

ЗООПЛАНКТОН ВІДКРИТОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ В 2016–2019 РОКАХ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ЙОГО ПОКАЗНИКАМИ

Харитонова Ю.В.¹, Набокін М.В.², Дядичко В.Г.¹

¹Інститут морської біології Національної академії наук України
Удельний пров., 6, 65012, м. Одеса

²Український науковий центр екології моря
Французький бульв., 89, 65009, м. Одеса

kharytonova_julia@ukr.net, m.nabokin1@gmail.com, wasajzdiadel@gmail.com

У статті наведені результати дослідження стану зоопланктону, що були проведені в ході українсько-грузинської експедиції влітку 2019 року в рамках міжнародного проекту «Emblas-plus». У 2019 році всього було взято 39 проб з 15 станцій. Був проведений таксономічний аналіз зібраних видів, розраховані чисельність і біомаса зоопланктону та проаналізовано кормову базу риб відкритих вод Чорного моря. Для визначення якості досліджуваних акваторій Чорного моря за показниками стану зоопланктону використовували такі характеристики: загальну біомасу зоопланктону (мг·м⁻³), біомасу ночесвітки *Noctiluca scintillans* (% від загальної біомаси), біомасу веслоногих Copepoda (% від загальної біомаси), біомасу желетілих (% від загальної біомаси) та індекс Шеннону за чисельністю (біт·екз⁻¹). За інтегральним показником (EQR) зоопланктону визначили екологічний клас якості досліджуваних акваторій Чорного моря. Оцінку класу якості проводили за 5-ти бальною шкалою відповідно до нормативів Водної Рамкової Директиви ЄС (Water Frame Directive – WFD): висока (High), добра (Good), середня (Moderate), низька (Poor) та погана (Bad) якість. Також був проведений порівняльний аналіз стану зоопланктону та якості води за 2016, 2017 та 2019 роки. Виявлено, що на більшості досліджуваних станцій домінуючу роль у формуванні біомаси зоопланктону відігравали організми кормового зоопланктону. У 2019 році було зареєстровано 34 таксони зоопланктону, серед яких більшість належала до кормового зоопланктону. У 2019 році середня біомаса кормового зоопланктону була найвищою серед трьох років дослідження. Найкраща якість води спостерігалася влітку 2019 року (на всіх станціях) та на більшості станцій у 2017 році. Найгірша якість води за 3 роки була виявлена у 2016 році. *Ключові слова:* Чорне море, моніторинг, зоопланктон, біомаса, чисельність, якість води, кормова база риб.

Zooplankton of the open part in the Black Sea in 2016 – 2019 and assessment of the quality of the aquatic environment by its indicators. Kharytonova Yu., Nabokin M., Dyadichko V.

The article presents the results of the study of the state of zooplankton, which were conducted during the Ukrainian-Georgian expedition in the summer of 2019 within the framework of the international project “Emblas-plus”. In 2019, a total of 39 samples were taken from 15 stations. A taxonomic analysis of the collected species was conducted, the abundance and biomass of zooplankton were calculated and the fish feed base of the Black Sea open water was analyzed. To determine the quality of the studied Black Sea waters according to the state of zooplankton used the following characteristics: total zooplankton biomass (mg·m⁻³), *Noctiluca scintillans* biomass (% of total biomass), Copepod biomass (% of total biomass), Jelly biomass: Scyphozoa, Hydrozoa and Ctenophora jellyfish (% of total biomass) and the Shannon number index (Beat·ex⁻¹). The ecological quality class of the investigated Black Sea waters was determined by the zooplankton integrated index (EQR). The quality class was assessed on a 5 point scale in accordance with the EU Water Framework Directive (WFD) standards: «High», «Good», «Moderate», «Poor» and «Bad» quality. Also was conducted a comparative analysis of the state of zooplankton and water quality for 2016, 2017 and 2019. It was found that at most of the stations the dominant role in the formation of zooplankton biomass was played by the organisms of fish feed zooplankton. In 2019, 34 zooplankton taxa were registered, most of which belonged to fish feed zooplankton. In 2019, the average biomass of fish feed zooplankton was the highest in the three years of the investigation. Also, in three years, the best water quality was observed in summer 2019 (at all stations) and at most stations in 2017. The worst water quality in 3 years was revealed in 2016. *Key words:* Black Sea, monitoring, zooplankton, biomass, abundance, water quality, fish feed base.

Постановка проблеми. Антропогенний вплив різного типу, що приводить до евтрофікації та забруднення Чорного моря, змінює основні характеристики всіх компонентів водної екосистеми. Одним із найважливіших компонентів, структурно і функціонально пов'язаних з іншими, є угруповання зоопланктону, що відіграє ключову роль у пелагічному харчовому ланцюжку, оскільки зв'язує між собою первинних виробників органічних речовин (фітопланктон), бактеріопланктон та більш високі трофічні рівні (переважно риб). Зоопланктон також відіграє

важливу екологічну роль у процесах самоочищення внаслідок живлення детритом, бактеріо- та фітопланктоном [3; 4; 15].

Актуальність дослідження. Для оцінки напряму перебігу екологічних процесів у водоймах України та інших країн, а також розробки стратегії її оздоровлення необхідно проводити систематичні спостереження за її екологічним станом, періодично визначаючи контрольні показники. Оцінка якості води є ключовим завданням будь-яких заходів у галузі водокористування, раціонального природокористу-

вання та проведення природоохоронних дій у водоямах. Організми зоопланктону використовуються в якості показників стану водних екосистем та для моніторингу якості водного середовища [1, 2; 3].

Згідно з MSFD новий підхід для визначення якості водного середовища передбачає більшу значимість біологічних показників, ніж хімічних, тому для більш детальної оцінки якості води відповідно до Водної Рамкової Директиви (Water Framework Directive – WFD) використовують п'ятибальну шкалу оціни: висока (High), добра (Good), середня (Moderate), низька (Poor) та погана (Bad) якість [3; 4; 16; 17; 18; 19].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дане дослідження проводилось у рамках проекту «Emblas-plus» за підтримки Європейського Союзу, в ході якого відбувався постійний моніторинг Чорного моря та аналізувався його стан і якість. Проведення подібних досліджень дозволяє впроваджувати інтеграцію України з Європейським Союзом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Моніторинг Чорного моря проводиться постійно прилеглими до нього країнами. У ході аналізу екологічного стану за показниками зоопланктону були розроблені методологічні керівництва, що можуть використовуватися під час оцінки морських вод України, зокрема «Керівництво з моніторингу зоопланктону морських вод України та визначення їх екологічного стану за стандартами Директиви ЄС про Морську стратегію». Результати багатолітнього моніторингу Чорного моря представлені у звітах та статтях [2; 3; 4; 15; 16].

Виділення не вирішених частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття. Дане дослідження було присвячено не тільки аналізу стану зоопланктону у 2019 році, а і порівняльному аналізу за 2016, 2017 та 2019 роки, метою якого була побудова тенденцій та причин щодо покращення чи погіршення екологічного стану.

Новизна роботи. Використання інтегрального показника зоопланктону є новим напрямом у моніторингу вод України. Розрахована методика дозволяє визначити якість води за п'ятьма категоріями якості, що зазначені у Водній Рамковій Директиві ЄС.

Методологічне або загальнонаукове значення. Наведені дані разом з пороговими значеннями інтегрального показника для кожного сезону та району Чорного моря можуть бути використані не тільки у визначенні якості морських вод за вимогами ЄС, але також у нових підходах, затверджених у Європі.

Метою дослідження було проаналізувати параметри зоопланктону українських та грузинських вод Чорного моря згідно з експедиційними дослідженнями в рамках спільного Чорноморського моніторингу в Грузії та Україні у 2019 році. А також за показниками зоопланктону оцінити клас екологічного стану досліджуваних акваторій за допомогою

5-ти категорій екологічної якості відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС та Чорноморської комплексної програми моніторингу та оцінки (BSIMAP).

Виклад основного матеріалу. Матеріали і методи. Збір проб та оцінка якості водного середовища Чорного моря за показниками зоопланктону відбувався в рамках міжнародного проекту Emblas-plus у ході українсько-грузинської експедиції (JBSS) влітку 2019 року.

За особливостями розподілу солоності, з урахуванням впливу чотирьох найкрупніших річок (Дунаю, Дніпра, Дністра та Бугу) на Північно-західну частину Чорного моря, а також вертикальний розподіл температури, виділили такі станції відбору проб [4]:

1. Прибережні (поверхневі) води Дунайського району – горизонт облову від 0 до 10 м (або верхньої границі термоклину за STD вимірюванням), солоність води < 10‰ (фактично це транзитні або проміжні води).

2. Прибережні (поверхневі) води Дністровсько-Дніпровського району – горизонт облову від 0 до 10 м, солоність води < 10‰ (фактично це транзитні або проміжні води).

3. Шельфові (поверхневі) води Дунайського району до глибини 50 м – горизонт облову від 0 до 10 м, солоність води 12-17‰.

4. Шельфові (поверхневі) води Дністровсько-Дніпровського району до глибини 50 м – горизонт облову від 0 до 10 м, солоність води 12-17‰.

5. Шельфові (зона термоклину) води Дунайського району до глибини 50 м – горизонт облову від 10 до 25 м, солоність води 12-17‰.

6. Шельфові (зона термоклину) води Дністровсько-Дніпровського району до глибини 50 м – горизонт облову від 10 до 25 м, солоність води 12-17‰.

7. Води відкритого моря (поверхневі) – за межами глибини 50 м – горизонт облову від 0 до 10 м.

8. Води відкритого моря (зона термоклину) – за межами глибини 50 м – горизонт облову від 10 до 25 м.

9. Води відкритого моря (зона холодного проміжного шару) – за межами глибини 50 м – горизонт облову від 25 до 100 м.

Зоопланктон був зібраний планктонною сіткою Джеді (отвір 0,1 м², розмір сітки – 150 мкм) влітку 2019 року. Деякі проби відбирали від верхньої межі гіпоксичного шару до поверхні води, інші збирали від верхньої межі гіпоксичного шару до нижньої межі термоклину, від нижньої до верхньої межі термоклину та від верхньої межі термоклину до поверхні. Проби були взяті на 15 станціях. Всього було зібрано 39 проб (рис. 1).

Проби зоопланктону фіксували за допомогою 4% формальдегіду, забуференого до рН 8-8,2 дина-трійтетраборатом (бура) (Na₂B₄O₃•10H₂O) формаліну (1 частина 40% розчину формальдегіду та 9 частин

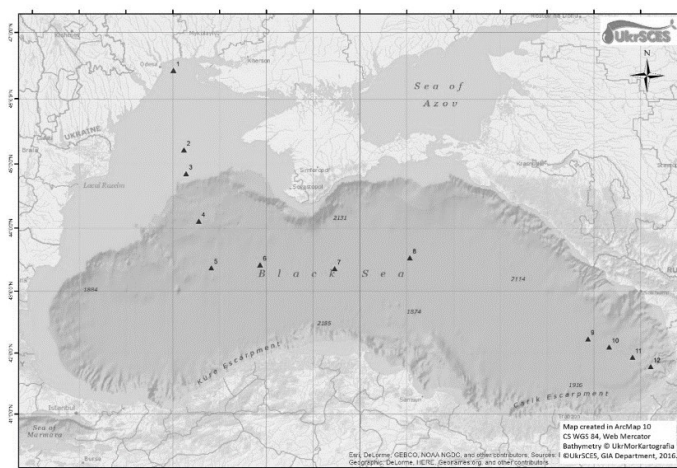


Рис. 1. Карта збору проб зоопланктону влітку 2019 року

водного зразку) та зберігали у пластикових контейнерах. У лабораторії проби концентрували до 100-200 мл. Обробку проб проводили за стандартними методами [6; 13; 14; 16]. Визначення таксономічної приналежності організмів та підрахунок їхньої чисельності проводили із використанням камери Богорова під мікроскопом «МБС-9». Зоопланктерів визначали за декількома визначниками [8; 9; 10; 11; 12]. Біомасу розраховували за стандартними вагами [7] та за аллометричним рівнянням довжини [5].

Для визначення якості досліджуваних акваторій Чорного моря за показниками стану зоопланктону використовували такі характеристики (метрики):

1. Загальну біомасу зоопланктону (В), $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$.

Таблиця 1

Значення інтегрального показника стану зоопланктону для визначення якості морських вод України [4]

Сезон	Екологічний клас якості води(EQR)				
	Високий	Добрий	Середній	Низький	Поганий
Прибережні води, Дунайський район					
Весна	> 0.939	0.939 – 0.925	0.924 – 0.915	0.914 – 0.881	<0.881
Літо	> 0.667	0.667- 0.631	0.630 – 0.565	0.564 – 0.487	< 0.487
Осінь	> 0.910	0.910 – 0.899	0.898 – 0.890	0.889 – 0.867	< 0.867
Зима	> 0.743	0.743 – 0.733	0.732 – 0.709	0.708 – 0.699	< 0.699
Прибережні води, Дністровсько-Дніпровський район					
Весна	>0.900	0.900 – 0.883	0.882 – 0.863	0.862 – 0.789	<0.789
Літо	>0.215	0.215 – 0.167	0.166 – 0.094	0.093 -0.054	< 0.054
Осінь	>0.871	0.871 – 0.849	0.848 – 0.841	0.840 – 0.827	< 0.827
Зима	>0.837	0.837 – 0.804	0.803 – 0.789	0.788 – 0.651	< 0.651
Зона шельфу, поверхневий шар (0-10 м), Дунайський район					
Весна	> 0.927	0.927 – 0.917	0.916 – 0.899	0.898 – 0.864	< 0.864
Літо	> 0.538	0.538 – 0.511	0.510 – 0.477	0.476 – 0.382	< 0.382
Осінь	> 0.941	0.941 – 0.928	0.927 – 0.914	0.913 – 0.884	< 0.884
Зима	> 0.603	0.603 – 0.597	0.596 – 0.593	0.592 – 0.591	< 0.591
Зона шельфу, поверхневий шар (0-10 м), Дністровсько-Дніпровський район					
Весна	>0.927	0.927 – 0.912	0.911 – 0.897	0.896 – 0.835	< 0.835
Літо	>0.872	0.872 – 0.854	0.853 – 0.828	0.827 – 0.599	< 0.599
Осінь	>0.832	0.832 – 0.713	0.712 – 0.618	0.617 – 0.581	< 0.581
Відкриті води, поверхневий шар (0-10 м)					
Весна	>0.864	0.864 – 0.851	0.850 – 0.838	0.837 – 0.806	<0.806
Літо	>0.706	0.706 – 0.686	0.685 – 0.684	0.683 – 0.674	<0.674
Осінь	>0.463	0.463 – 0.452	0.451- 0.321	0.320 – 0.129	< 0.129
Зима	>0.944	0.944 – 0.928	0.927 – 0.903	0.902 – 0.889	< 0.889
Зона шельфу та відкриті води, зона термокліну (10-25 м)					
Весна	>0.942	0.942 – 0.926	0.925 – 0.911	0.910 – 0.892	< 0.892
Літо	>0.647	0.647 – 0.635	0.634 – 0.617	0.616 – 0.602	< 0.602
Осінь	>0.924	0.924 – 0.907	0.906 – 0.895	0.894 – 0.866	<0.866
Зима	>0.396	0.396 – 0.340	0.339 – 0.280	0.279 – 0.268	< 0.268
Відкриті води (25-100 м)					
Весна	>0.940	0.940 – 0.937	0.936 – 0.929	0.928 – 0.918	<0.918
Літо	>0.893	0.893 – 0.876	0.875 – 0.812	0.811 – 0.701	<0.701
Осінь	>0.949	0.949 – 0.942	0.941 – 0.923	0.922 – 0.891	< 0.891
Зима	>0.945	0.945 – 0.943	0.942 – 0.935	0.934 – 0.902	< 0.353

2. Біомасу ночесвітки *Noctiluca scintillans* (Noc), % від загальної біомаси;

3. Біомасу веслоногих Copepoda (Cop), % від загальної біомаси.

4. Біомасу желетілих – сцифоїдних і гідроїдних медуз та реброплавів (Jel), % від загальної біомаси.

5. Індекс Шеннону за чисельністю (Ha), біт · екз⁻¹.

З урахуванням того, що перевагу слід надавати інтегральним показникам на основі визначення усіх вище зазначених характеристик, обчислювався інтегральний показник стану зоопланктону (K_f) за формулою М.Д. Бурштейна [3, 4]:

$$K_f = (K_{i \min}^a)^{0.5} \cdot (K_1^{a_1} \cdot K_2^{a_2} \cdot \dots \cdot K_n^{a_n})^{1/2n},$$

де K₁, K₂, K_n – метрики (різні характеристики зоопланктону); a₁, a₂, a_n – вагові коефіцієнти метрик; n – кількість метрик. Умови: 0 < K_i ≤ 1 та 0 < a_i ≤ 1.

Порогові значення інтегрального показника зоопланктону в межах Чорного моря, який визначає якість водного середовища відповідно до останньої методології MSFD за п'ятибальною шкалою для кожного сезону, наведені у таблиці 1.

Результати дослідження. У 2019 році у складі зоопланктону досліджуваних акваторій зареєстровані організми 34 таксонів: Protista–1, Coelenterata–2, Ctenophora–2, Rotatoria–2, Polychaeta–2, Gastropoda–1, Bivalvia – 1, Crustacea – 20 (включаючи Cladocera – 5, Copepoda – 12, Isopoda – 1, Cirripedia – 1, Decapoda – 1), Chaetognatha – 1, Chordata – 2 таксони. Більшість із них належать до типових мешканців морських вод Чорного моря. *Calanipeda aquae-dulcis* та *Eurytemora velox* живуть переважно в естуарних регіонах, *Asplanchna priodonta* – це переважно прісноводний або олігогаліновий мешканець. Голопланктон

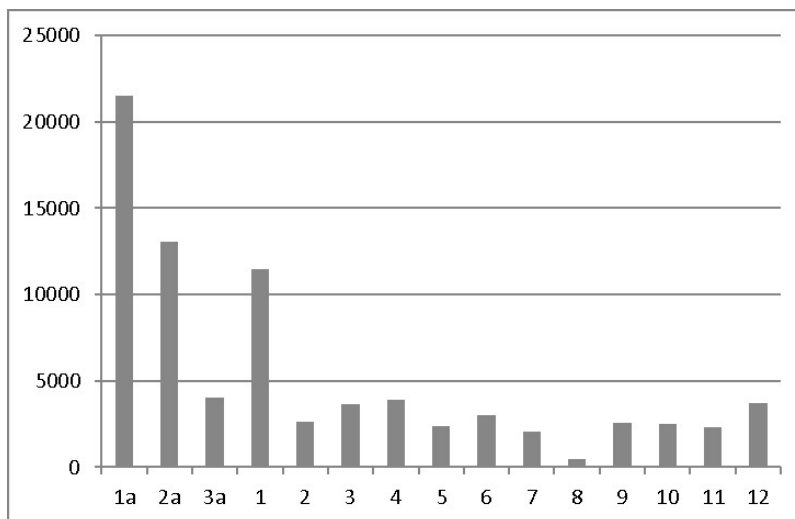


Рис. 2. Чисельність зоопланктону (екз*м³). Вісь X – номери станцій; вісь Y – чисельність, екз*м³

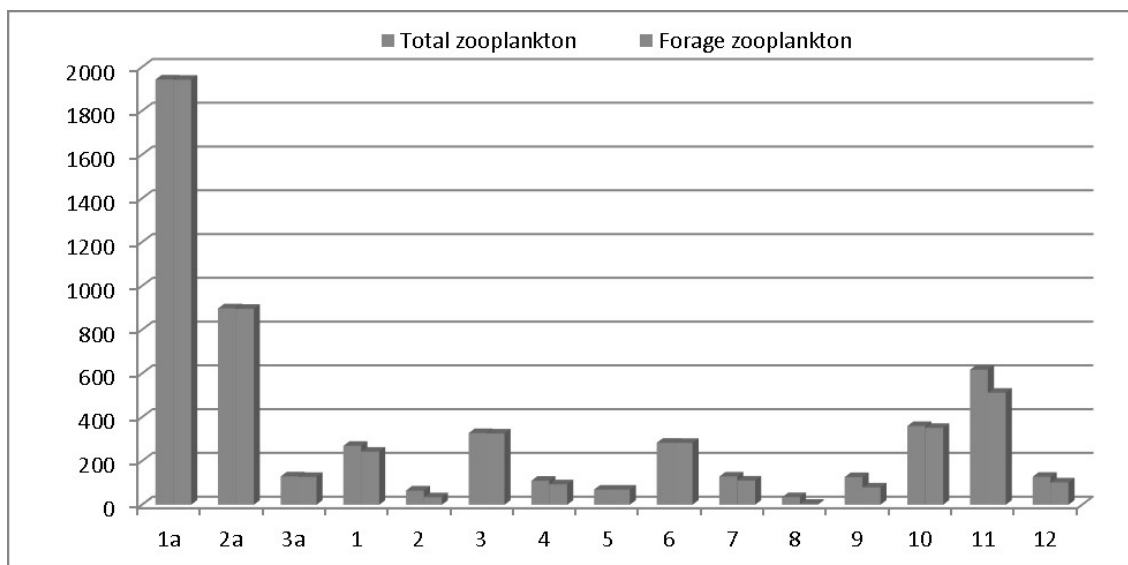


Рис. 3. Біомаса загального та кормового зоопланктону (мг*м³). Вісь X – номери станцій; вісь Y – біомаса, мг*м³

включає 26 таксонів, меропланктон – 8 таксонів. Більшість зареєстрованих таксонів належать до кормового для риб зоопланктону.

Середня чисельність зоопланктону становила 4786,71 екз*м⁻³, біомаса 337,41 мг*м⁻³. Чисельність та біомаса зоопланктону помітно зменшувалась від поверхні води до глибини. У верхньому змішаному шарі середня чисельність зоопланктону становила 10252,07 екз*м⁻³ та біомаса 742,83 мг*м⁻³. У термокліні середня чисельність та біомаса зоопланктону були приблизно в 4-5 разів меншими, ніж у верхньому змішаному шарі – 2538,81 екз*м⁻³ та 140,84 мг*м⁻³ відповідно. Нижче термокліну середня чисельність та біомаса зоопланктону були в 1,8-3,5 рази менше, ніж у зоні термокліну – 714,95 екз*м⁻³ та 75,29 мг*м⁻³ відповідно.

Найбільша чисельність та біомаса зоопланктону зареєстрована в районі острова Зміїний (станція JOSS GE-UA 2019-1a) – 32505,14 екз*м⁻³ та 3445,42 мг*м⁻³ (рис. 2).

Мінімальна чисельність та біомаса зоопланктону зареєстрована у відкритих морських водах на станції JOSS GE-UA2019-5 в шарі термо-

кліну – 203,43 екз*м⁻³ та 3,99 мг*м⁻³. На більшості станцій домінуючими таксонами за чисельністю та біомасою були Copepoda (*Acartia spp.*, *Pseudocalanus elongatus*, *Calanus euxinus*, *Oithona davisae*, *Oithona similis*) Cladocera (*Penilia avirostris*) та ікринки риб. У грузинських водах на станціях JOSS GE-UA2019-9 та JOSS GE-UA 2019-11 домінуючими таксонами за біомасою були реброплави, які склали 90-94% загальної біомаси зоопланктону (103 з 178 та 177 з 188 мг*м⁻³).

Більшість зареєстрованих таксонів зоопланктону належать до кормової бази риб. На більшості станцій домінуючу роль у формуванні біомаси зоопланктону відігравали організми кормового зоопланктону. Єдиним винятком були станції JOSS GE-UA 2019-9 та JOSS GE-UA 2019-11 (води Грузії), де некормовий зоопланктон (*Stenophora*) складав 90-94% від загальної біомаси зоопланктону. Середня біомаса кормового зоопланктону становила 315,33 мг*м⁻³, тому стан кормової бази планктоїдних риб був переважно хорошим. Максимальна біомаса кормового зоопланктону – 3443,95 мг*м⁻³ зареєстрована на станції JOSS GE-UA 2019-1a (острів

Таблиця 2

Екологічний стан якості досліджуваних акваторій влітку 2019 року

№	Район	Індекс Шеннона (за чисельністю), біт · екз ⁻¹	Коефіцієнт екологічної якості (EQR)	Екологічний клас якості
1	Острів Зміїний	2,641	0,889	Відмінний
2	Дунайський регіон	2,653	0,872	Відмінний
3	Одеська затока	2,252	0,880	Відмінний
4	Верхній змішаний шар (шельфова зона, поверхневий шар)	2,403	0,869	Відмінний
5	Відкриті води	1,122	0,889	Відмінний

Таблиця 3

Екологічний стан якості досліджуваних акваторій у 2016 році

№	Район	Коефіцієнт екологічної якості (EQR) та екологічний клас якості	
		Весна	Літо
1	Верхній змішаний шар	0.601 (Поганий)	0,285 (Поганий)
2	Термокліновий шар	-	0,633 (Середній)
3	Глибокі води	-	0,364 (Поганий)

Таблиця 4

Екологічний стан якості досліджуваних акваторій у 2017 році

№	Район	Коефіцієнт екологічної якості (EQR) та екологічний клас якості	
		Літо	Осінь
1	Дністровсько-Дунайський	0,606 (Відмінний)	-
2	Дунай (зона шельфу, поверхневий шар)	0,680 (Відмінний)	-
3	Верхній змішаний шар (шельфова зона, поверхневий шар)	0,734 (Відмінний)	0,753 (Відмінний)
4	Термокліновий шар	0,735 (Відмінний)	-
5	Глибокі води	0,865 (Середній)	0,834 (Поганий)



Рис. 4. Екологічний клас якості досліджуваних акваторій влітку 2019 року

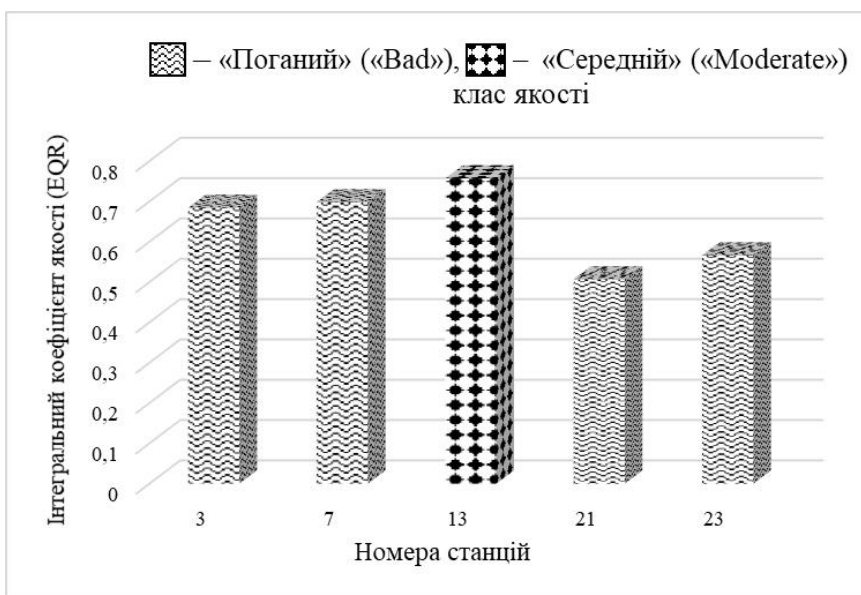


Рис. 5. Екологічний клас якості досліджуваних акваторій у 2016 році

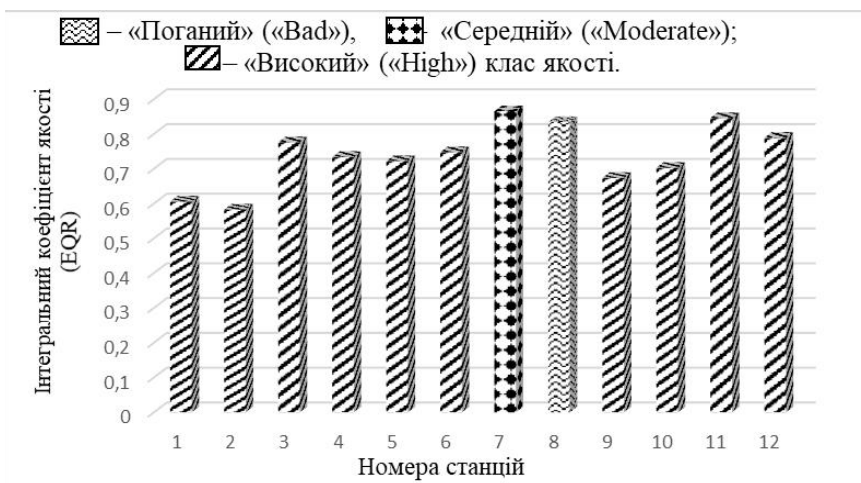


Рис. 6. Екологічний клас якості досліджуваних акваторій у 2016 році

Зміний). Мінімальна біомаса кормового зоопланктону – $2,6 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ зареєстрована на станції JOSS GE-UA 2019-11 (води Грузії, рис. 3).

Порівнюючи результати за 2019 рік з показниками 2016 та 2017 років, бачимо, що в 2019 році таксономічний склад зоопланктону був багатшим, ніж у 2016 році (13 таксонів) та більш бідним, ніж у 2017 році (38 таксонів). У 2019 році середня чисельність та біомаса зоопланктону були вищими, ніж у 2016 році ($3239,34 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$, $273,04 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$), а в 2017 році середня чисельність зоопланктону була вищою ($5555,00 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$) та біомаса була нижчою ($170,00 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$), ніж у 2019. Просторовий розподіл чисельності та біомаси зоопланктону та домінуючі таксони були подібними у 2017 та 2019 роках, але у 2016 році *Noctiluca scintillans* складала 74% середньої біомаси зоопланктону. У 2019 році середня біомаса кормового зоопланктону була найвищою серед трьох років ($70,2 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ у 2016 році та $162 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ у 2017 році).

У порівнянні з даними за 2016 та 2017 роки екологічний стан досліджуваних акваторій, у 2019 році був значно кращим, ніж у 2016 році (рис. 5, таблиця 3), та подібний до стану у 2017 році, де більшість станцій мали «високий» екологічний клас (рис. 6, таблиця 4).

Як бачимо, у 2016 році жодна з досліджуваних акваторій не мала «високого» чи «доброго» екологічного класу якості.

Головні висновки. У 2019 році було зареєстровано 34 таксони зоопланктону. Голопланктон включає 15 таксонів, меропланктон – 4 таксони. Більшість зареєстрованих таксонів належать до кормового зоопланктону.

Середня чисельність зоопланктону становила $4786,71 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$, біомаса $337,41 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$. Чисельність та біомаса зоопланктону чітко зменшуються від

поверхні води до глибини. На більшості станцій домінуючу роль у формуванні біомаси зоопланктону відігравали організми кормового зоопланктону. У 2019 році середня біомаса кормового зоопланктону становила $315,33 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, тому стан кормової бази риб був переважно добрим. У 2019 році середня біомаса кормового зоопланктону була найвищою серед трьох років дослідження.

Відповідно до показників зоопланктону та інтегрального показника EQR, всі досліджені акваторії в 2019 році мали «Високий» екологічний стан. У 2016 році майже всі досліджені акваторії мали «Поганий» екологічний стан якості. Поверхневі води, води верхнього змішаного шару та глибокі води мали «Поганий» екологічний стан на всіх станціях. Лише в термокліновому шарі спостерігали «Середню» якість води. У 2017 році прибережні води верхнього змішаного шару, Дністровсько-Дунайського району, шельфової зони Дунаю та термокліновому шару мали «Високий» екологічний клас на всіх станціях. Лише Глибокі води показали «Середній» та «Поганий» екологічні класи якості.

У результаті моніторингу за 2016, 2017 та 2019 роки найкраща якість води спостерігалась влітку 2019 року (на всіх станціях) та на більшості станцій у 2017 році. Найгірша якість води за 3 роки була виявлена у 2016 році.

Перспективи використання результатів дослідження. Наведені у статті данні дослідження можуть бути використані під час подальшого моніторингу Чорного моря. Методика розрахунку інтегрального показника екологічного стану акваторії за зоопланктоном разом із пороговими значеннями інтегрального показника для кожного сезону та району Чорного моря може бути використана у визначенні якості морських вод за вимогами ЄС не тільки в Україні.

Література

1. Александров Б.Г. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Черного моря. Киев : Наукова думка, 2008. 343 с.
2. Александров Б.Г. Общие замечания к методике количественного учета зоопланктона и использование интегральной оценки состояния зоопланктона для определения качества морской среды (методика расчета, шкалы оценки качества). *Workshop on the NPMS and JOSS Biological Monitoring Methods*. 2016. URL : <http://emblasproject.org/gallery/npms-joss-biology-training>.
3. Александров Б.Г., Харитоновна Ю.В. Імплементация Директивы ЕС про Морську стратегію для Державного моніторингу зоопланктону морських вод України. *Матеріали Всеукраїнської наук. конф. «Євроінтеграція екологічної політики України» (м. Одеса, 29–31 травня 2019 р., ОДЕКУ)*. Одеса, 2019. С. 28–37.
4. Александров Б.Г., Харитоновна Ю.В. Керівництво з моніторингу зоопланктону морських вод України та визначення їх екологічного стану за стандартами Директиви ЄС про Морську стратегію. Одеса, 2019. 33 с.
5. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Гидрометеиздат, 1989. 135 с.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Зоопланктон и его продукция. Ленинград : ЗИН, 1984. 35 с.
7. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. *Тр. проблемных и тематических совещаний*. 1954. Т. 2. 46 с.
8. Мурина В.В. Определитель пелагических личинок многощетинковых червей Polychaeta) Чёрного моря. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. 67 с.
9. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексева, С.Я. Цалохина. Москва : Товарищество научных изданий КМК 2010. 495 с., ил.
10. Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст] : в 3 т. / под общ. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Киев : Наукова думка, 1968. Т. I : Свободноживущие беспозвоночные. Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. 437 с.

11. Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст] : в 3 т. /под общ. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Киев : Наукова думка, 1969. Т. II : Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. 536 с.
12. Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст] : в 3 т. / под общ. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Киев : Наукова думка, 1972. Т. III. Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. 340 с.
13. Руководство по организации и проведению биологического мониторинга на стационарных пунктах. Составители: Александров Б.Г. и др. Одесса, 2016. 6 с.
14. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоёмах. Методическое руководство (с определителем основных пресноводных видов). Ростов-на-Дону : ФГУП «АзНИРХ», 2009. 84 с.
15. Alexandrov B., Minicheva G., Zaitsev Yu. Black Sea network of marine protected areas: European approaches and adaptation to expansion and monitoring in Ukraine. In: Management of marine protected areas: a network perspective from the Mediterranean and Black Sea / Ed. by Paul D. Goriup. Wiley-Blackwell Publ., 2017. P. 259–282.
16. Aleksandrov B., Arashkevich E., Gubanova A., Korshenko A. Black Sea Monitoring Guidelines – Mesozooplankton. *EU/UNDP Project: Improving Environmental Monitoring in the Black Sea – EMBLAS.Project Activity 3: Development of cost-effective and harmonized biological and chemical monitoring programmes in accordance with reporting obligations under multilateral environmental agreements, the WFD and the MSFD*. October 2014. 31 p.
17. *DIRECTIVE* 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 17 June 2008. (MSFD, 2008/56/EC).
18. *Commission Decision* (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EUC/2017/2901 ELI:<http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj> \.
19. State of Environment Report of the Western Black Sea based on Joint MISIS cruise (SoE-WBS) / Ed. by Moncheva S. and L. Boicenco. MISIS Joint Cruise Scientific Report, 2014. 401 p.