *Mytilus galloprovincialis, Lentidium mediterraneum, Chamelea gallina, Anadara inaequivalvis* - Chamelea gallina, угруповання Polychaeta varia, *Cerastoderma glaucum - Alitta succinea / Spio filicornis, Abra nitida* – polychaeta varia. У 2021 році спостерігалася зміна співвідношень числа станцій з ДЕС/не-ДЕС, таким чином що лише 5% мало добрий еколочиній стан, тоді як раніше близько 40%. В цілому, донні угрупування безхребетних прибережної зони ПЗЧМ є достатньо дінамічними у порівнянні з угрупуваннями більш глибоководної шельфової зони. З одного боку це обумовлено динамікою сустрату прибою, з іншого – антропогенним навантаженням та концентрацією органічних речовин у воді та донних відкладеннях. Значення інтегральних показників якості середовища AMBI та M-AMBI достовірно не

відрізнялося у 2019-2020 рр., проте мало нижчі середні значення у 2021. Через обмежену кількість спостережень говорити про загальний тренд на погіршення на даний момент передчасно.

У порівнянні з усім Чорним морем прибережні частини ПЗЧМ мають бідну донну флору. В результаті проведених досліджень макрофітобентосу прибережних частин Дніпровського регіону, Одеської затоки та Дністровського регіону у межах ОМР було виявлено 42 види: 40 бентосних водоростей та 2 види морських трав, що входять до 4 відділів. Показники екологічної активності трьох домінант макрофітів та загальної екологічної активності видів-макрофітів практично на всіх акваторіях демонструють рівні, відповідаючі критеріям ДЕС, однак показник відсотку чутливих видів майже на всіх досліджуваних акваторіях демонструє рівень, що не відповідає критеріям ДЕС. Однак за недостатком даних, зокрема відсутністю сезонних зимніх та весняних відборів.

Впродовж 2019-2021 років в угрупованнях мікрофітобентосу твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій) та пухких (пісок, мул) субстратів прибережних акваторій ПЗЧМ було знайдено від 158 до 204 видів водоростей – представників 8 відділів. Переважали діатомеї, які нараховували 106-150, або 67,1-73,5 % від загальної кількості знайдених видів. Часто зустрічалися й ціанопрокаріоти (22-24 види, або 11,8-14,6 %). В цілому, стан угруповань мікрофітобентосу у водних масивах ПЗЧМ впродовж 2020 року значно покращився у порівнянні з 2019. На це вказує, зокрема, зменшення систематичних та кількісних показників розвитку сапробіонтних видів. А у 2021 році він влітку покращився, а восени – дещо погіршився порівняно з 2020 роком.

Результати біотестування води та донних відкладень на мікроводорості протягом 2019-2021 рр. дозволяють зробити висновок, що у шельфових водах ПЗЧМ стан водного середовища дещо кращий, ніж у прибережних водних масивах. Постійного екологічного моніторингу навколишнього середовища потребують акваторії, які включають українські прибережні водні масиви,

райони, зачеплені річковим стоком (річок Дунай, Дністер, Дніпро та Буг), зони портових, міських зливних стічних вод та зони їх впливу, район змішування річкових та морських вод, центральна частина українського шельфу Чорного моря.

В структурі біологічних угруповань пелагіалі та бенталі Чорного моря зберігається загальний тренд на покращення екологічного стану. Однак в окремих випадках, зокрем у прибережних точкових районах з суттєвим антропогенним навантаженням фіксуються показники, що не відповідають критеріям ДЕС. В цілому екологічний стан прибережних біоценозів пелагіалі та бенталі досліджуваної акваторії протягом 2019-2021 років залишався нестабільним.

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 Водоросли [Текст] : справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк [и др.]. – К. : Наук. думка, 1989. – 606 с.

23 Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов [Текст] : сборник / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. – М. : Наука, 1975. – С. 81-117

24 Рябушко Л. И. Сообщества диатомовых водорослей на раковинах моллюсков рода *Mytilus* L. [Текст] / Л .И. Рябушко, В. И. Рябушко // Альгология. – 1998. – Т. 8, № 3. – С. 254-259

25 Рябушко Л. И. Микрофитобентос бухты Казачья Черного моря (Украина) [Текст] / Л. И. Рябушко, В. И. Рябушко // Альгология. – 2001. – Т. 11, № 1. – С. 70-83

26 Неврова Е. Л. Донные диатомовые водоросли на рыхлых грунтах в глубоководной части устья Севастопольской бухты (Черное море) [Текст] / Е. Л. Неврова // Альгология. – 1999. – Т. 9, № 1. – С. 43-53

27 Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений [Текст] / под ред. А. В. Цыбань. – Л. : Гидрометеоиздат, 1980. – С. 100-105, 166-177

28 Борисова Е. В. Разнообразие водорослей Украины [Текст] / Е. В. Борисова, Л. Н. Бухтиярова, С. П. Вассер [и др.] // Альгология. – 2000. – Т. 10, № 4. – С. 6-135

29 Рябушко Л. И. Атлас токсичных микроводорослей Черного и Азовского морей [Текст] / Л. И. Рябушко. – НИЦ Вооруженных Сил Украины «Государственный океанариум». – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 140 с.

30 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. – 26.12.2019. – Title from the screen

31 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. – 24.12.2019. – Title from the screen

32 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.

33 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.

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

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

36 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.

37 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.

38 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. – 138 с.

39 Набокін М. В. Багаторічні зміни внеску *Noctiluka scintillans* в біомасу зоопланктону та оцінка стану вод Одеської затоки // Екологія – філософія існування людства. Тез.конф. Україна, Мелітополь. – 2018. – С. 87-89.

40 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

41 Lazăr L. et al. ANEMONE Deliverable 2.1 "Impact of the Rivers on the Black Sea Ecosystem" / ISBN: 978-606-528-528-6. - Editura CD Press, Romania, 2021. - p. 57.

42 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.

43 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

44 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

45 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

46 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

47 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

48 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

49 REPORT Thresholds values of macrophytobenthos indicators for determining the ecological status class (GES/ NotGES) of national subdivisions for Ukrainian state marine monitoring / Institute of Marine Biology, NAS Ukraine (IMB NASU). –January 2020, Odessa. – p. 26.

50 Оцінка якості морського середовища методами біопроби та біоіндикації // Основна оцінка та визначення хорошого екологічного стану (ГЕС) морського середовища Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України [Текст]: звіт про наукові дослідження. праця (серед.) / Український науковий центр екології моря; керівник: Український В. В.; виконавці: Красота Л. Л., Семенова О. О., Рачинська О.

В. – Одеса, 2018. – Вип. 3. – 143 с. – Бібліогр.: с. 108-118. – № СР 0118U006641. – Інв. № 0219U101293.

51 Ланская, Л. А. Выращивание водорослей [Текст] / Л. А. Ланская. – Экологическая физиология морских планктонных водорослей. – К.: Наукова думка, 1971. – С. 5-21.

52 Методологические основы комплексного экологического мониторинга океана [Текст]: подп. А. В. Цыбань. – М.: Московское отделение Гидрометеоиздата, 1988. – С. 185-200.

53 Семенова О.А. Оценка токсичности донных отложений озера Кугурлуй методом биотестирования [Текст] / О.А. А. Семенова, В. Л. Базелян // Черноморский экологический вестник. – 2006. – № 3. – Часть 1. – С. 125-135.

54 Плохинский Н.А. //М.: Изд-во МГУ. – 1970. – С. 340.

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

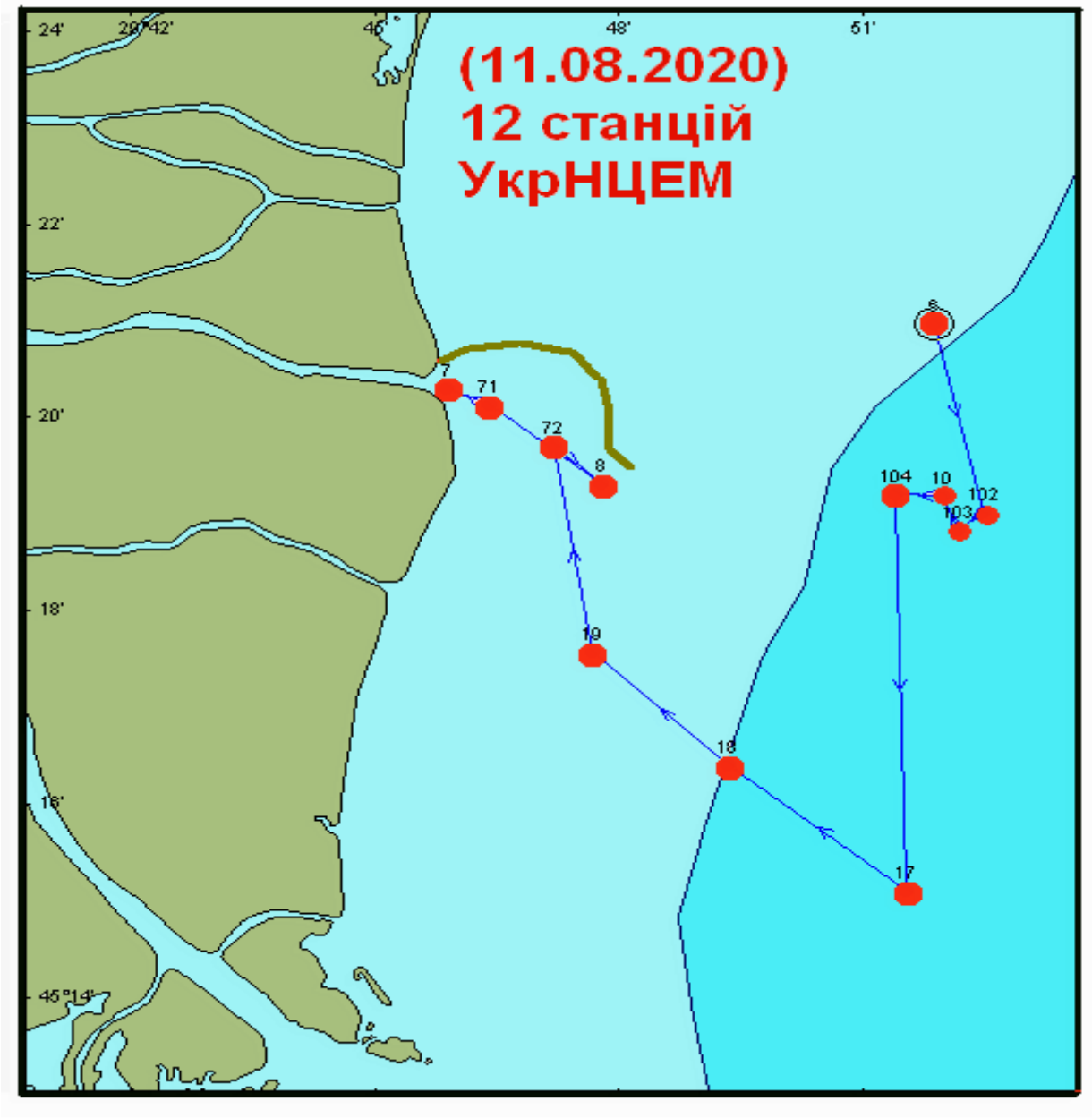


Рисунок А.1 – Карта – схема точок відбору гідробіологічних проб на ПЗЧМ (2019-2020 рр.).

ДОДАТОК Б

СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ ФІТОПЛАНКТОНУ

Таблиця Б 1 - Список зареєстрованих видів фітопланктону у прибережних та шельфових районах ПЗЧМ протягом 2019-2021 рр.

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

Продовження таблиці Б 1

Halamphora coffeaeformis (C. Agardh) Kützing, 1844
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

Продовження таблиці Б 1

Thalassionema nitzschioides (Grunow, 1862) Van Heurck, 1896
Thalassiosira baltica (Grunow in P.T. Cleve , Grunow) Ostenfeld, 1901
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

Продовження таблиці Б 1

Azadinium sp.
Azadinium spinosum Elbrächter , Tillmann, 2009
Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin, 1841
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

Кінець таблиці Б 1

Protoperidinium sp.
Protoperidinium steinii (Jörgensen, 1899) Balech, 1974
Scrippsiella trochoidea (Stein, 1883) Balech ex Loeblich III, 1965
Tripos furca (Ehrenberg) F.Gómez, 2013
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 у 2019-2021 рр. видів мезозоопланктону в ПЗЧМ

Таблиця В.1 - Список зареєстрованих у 2019-2021 рр. видів мезозоопланктону в ПЗЧМ.

Таксономічна група	Таксон	2019	2020	2021
Protozoa	*Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921			
	Tintinoidea g. sp.			
Jellyfish	*Hydromedusa* Wagler, 1830	+	+	
	Aurelia aurita Linnaeus, 1758	+	+	+
	Sarsia tubulosa (M. Sars, 1835)			+
	Beroe ovata Bruguière, 1789	+	+	+
	Pleurobrachia pileus (O. F. Müller, 1776)	+		+
	Mnemiopsis leidyi A. Agassiz, 1865	+		
Rotifera	*Asplanchna priodonta* Gosse, 1850	+	+	+
	Brachionus caliciflorus calyciflorus Pallas, 1776	+	+	
	Brachionus calyciflorus f. amphiceros Ehrenberg, 1838	+	+	
	Brachionus calyciflorus spinosus Pallas, 1766		+	
	Brachionus forficula Wierzejski, 1891		+	
	Brachionus plicatilis Müller, 1786			+
	Brachionus quadridentatus quadridentatus Hermann, 1783	+		
	Filinia longiseta (Ehrenberg, 1834)	+		
	Synchaeta baltica Ehrenberg, 1834	+	+	+
	Rotatoria sp.	+	+	+
Cladocera	*Bosmina (Bosmina) longirostris* (O.F. Müller, 1785)	+	+	
	Cercopagis (Cercopagis) pengoi (Ostroumov, 1891)	+		
	Cornigerius maeoticus (Pengo, 1879)	+		
	Diaphanosoma brachyurum (Liévin, 1848)		+	
	Evadne spinifera P.E. Müller, 1867	+	+	+
	Leptodora kindtii (Focke, 1844)	+		
	Moina micrura Kurz, 1875	+	+	
	Penilia avirostris Dana, 1849	+	+	+
	Pleopis polyphemoides (Leuckart, 1859)	+	+	+
	Podonevadne trigona (G.O. Sars, 1897)	+	+	
	Pseudevadne tergestina Claus, 1877	+	+	
Calanoida	*Acartia (Acartiura) clausi* Giesbrecht, 1889	+	+	+
	Acartia (Acanthacartia) tonsa Dana, 1849	+		
	Calanus euxinus Hulsemann, 1991	+		+
	Centropages ponticus Karavaev, 1895	+	+	+
	Centropages spinosus (Krichagin, 1873)	+		
	Eurytemora velox (Lilljeborg, 1853)	+	+	
	Paracalanus parvus parvus (Claus, 1863)	+	+	+
	Pseudocalanus elongatus (Boeck, 1865)	+	+	+
Cyclopoida	*Acanthocyclops vernalis vernalis* (Fischer, 1853)		+	
	Eucyclops serrulatus serrulatus (Fischer, 1851)		+	

Кінець таблиці В 1

Таксономічна група	Таксон	2019	2020	2021
Cyclopoida	*Cyclopina gracilis* Claus, 1863	+		
	Oithona davisae Ferrari F.D. & Orsi, 1984	+	+	+
	Oithona similis Claus, 1866	+	+	+
	Cyclopoida sp.	+	+	
Harpacticoida	*Canuella perplexa* Scott T. & A., 1893	+	+	+
	Clytemnestra sp. Dana, 1847		+	
	Dactylopusia sp. Norman, 1903		+	+
	Ectinosoma sp. Boeck, 1865	+	+	+
	Harpacticus sp. Milne Edwards H., 1840	+	+	+
	Heterolaophonte sp. Lang, 1948	+	+	+
	Metis ignea Philippi, 1843	+	+	+
	Thalestris longimana Claus, 1863	+	+	+
	Harpacticoida g. sp. Sars G.O., 1903	+	+	+
Monstilloida	*Monstrilla grandis* Giesbrecht, 1891		+	
Meroplankton	*Nereis* Linnaeus, 1758 sp.	+	+	+
	Prionospio Malmgren, 1867 sp.		+	
	Spio filicornis (Müller, 1776) larvae	+	+	+
	Polychaeta Grube, 1850 g. sp., larvae	+	+	+
	Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	+	+	+
	Decapoda Latreille, 1802, larvae	+	+	+
	Gastropoda Cuvier, 1795 veliger (larvae)	+	+	
	Bivalvia Linnaeus, 1758 gen sp., larvae	+	+	
	Ascidiacea gen. sp.	+		
	Chironomidae g. sp., larvae		+	
	Pisces g. sp., larvae		+	+
Varia	*Palaemon elegans* Rathke, 1836	+	+	
	Mysida Boas, 1883			+
	Parasagitta setosa (Müller, 1847)	+	+	+
	Oikopleura (Vexillaria) dioica Fol, 1872	+	+	+
	Bryozoa larvae		+	
	Hydrachnidia (Acari) gen. sp.	+	+	+
	Ostracoda Latreille, 1802, g.sp.	+	+	+
	Cumacea Krøyer, 1846, g. sp.	+	+	+
	Isopoda Latreille, 1817, g. sp.	+	+	
	Amphipoda Latreille, 1816, g. sp.	+	+	+
	Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	Phoronis euxinicola Selys-Longchamps, 1907	+	+	+
	Nematoda gen. sp		+	+
	Insecta sp.		+	
Загалом	78	61	63	43

ДОДАТОК Г

Список зареєстрованих у 2019-2021 рр. видів макрозообентосу в ПЗЧМ та ступінь їх зустрічаємості у пробах

Таблиця Г.1. - Список зареєстрованих у 2019-2021 рр. видів макрозообентосу в ПЗЧМ та ступінь їх зустрічаємості у пробах (%).

Назва таксону	**2019**	**2019 шельф**	**2020**	**2021**	**загальний висновок**
Annelida					
Alitta succinea (Leuckart, 1847)	85,70	27,30	100,00	80,00	69,00
Amphiglena mediterranea (Leydig, 1851)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Aonides oxycephala (Sars, 1862)	0,00	22,70	0,00	0,00	7,00
Aonides paucibranchiata Southern, 1914	35,70	13,60	20,00	25,00	22,50
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	14,30	77,30	86,70	65,00	63,40
Cossura soyeri Laubier, 1964	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Dipolydora quadrilobata (Jacobi, 1883)	0,00	36,40	0,00	0,00	11,30
Ditrupa arietina (O. F. Müller, 1776)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Eteone sp.	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Galathowenia sp.	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Glycera alba (O.F. Müller, 1776)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Glycera tridactyla Schmarda, 1861	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Harmothoe imbricata (Linnaeus, 1767)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Harmothoe reticulata (Claparède, 1870)	21,40	45,50	0,00	5,00	19,70
Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776)	0,00	18,20	0,00	0,00	5,60
Heteromastus filiformis (Claparède, 1864)	0,00	18,20	0,00	0,00	5,60
Lagis koreni Malmgren, 1866	0,00	18,20	0,00	0,00	5,60
Lagis neapolitana (Claparède, 1869)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Leiochone leiopygos (Grube, 1860)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Melinna palmata Grube, 1870	0,00	18,20	0,00	0,00	5,60
Microspio mecznikowiana (Claparède, 1869)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Mysta picta (Quatrefages, 1866)	7,10	31,80	6,70	15,00	16,90
Neanthes fucata (Savigny, 1822)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Nephtys hombergii Savigny in Lamarck, 1818	14,30	40,90	40,00	15,00	28,20
Nephtys sp.	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Nereis juv.	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Nereis zonata Malmgren, 1867	0,00	27,30	0,00	0,00	8,50
Oligochaeta sp.	0,00	0,00	66,70	15,00	18,30
Pholoe inornata Johnston, 1839	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Phyllodoce maculata (Linnaeus, 1767)	0,00	22,70	0,00	0,00	7,00
Pisidia bluteli (Risso, 1816)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80

Продовження таблиці Г.1.

Platynereis dumerilii (Audouin & Milne Edwards, 1833)	0,00	18,20	6,70	0,00	7,00
Polydora limicola Annenkova, 1934	7,10	9,10	20,00	5,00	9,90
Polynoe scolopendrina Savigny, 1822	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Prionospio cirrifera Wirén, 1883	35,70	45,50	0,00	0,00	21,10
Pygospio elegans Claparède, 1863	0,00	18,20	0,00	0,00	5,60
Sabellaria taurica (Rathke, 1837)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Scolelepis (Scolelepis) squamata (O.F. Muller, 1806)	0,00	0,00	6,70	0,00	1,40
Spio filicornis (Müller, 1776)	64,30	27,30	86,70	90,00	64,80
Terebellides stroemii Sars, 1835	0,00	27,30	0,00	0,00	8,50
Arthropoda					
Ampelisca diadema (Costa, 1853)	0,00	27,30	0,00	0,00	8,50
Amphibalanus eburneus (Gould, 1841)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	7,10	36,40	6,70	10,00	16,90
Amphipoda gen.	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Apherusa bispinosa (Spence Bate, 1857)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Apseudopsis ostroumovi Bacescu & Carausu, 1947	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Athanas nitescens (Leach, 1814 [in Leach, 1813-1815])	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Brachynotus sexdentatus (Risso, 1827)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Caprella acanthifera Leach, 1814	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Cardiophilus sp.	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Chaetogammarus olivii (H. Milne Edwards, 1830)	0,00	0,00	40,00	0,00	8,50
Chironomus salinarius Kieffer, 1915	14,30	0,00	26,70	20,00	14,10
Crangon crangon (Linnaeus, 1758)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Crassicorophium bonellii (H. Milne Edwards, 1830)	0,00	0,00	13,30	0,00	2,80
Cumopsis goodsir (Van Beneden, 1861)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Dexamine spinosa (Montagu, 1813)	35,70	18,20	26,70	10,00	14,10
Diogenes pugilator (P. Roux, 1829)	7,10	13,60	0,00	0,00	5,60
Gastrosaccus sanctus (Van Beneden, 1861)	0,00	9,10	0,00	10,00	5,60
Hyale sp.	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Idotea balthica (Pallas, 1772)	0,00	0,00	26,70	20,00	11,30
Iphinoe maeotica Sowinskyi, 1893	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Liocarcinus navigator (Herbst, 1794)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Melita palmata (Montagu, 1804)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Microdeutopus algicola Della Valle, 1893	0,00	22,70	0,00	0,00	7,00
Microdeutopus gryllotalpa Costa, 1853		36,40	46,70	30,00	29,60
Orchomene humilis (Costa, 1853)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Palaemon elegans Rathke, 1836	35,70	4,50	13,30	5,00	12,70
Paramysis (Longidentia) Daneliya, 2004	0,00	0,00	6,70	0,00	1,40

Продовження таблиці Г.1.

Perioculodes longimanus (Spence Bate & Westwood, 1868)	0,00	22,70	0,00	0,00	7,00
Phtisica marina Slabber, 1769	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Sphaeroma serratum (J. C. Fabricius, 1787)	7,10	4,50	0,00	0,00	2,80
Stenosoma capito (Rathke, 1836)	7,10	0,00	0,00	0,00	1,40
Xantho poressa (Olivi, 1792)	0,00	0,00	13,30	0,00	2,80
Bryozoa					
Conopeum seurati (Canu, 1928)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Membranipora sp.	0,00	0,00	20,00	10,00	7,00
Cnidaria					
Actinia equina (Linnaeus, 1758)	7,10	0,00	0,00	5,00	1,40
Cylista undata (Müller, 1778)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Echinodermata					
Amphipholis squamata (Delle Chiaje, 1828)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Amphiura stepanovi Djakonov, 1954	0,00	22,70	0,00	0,00	7,00
Oestergrenia digitata (Montagu, 1815)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Holothuroidea					
Oestergenia sp.	0,00	0,00	6,70	0,00	1,40
Mollusca					
Abra nitida (O. F. Müller, 1776)	0,00	18,20	26,70	5,00	12,70
Abra segmentum (Récluz, 1843)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Anadara inaequivalvis (Bruguière, 1789)	0,00	54,50	0,00	0,00	16,90
Caecum trachea (Montagu, 1803)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Calyptraea chinensis (Linnaeus, 1758)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	0,00	18,20	6,70	5,00	8,50
Chamelea gallina (Linnaeus, 1758)	42,90	40,90	20,00	35,00	35,20
Donacilla cornea (Poli, 1791)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Doto coronata (Gmelin, 1791)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Fabulina fabula (Gmelin, 1791)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Flexopecten glaber (Linnaeus, 1758)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Gouldia minima (Montagu, 1803)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Hydrobia sp.	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Lentidium mediterraneum (O. G. Costa, 1830)	35,70	9,10	13,30	40,00	23,90
Limapontia capitata (O. F. Müller, 1774)	7,10	0,00	20,00	0,00	4,20
Lucinella divaricata (Linnaeus, 1758)	0,00	9,10	0,00	0,00	2,80
Moerella donacina (Linnaeus, 1758)	0,00	27,30	0,00	0,00	8,50
Mya arenaria Linnaeus, 1758	7,10	4,50	0,00	0,00	2,80
Mytilaster lineatus (Gmelin, 1791)	14,30	0,00	13,30	0,00	5,60
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819	57,10	77,30	80,00	45,00	64,80
Parvicardium exiguum (Gmelin, 1791)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Pitar rudis (Poli, 1795)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40

Кінець таблиці Г 1

Polititapes aureus (Gmelin, 1791)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Rapana venosa (Valenciennes, 1846)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Rissoa splendida Eichwald, 1830	0,00	0,00	6,70	0,00	1,40
Spisula subtruncata (da Costa, 1778)	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Nemertea					
Nemertea sp.	0,00	13,60	46,70	0,00	15,08
Phoronida					
Phoronis euxinicola Selys-Longchamps, 1907	0,00	4,50	0,00	0,00	1,40
Phoronis Wright, 1856	0,00	0,00	6,70	0,00	1,40
Platyhelminthes					
Stylostomum ellipse (Dalyell, 1853)	7,10	9,10	40,00	0,00	12,70
Tunicata					
Ascidiella aspersa (Müller, 1776)	0,00	13,60	0,00	0,00	4,20
Кількість видів	23	96	33	23	113

ДОДАТОК Ґ

Результати аналізу та оцінки екологічного стану водного середовища та доних відкладень ПЗЧМ за методом біотестування

Ґ

Таблиця Ґ.1. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні морських вод прибережної зони ПЗЧМ восени 2019 р. (у % контролю).

Досліджені концентрації морських вод, мл • л$^{-1}$	Час експерименту (дні)									
	1		3		5		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дунайський район ПЗЧМ CW1 біля острова Зміїний (поверхневі води)										
1,0	63,15	8,79	69,72	8,95	94,41	9,53	92,60	10,20	98,02	9,60
10,0	409,50	8,48	73,51	8,85	90,90	9,26	99,22	9,36	89,59	9,10
Дунайський район ПЗЧМ TW5 Дунай (придонні воді)										
1,0	64,91	8,72	80,54	9,05	106,76	9,40	101,53	9,79	114,93	9,48
10,0	94,74	8,62	78,92	8,93	93,51	9,16	91,48	9,43	89,47	8,97
Дунайський район ПЗЧМ CW2 Сасик (поверхневі води)										
1,0	130,60	8,77	125,41	9,12	117,93	9,40	110,05	9,66	105,81	9,19
10,0	80,70	8,11	67,57	8,84	82,88	9,23	90,17	9,33	103,89	8,74
Дністровський район ПЗЧМ CW4 Затока (поверхневі води)										
1,0	110,56	8,74	104,87	9,05	113,06	9,22	108,46	9,43	100,51	9,07
10,0	333,33	8,52	60,54	8,86	80,27	9,22	74,22	9,53	78,24	9,13
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 поблизу Чорноморська (поверхневі води)										
1,0	128,23	9,18	131,14	8,69	123,70	9,01	101,28	9,14	91,46	8,94
10,0	122,35	8,94	112,57	8,50	85,06	8,91	86,11	9,15	84,87	8,86
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 Дача Ковалевського (поверхневі води)										
1,0	87,50	8,77	100,57	9,46	111,90	9,25	105,37	9,07	104,55	9,45
10,0	77,08	8,64	96,88	9,12	103,87	9,40	96,20	9,47	100,84	9,00
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Аркадія (поверхневі води)										
1,0	113,54	8,75	121,53	9,34	116,73	9,31	112,78	9,27	111,71	9,27

Продовження таблиці Ґ.1.

10,0	62,50	8,58	70,54	9,29	86,65	9,42	125,73	9,36	88,80	9,53
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 мис Малий Фонтан (поверхневі води)										
1,0	129,41	8,59	116,02	8,75	101,95	9,41	79,06	9,52	78,57	9,34
10,0	80,59	8,68	71,27	9,09	62,34	9,33	78,31	9,45	77,79	9,38
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 біля санаторію ім. Чкалова (поверхневі води)										
1,0	98,96	8,88	124,65	9,80	121,66	9,78	116,94	9.59	116,68	9,98
10,0	88,54	8,65	122,52	9,40	121,95	9,59	116,11	9,42	116,18	9,61
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Дельфін (поверхневі води)										
1,0	181,25	8,81	133,99	8,74	126,21	9,74	123,80	9,11	121,81	9,38
10,0	142,71	8,60	112,04	9,33	110,25	9,35	107,69	9,21	106,15	9,26
Дніпровський район ПЗЧМ CW6 Лузанівка (поверхневі води)										
1,0	140,63	8,73	135,84	9,46	130,17	9,68	126,48	9,49	121,74	9,66
10,0	90,63	8,74	102,27	9,43	87,43	9,40	88,24	9,23	85,68	9,48
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля порту Південний (поверхневі води)										
1,0	82,29	8,95	123,23	9,44	125,73	9,29	121,11	9,34	118,20	9,60
10,0	82,29	8,7 7	103,83	9,47	109,38	9,48	105,09	9,52	104,55	9,58
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля Коблева (поверхневі води)										
1,0	136,47	8,72	126,52	9,06	132,79	9,39	104,38	9,65	107,66	9,28
10,0	82,94	8,55	155,80	8,82	67,21	9,36	52,99	9,45	54,12	9,00
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля Очакова (поверхневі води)										
1,0	162,35	8,93	154,14	8,84	147,40	9,67	114,31	9,15	109,60	9,27
10,0	120,58	8,90	113,81	8,93	185,00	10,04	92,94	9,47	88,65	9,46
Дніпровський район ПЗЧМ CW9 Тендрівська коса (поверхневі води)										
1,0	162,35	8,79	154,14	9,06	147,40	9,63	114,31	9,77	109,60	9,71
10,0	120,58	8,38	113,81	8,86	125,00	9,35	92,94	9,54	88,65	9,21
Контроль	100,00	8,83	100,00	9,35	100,00	9,42	100,00	9,32	100,00	9,90

Таблиця Ґ.2. – Зміна кількості клітин Desmodesmus communis при біотестуванні морських вод влітку 2019 р. (у % від контролю).

Час експерименту (дні)										
Досліджені концентрації морських вод, мл • л$^{-1}$	1		3		5		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Центральний район ПЗЧМ Філофорне поле Зернова I (поверхневі води)										
1,0	125,88	8,72	116,58	9,06	127,27	9,39	105,56	9,65	104,75	9,28
10,0	90,59	8,55	86,74	8,82	89,93	9,36	93,27	9,45	92,24	9,00
Центральний район ПЗЧМ Філофорне поле Зернова I (придонні води)										
1,0	78,95	9,13	83,78	8,81	106,76	9,01	103,64	9,07	97,00	8,97
10,0	73,68	8,85	64,87	8,66	79,10	8,90	81,57	9,36	86,09	9,50
Зона змішування 2 ПЗЧМ Філофорне поле Зернова II (поверхневі води)										
1,0	71,93	8,59	57,30	8,75	76,04	9,41	77,35	9,52	82,45	9,34
10,0	154,39	8,68	161,08	9,09	133,78	9,33	118,14	9,45,	111,55	9,38
Контроль	100,00	8,78	100,00	9,06	100,00	9,57	100,00	9,78	100,00	9,35

Таблиця Ґ.3. – Зміна кількості клітин Desmodesmus communis при біотестуванні донних відкладень восени 2019 р. (у % від контролю).

Час експерименту (дні)								
Досліджені концентрації екстрактів донних відкладень, г • л$^{-1}$	1		3		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дунайський район ПЗЧМ CW1 біля острова Зміїний								
1,0	87,50	8,75	90,80	8,87	86,88	8,81	88,48	9,46
10,0	160,93	8,65	123,58	9,11	119,17	8,93	70,80	9,15

Продовження таблиці Ґ.3.

Дунайський район ПЗЧМ CW2 Сасик								
1,0	78,13	8,83	78,39	8,90	76,67	9,02	71,35	9,06
10,0	81,25	8,78	56,30	8,86	49,16	9,00	53,20	8,79
Дністровський район ПЗЧМ CW4 Затока								
1,0	118,24	8,76	88,10	9,01	94,58	8,96	119,73	9,20
10,0	151,56	8,70	119,74	9,02	125,42	8,91	88,32	9,27
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 мис Малий Фонтан								
1,0	200,00	9,03	128,27	8,98	112,50	9,93	98,68	8,97
10,0	103,13	9,10	83,37	9,07	81,46	9,83	84,93	9,66
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля порту Південний								
1,0	200,00	9,03	128,27	8,98	112,50	9,93	98,68	8,97
10,0	103,13	9,10	83,37	9,07	81,46	9,83	74,93	9,66
Контроль	100,00	8,78	100,0	9,06	100,00	9,78	100,00	9,84

Таблиця Ґ.4. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні морських вод прибережної зони ПЗЧМ восени 2020 р. (у % контролю).

Досліджені концентрації морських вод, мл • л$^{-1}$	Час експерименту (дні)									
	1		3		5		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дністровський район ПЗЧМ CW4 Затока (поверхневі води)										
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 Дача Ковалевського (поверхневі води)										
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Аркадія (поверхневі води)										
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

Продовження таблиці Ґ.4.

Дніпровський район ПЗЧМ CW5 мис Малий Фонтан (поверхневі води)										
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 біля санаторію ім. Чкалова (поверхневі води)										
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Дельфін (поверхневі води)										
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW6 Лузанівка (поверхневі води)										
1,0	36,92	8,64	152,08	8,69	128,19	8,66	68,42	8,67	107,35	8,50
10,0	38,46	8,52	65,28	8,57	64,43	8,57	90,53	8,49	46,08	8,57
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля CW6 порт Одеса (поверхневі води)										
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля Коблева(поверхневі води)										
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля порту Південний										
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
Контроль	100,00	8,64	100,00	8,61	100,00	8,71	100,00	8,73	100,00	8,74

Таблиця Ґ.5. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні донних відкладень прибережної зони ПЗЧМ восени 2020 р. (у % контролю).

Час експерименту (дні)								
Досліджені концентрації екстрактів донних відкладень, г • л$^{-1}$	1		3		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дністровський район ПЗЧМ CW4 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
Дніпровський район ПЗЧМ 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
Дніпровський район ПЗЧМ 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
Дніпровський район ПЗЧМ 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
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 біля санаторію ім. 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
Дніпровський район ПЗЧМ 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
Дніпровський район ПЗЧМ CW6 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
Дніпровський район ПЗЧМ CW6 порт Одеса								
1,0	286,36	8,11	611,21	9,10	669,84	9,77	1065,88	9,06

Продовження таблиці Ґ.5.

10,0	86,36	8,03	697,41	8,88	1023,80	9,34	>1658,77	9,08
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля Коблева								
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
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля порту Південний								
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
Контроль	100,00	8,78	100,0	9,06	100,00	9,78	100,00	9,84

Таблиця Ґ.6. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні донних відкладень влітку 2020 р. (у % контролю).

Час експерименту (дні)								
Досліджені концентрації екстрактів донних відкладень, г • л$^{-1}$	1		3		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (10)								
1,0	77,27	8,29	248,27	9,58	351,85	9,24	766,83	9,71
10,0	93,45	8,19	231,10	8,58	398,94	9,13	829,86	9,16
Дунайський район ПЗЧМ SW 1(10-2)								
1,0	127,27	8,22	129,31	8,81	253,55	8,91	176,30	9,53
10,0	81,81	8,20	397,41	9,02	594,70	9,52	740,76	9,49
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (10-3)								
1,0	40,9	8,28	270,44	8,85	313,87	9,35	972,51	9,15
10,0	113,53	8,19	387,06	8,28	532,88	9,22	886,26	8,98
Дунайський район ПЗЧМ SW1(10-4)								
1,0	63,63	8,29	346,27	9,00	523,80	9,49	874,88	9,43
10,0	81,81	8,20	328,44	8,86	456,68	9,09	766,93	9,16
Дунайський район ПЗЧМ SW1(7)								
1,0	81,81	8,21	98,27	7,80	110,58	8,69	476,78	9,09

Продовження таблиці Ґ.6.

10,0	95,83	8,24	434,82	8,22	497,25	9,25	756,40	9,10
Дунайський район ПЗЧМ SW1(7-1)								
1,0	95,94	8,24	875,86	8,47	338,62	8,64	41,23	8,68
10,0	113,53	8,20	108,62	8,77	105,85	8,81	125,12	8,71
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (7-2)								
1,0	359,19	8,15	431,10	8,79	545,50	9,57	795,75	9,14
10,0			172,24	8,77	274,07	9,04	952,13	9,13
Дунайський район ПЗЧМ SW1(6)								
1,0	45,45	8,85	356,89	8,90	285,71	9,12	870,62	9,08
10,0	36,36	8,18	431,10	8,79	545,50	9,57	836,49	9,04
Дунайський район ПЗЧМ TW5(8)								
1,0	63,63	8,22	117,24	8,28	135,44	8,89	404,74	8,88
10,0	95,23	8,18	395,34	8,72	316,58	9,57	781,04	9,50
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (19)								
1,0	77,27	8,19	81,89	8,70	94,17	8,75	125,12	8,70
10,0	81,81	8,09	447,41	8,76	571,77	9,22	189,10	9,20
Дунайський район ПЗЧМ CW1 (17) біля острова Зміїний								
1,0	118,80	8,29	260,34	8,88	316,40	8,88	686,26	9,65
10,0	109,09	8,07	315,51	8,75	335,87	9,51	813,74	9,26
Дунайський район ПЗЧМ CW1 (18) біля острова Зміїний								
1,0	118,18	8,16	65,51	8,55	40,74	8,77	44,54	8,63
10,0	77,27	8,07	110,34	8,58	309,10	8,76	763,98	9,50
Контроль	100,00	8,17	100,00	8,61	100,00	8,87	100,00	8,80

Таблиця Ґ.7. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні морських вод прибережної зони ПЗЧМ восени 2021 р. (у % контролю).

Час експерименту (дні)										
Досліджені концентрації морських вод, мл • л$^{-1}$	1		3		5		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дністровський район ПЗЧМ CW4 Затока (поверхневі води)										
1,0	182,37	8,81	45,77	8,53	52,35	8,72	71,58	8,62	33,98	8,55
10,0	111,11	8,67	75,99	8,53	69,13	8,64	80,42	8,55	76,30	8,48
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 Дача Ковалевського (поверхневі води)										
1,0	248,27	8,79	55,46	8,60	55,30	8,70	57,37	8,60	52,82	8,53
10,0	110,34	8,64	28,89	8,53	4,11	8,3 7	73,68	8,60	25,86	8,61
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Аркадія (поверхневі води)										
1,0	170,88	8,87	58,66	8,58	121,48	8,70	74,74	8,73	54,48	8,68
10,0	111,87	8,68	60,34	8,53	76,51	856	70,53	8,88	14,42	8,12
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 мис Малий Фонтан (поверхневі води)										
1,0	126,43	8,79	91,88	8,82	132,22	8,78	178,42	8,69	76,37	8,78
10,0	130,26	8,75	37,66	8,42	32,89	8,79	79,47	8,74	24,13	8,76
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 біля санаторію ім. Чкалова (поверхневі води)										
1,0	160,15	8,71	10,14	8,24	57,00	8,82	48,42	8,67	60,79	8,51
10,0	140,99	8,68	44,12	8,53	61,11	8,55	80,53	8,87	44,92	8,50
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Дельфін (поверхневі води)										
1,0	175,47	8,82	120,61	8,56	181,21	9,00	165,0	9,00	103,26	8,76
10,0	108,04	8,67	57,11	8,44	70,57	9,02	89,03	8,82	37,68	8,49
Дніпровський район ПЗЧМ CW6 Лузанівка (поверхневі води)										
1,0	167,04	8,73	96,10	8,66	120,19	8,56	66,42	8,67	69,63	8,35
10,0	91,18	8,63	52,98	8,51	69,43	8,57	80,53	8,49	38,84	8,46
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 near CW6 Odessa port (поверхневі води)										
1,0	186,20	8,83	103,72	8,61	87,92	8,68	78,58	8,60	80,28	8,56
10,0	108,04	8,70	32,69	8,52	70,15	8,42	71,05	8,25	29,56	8,56

Продовження таблиці Ґ.7.

Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля Коблева(поверхневі води)										
1,0	211,49	8,81	68,96	8,63	65,30	8,69	58,42	8,60	60,21	8,48
10,0	142.52	8,74	46,19	60,21	50,40	8,58	114,74	8,45	65,36	8,56
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля порту Південний										
1,0	196,93	8,79	58,36	8,44	110,41	8,60	67,89	8,63	68,62	8,46
10,0	170,11	8,74	54,63	8,56	55,00	8,48	53,68	8,40	48,16	8,62
Контроль	100,00	8,64	100,00	8,61	100,00	8,71	100,00	8,73	100,00	8,74

Таблиця Ґ.8. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні донних відкладень прибережної зони ПЗЧМ восени 2021 р. (у % контролю).

Досліджені концентрації екстрактів донних відкладень, г • л$^{-1}$	Час експерименту (дні)							
	1		3		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 мис Малий Фонтан								
1,0	41,46	8,22	163,69	8,81	129,00	8,69	130,40	8,66
10,0	54,52	8,24	111,90	8,85	52,88	8,96	42,25	8,60
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Аркадія								
1,0	102,73	8,67	159,52	8,87	133,94	8,63	126,14	9,05
10,0	92,90	8,65	119,04	8,89	64,60	8,87	64,10	8,83
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 Дача Ковалевського								
1,0	81,90	8,28	186,30	8,91	138,49	9,25	136,65	9,21
10,0	175,63	8,21	115,47	8,85	92,00	8,63	96,83	9,46
Дніпровський район ПЗЧМ CW5 пляж Дельфін								
1,0	82,73	8,26	121,42	8,82	43,09	8,74	50,15	8,92
10,0	70,18	8,24	101,78	8,87	102,46	8,93	97,28	9,25
Дніпровський район ПЗЧМ CW6 Лузанівка								
1,0	63,63	7,95	200,59	8,85	123,53	8,82	136,03	8,49

Продовження таблиці Ґ.8.

10,0	122,72	8,22	138,09	8,78	116,31	8,88	113,67	8,85
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля Коблева								
1,0	113,03	8,67	142,26	8,91	121,16	9,19	100,48	8,88
10,0	120,82	8,68	158,92	8,80	122,22	8,63	111,00	8,79
Дніпровський район ПЗЧМ CW7 біля порту Південний								
1,0	69,10	8,49	138,09	8,90	133,36	8,99	128,46	9,33
10,0	127,40	8,68	126,19	8,85	131,71	8,76	126,68	9,26
Контроль	100,00	8,78	100,0	9,06	100,00	9,78	100,00	9,84

Таблиця Ґ.9. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні донних відкладень восени 2021 р. (у % контролю).

Час експерименту (дні)								
Досліджені концентрації екстрактів донних відкладень, г • л$^{-1}$	1		3		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (10)								
1,0	77,27	8,29	182,73	8,93	104,98	8,50	79,55	8,71
10,0	93,45	8,19	117,26	8,73	40,77	8,47	29,75	,42
Дунайський район ПЗЧМ SW 1(10-2)								
1,0	127,27	8,22	123.21	8,84	110.79	8,88	108.51	9.03
10,0	81,81	8,20	77.38	8.76	78.93	8.87	64.05	8.77
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (10-3)								
1,0	40,9	8,28	117,26	8,78	105,95	8.81	107,26	8,85
10,0	113,53	8,19	89,28	8,79	111,47	9,22	108,06	9.35
Дунайський район ПЗЧМ SW1(10-4)								
1,0	63,63	8,29	100,59	8,86	112,63	9,01	10,24	8,65
10,0	81,81	8,20	100,59	8,96	108,66	9,05	151.98	9,43
Дунайський район ПЗЧМ SW1(7)								
1,0	81,81	8,21	195,83	8,77	127,08	8,88	126,14	9,14
10,0	95,83	8,24	152,97	8,73	100,72	8,67	99,95	8,95

Продовження таблиці Ґ.9.

Дунайський район ПЗЧМ SW1(7-1)								
1,0	95,94	8,24	875,86	8,47	338,62	8,64	41,23	8,68
10,0	113,53	8,20	108,62	8,77	105,85	8,81	125,12	8,71
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (7-2)								
1,0	159,19	8,18	106,54	8,89	118,74	8.84	108,24	8,79
10,0	102,21	8,13	57,73	8,76	132,10	8.74	123,38	9,04
Дунайський район ПЗЧМ SW1(6)								
1,0	45,45	8,85	176,19	8,94	131,33	8,72	125,79	8,86
10,0	36,36	8,18	124.40	8,65	92,78	9,24	72,87	8,94
Дунайський район ПЗЧМ TW5(8)								
1,0	63,63	8,22	158.33	8,85	120,29	8,80	110,46	9,13
10,0	95,23	8,18	93,45	8,76	102,96	8,88	116,97	9,26
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (19)								
1,0	77,27	8,19	191,07	8,55	110,21	8,81	106,72	8,78
10,0	81,81	8,09	123,21	8,71	113,12	8,72	104,05	8,66
Дунайський район ПЗЧМ CW1 (17) біля острова Зміїний								
1,0	118,80	8,19	154,16	8,84	99,40	8,88	98,50	9,65
10,0	109,09	8,12	132,73	8,70	84,50	9,51	81,74	9,26
Дунайський район ПЗЧМ CW1 (18) біля острова Зміїний								
1,0	118,18	8,16	199.44	8,88	130,94	8,68	115,01	9.00
10,0	77,27	8,07	134,54	8,21	114,38	8,61	108,06	8.84
Контроль	100,00	8,78	100,00	9,06	100,00	9,78	100,00	9,84

Таблиця Ґ.10. – Зміна кількості клітин *Desmodesmus communis* при біотестуванні морських вод прибережної зони ПЗЧМ восени 2021 р. (у % контролю).

Досліджені концентрації морських вод, мл • л$^{-1}$	Час експерименту (дні)							
	1		3		7		10	
	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH	% від контролю	ср. знач. pH
Дунайський район ПЗЧМ SW1 (10-4) (поверхневі води)								
1,0	42,04	8,40	23,17	8,58	23,00	8,65	22,10	8,76
10,0	30,65	8,35	24,91	8,18	23,54	8,50	19,42	8,34
Дунайський район ПЗЧМ SW1(10-4) (придонні води)								
1,0	36,01	8,53	14,90	8,23	10,19	8,23	9,78	7,89
10,0	9,19	8,46	6,95	8,23	8,88	8,12	4,49	7,53
Дунайський район ПЗЧМ SW1(6) (поверхневі води)								
1,0	55,17	8,59	63,07	8,54	58,54	8,40	59,50	8,23
10,0	15,32	8,38	17,30	8,53	11,53	8,82	9,71	9,11
Дунайський район ПЗЧМ SW1(6) (придонні води)								
1,0	34,48	8,68	21,27	8,45	19,15	8,55	11,30	8,44
10,0	13,02	8,53	9,81	7.92	10,00	7,95	5,50	7,99
Контроль	100,00	8,75	100,00	8,80	100,00	8,85	100,00	9,12

ДОДАТОК Д
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ У 2021 РОЦІ

1. Харитонова Ю. В., Набокін М. В., Дядичко В. Г. Багаторічні зміни біомаси Noctiluca scintillans ((Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales) в Одеському та Дунайському районах Чорного моря як показника якості водного середовища // Морський екологічний журнал. – 2021. – №1, С. 79-85.

2. Lebedenko, L., Nabokyn, M., Andreev, N., & Kovalyshyna, S. The state of zooplankton communities in the lower Dniester area under the conditions of river regulation and actual climatic changes // Sustainable use and protection of animal world in the context of climate change. – 2021. – С. 55-64.

3. Kharytonova, Y. V., Dyadichko, V. G., Nabokin, M. V., Mgeladze, M. M., & Vadachkoria, P. A. Current state and long-term changes in the mesozooplankton community of the Ukrainian and Georgian parts of the Black Sea as indicators of its ecological status //Biosystems Diversity. – 2021. – Т. 29. – №. 1. – С. 47-58.

4. Kovalyshyna, S., Chuzhekova, T., Grandova, M., Onishchenko, E., Zubcov, E., Ukrainskyy, V., Goncharov, O., Munjiu, O., Nabokin, M. & Ene, A. Ecological Conditions of the Lower Dniester and Some Indicators for Assessment of the Hydropower Impact //Applied Sciences. – 2021. – Т. 11. – №. 21. – С. 9900.

5. Грандова М. О., Набокін М. В. & Дядичко В. Г. (2021) Структура угруповання фіто- та зоопланктону шельфових вод північно-західної частини Чорного моря влітку 2019 року // Морський екологічний журнал. – 2021. – №1, С. 34-44.

6. Лебеденко Л., Набокін М., Ковалишина С. РОЗДІЛ IV. МОНІТОРИНГ ПЛАНКТОНІЧНИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ. в Методичний посібник з моніторингу впливу гідроенергетики на транскордонні річкові екосистеми; Зубков, О., Ред.; ТОВ ‘Сімекс-Прінт’: Одеса, 2021; pp 32–36.

7. Lebedenko, L., Nabokyn, M., Kovalyshyna, S. MONITORING OF PLANKTONIC INVERTEBRATES AND RECOMMENDATIONS FOR ITS IDENTIFICATION. In Methodological guide for monitoring the hydropower impact on transboundary river ecosystems; Zubcov, E., Ed.; Î.S. Firma Editorial-Poligrafică „Tipografia Centrală”: Chișinău, 2021; pp 32–36.

8. Lazăr, L.; Boicenco, L.; Denga, Y.; Tolun, L.; Kurt, G.; Bişinicu, E.; Filimon, A.; Marin, O.; Oros, A.; Spînu, A.; Tabarcea, C.; Timofte, F.; Vlas, O.; Grandova, M.; Nabokin, M.; Oleinink, Y.; Kovalishina, S.; Chuzhekova, T.; Atabay, H.; Tan, İ.; Beken, C.; Aslan, E.; Partal, F. B.; Evcen, A.; Sahin, F.; Üstün, F.; Bat, L. ANEMONE Deliverable 2.2 "Anthropogenic Pressures and Impacts on the Black Sea Coastal Ecosystem"; Lazăr, L., Ed.; Editura CD Press, Romania: BUCUREȘTI, 2021.

9. Lazăr, L.; Boicenco, L.; Moncheva, S.; Denga, Y.; Atabay, H.; Abaza, V.; Bişinicu, E.; Coatu, V.; Filimon, A.; Harcotă, G.; Oros, A.; Pantea, E.; Tabarcea, C.; Timofte, F.; Vlas, O.; Stefanova, K.; Dzhurova, B.; Slabakova, N.; Stefanova, E.; Zlateva, I.; Dzhembekova, N.; Slabakova, V.; Mavrodieva, R.; Hristova, O.; Grandova, M.; Nabokin, M.; Oleinink, Y.; Kovalishina, S.; Chuzhekova, T.; Tolun, L.; Beken, C.; Tan, İ.; Aslan, E.; Evcen, A.; Mutlu, S.; Partal, F. B.; Kaman, G.; Çiftbudak, Ö. F.; Bat, L.; Kurt, G.; Sahin, F.; Üstün, F.; Ürkmez, D.; Mülayim, A.; Çağlar, S.; Kuş, S.; Öztekin, A.; Arıcı, E. ANEMONE Deliverable 2.1 "Impact of the Rivers on the Black Sea Ecosystem"; Lazăr L., Ed.; Editura CD Press, Romania: BUCUREȘTI, 2021.

10. Lazăr L., Boicenco L., Todorova V., Denga Y., Atabay H., Kurt G., Paiu M., Tonay A., Abaza V., Bişinicu E., Coatu V., Filimon A., Galaţchi M., Harcotă G., Marin O. Oros A., Spînu A., Tabarcea C., Timofte F., Toţoiu A., Vlas O., Moncheva S., Stefanova K., Stefanova E., Slabakova N., Grandova M., Nabokin M., Oleinink Y., Kovalinishina S., Tolun L., Aslan E., Kaman G, Beken C., Sahin F., Üstün F., Bat L., Timofte C., Paiu A., Cândea M. ANEMONE Deliverable 2.3 "Black Sea State of Environment Based on ANEMONE Joint Cruise"; Lazăr L., Ed.; Editura CD Press, Romania: BUCUREȘTI, 2021.

11. Ungureanu L., Grandova M., Kovalyshyna S., Tumanova D., Ungureanu G. MONITORING OF PHYTOPLANKTON AND IDENTIFICATION OF ITS ROLE IN THE FUNCTIONING OF AQUATIC ECOSYSTEMS. In Methodological guide for monitoring the hydropower impact on transboundary river ecosystems; Zubcov, E., Ed.; Î.S. Firma Editorial-Poligrafică „Tipografia Centrală”: Chișinău, 2021; pp 28–31.

12. Унгуряну Л., Грандова М., Ковалишина С., Туманова Д., Унгуряну Г. РОЗДІЛ III. МОНІТОРИНГ ФІТОПЛАНКТОНУ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЙОГО РОЛІ У ФУНКЦІОНУВАННІ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ. в Методичний посібник з моніторингу впливу гідроенергетики на транскордонні річкові екосистеми; Зубков, О., Ред.; ТОВ ‘Сімекс-Прінт’: Одеса, 2021; pp 28–31.

13. Todorova, V.; Boicenco, L.; Denga, Y.; Tolun, L.; Tonay, A. M.; Oros, A.; Coatu, V.; Lazăr, L.; Abaza, V.; Marin, O.; Spînu, A.; Timofte, F.; Bişinicu, E.; Vlas, O.; Filimon, A.; Stoica, E.; Galatchi, M.; Tiganov, G.; Paiu, M.; Timofte, C.; Paiu, A.; Cândea, M. M.; Gheorghe, A.; Panayotova, M.; Moncheva, S. K. S.; Slabakova, V.; Bekova, R.; Doncheva, V.; Stefanova, E.; Kovalishina, S.; Vishnyakova, K.; Chuzhekova, T.; Linetskii, B.; Oleinik, Y.; Beken, C.; Atabay, H.; Partal, F. B.; Kurt, G.; Bat, L.; Şahin, F.; Öztekin, A.; Karakulak, S.; Uzer, U.; Tonay, A. M.; Ozturk, A. A.; Gülenç, Z. ANEMONE Deliverable 1.3. “Black Sea Monitoring and Assessment Guideline"; Todorova, V., Kurt, G., Denga, Y., Eds.; Editura CD Press, Romania: CONSTANȚA, 2021.

14. Kovalishina, S.; Chuzhekova, T.; Munjiu, O. RECOMMENDATIONS FOR MONITORING AND IDENTIFICATION OF BENTHOS. In Methodological guide for monitoring the hydropower impact on transboundary river ecosystems; Zubcov, E., Ed.; Î.S. Firma Editorial-Poligrafică „Tipografia Centrală”: Chișinău, 2021; pp 37–41.

15. Ковалишина, С. П.; Чужекова, Т. О.; Мунжио, О. РОЗДІЛ V. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ БЕНТОСУ. в Методичний посібник з моніторингу впливу гідроенергетики на транскордонні річкові екосистеми; Зубков, О., Ред.; ТОВ ‘Сімекс-Прінт’:

Одеса, 2021; pp 37–42.

16. Семенова О.,Петров С., Коломейченко Г. Ранняя диагностика состояния водоемов // GlobeEdit 2021, 140 р. Режим доступа: https://www.globeedit.com

17. Semenova O.Analysis of the ecological condition of water and bottom substrates Ukrainian costal water bodies and the shelf zone of NWBS biotesting method on microalge . : Сб.науч. статей / Academician Leo Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles Международная ассоциация хранителей реки „Eco-TIRAS” / Образовательный фонд им.Л.С. Берга / Бендерский историко-краеведческий музей. – Bendery: Eco-TIRAS, 21 march 2021 – P.444 – 447

18. Semenova O. Analysis of the ecological condition of water and bottom substrates of the lower Dniester by the method of biotesting on microalgae //Sustainable use and protection of animal world in the context of climate change. – 2021. – С. 93-98.

19. Terenko G.V., Alexander Krakhmalnyi (2021) Red tide of the Lingulodinium polyedrum (Dinophyceae) in Odesa Bay (Black Sea). Turkish Jornal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 22. (Preprint).

20. Terenko G.V. & Hushchyna K.G. (2021) Planktothrix agardhii (Cyanoprokaryota) toxic blooms in Khadzhibey Estuary (Ukraine). Abstract from International scientific conference Marine ecosystems: research and innovations. (p. 80). Odesa.

21. Tretiak I. P. The first finding of *Spermothamnion strictum* (Rhodophyta) at Zernov's phyllophora field (Black sea, Ukraine) / Alien species of animals, fungi and plants in Belarus and neighboring countries : Book of Abstracts of the 1st International Scientific Conference, Minsk, Belarus, March 23, 2021 / Belarusian State University ; D. G. Zhorov [et al.] (eds.). – Minsk : BSU, 2021. – P. 90-91.

22. Tretiak I.P. *Halosiphon tomentosus* (Ochrophyta) in the Dniester region of the Blacr sea / Alien species of animals, fungi and plants in Belarus and neighboring countries : Book of Abstracts of the 1st International Scientific Conference, Minsk, Belarus, March 23, 2021 / Belarusian State University ; D. G.

Zhorov [et al.] (eds.). – Minsk : BSU, 2021. – P. 92-93.

23. Tretiak I.P. The first case of alien red algae *Chondria capillaris* in Odessa bay / Alien species of animals, fungi and plants in Belarus and neighboring countries : Book of Abstracts of the 1st International Scientific Conference, Minsk, Belarus, March 23, 2021 / Belarusian State University ; D. G. Zhorov [et al.] (eds.). – Minsk : BSU, 2021. –P. 94.

24. Sawinykh-Paltseva L.V., Tretiak I.P. Exploring the possibilities of applyng international experiencer creating the first blue park in Ukraine / International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations” : Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine) / Minicheva G.G., Snigirova A.A. (eds.) Odessa-Istanbul, 2021. – P. 61.

25. Rachynska O. V. Bioindication of the Black Sea environment quality by the state of microphytobenthos // International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations” : Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine) / Minicheva G.G., Snigirova A.A. (eds.) Odessa-Istanbul, 2021. – P. 57. – Режим доступу: http://www.blacksea-commission.org/Downloads/MarineEcosystems2021 BoA.pdf. – 28.12.2021. – Назва з екрану.