

ISSN 1684-1557

ІНСТИТУТ МОРСЬКОЇ БІОЛОГІЇ НАН УКРАЇНИ

# МОРСЬКИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

MARINE  
ECOLOGICAL JOURNAL

---

Заснований у квітні 2002 р.

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Виходить 1–2 рази на рік  
Одеса

ТОМ XVIII  
ном. 1-2 • 2024



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2024

## Головний редактор

*Мінічева Галина Григорівна*, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НАН України, ДУ «Інститут морської біології НАН України».

## Відповідальний секретар

*Демченко Наталія Анатолівна*, кандидат біологічних наук, науковий співробітник, ДУ «Інститут морської біології НАН України».

## Члени редакційної колегії

*Виноградов Олександр Костянтинович*, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, ДУ «Інститут морської біології НАН України».

*Воробйова Людмила Вікторівна*, доктор біологічних наук, професор, ДУ «Інститут морської біології НАН України».

*Воровка Володимир Петрович*, доктор географічних наук, доцент, Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького.

*Garipian Пол*, Nature Bureau Ltd (Великобританія).

*Гучманідзе Арчил Симон*, доктор біологічних наук, консультаційна компанія «Нектон консалтінг» (Грузія).

*Демченко Віктор Олексійович*, доктор біологічних наук, старший дослідник, ДУ «Інститут морської біології НАН України».

*Ємельянов Володимир Олександрович*, доктор геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НАН України, ДУ «Центр проблем морської геології, геоекології та осадового рудоутворення НАН України».

*Заморов Веніамін Веніамінович*, кандидат біологічних наук, доцент, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова.

*Іваниця Володимир Олексійович*, доктор біологічних наук, професор, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова.

*Квач Юрій Валерійович*, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, ДУ «Інститут морської біології НАН України».

*Мончева Сніжана*, доктор наук (Гідробіологія), професор, Інститут океанології Болгарської академії наук (Варна, Болгарія).

*Оленін Сергій Миколайович*, доктор біологічних наук, професор, Інститут морських досліджень Клайпедського університету (Литва).

*Сон Михайло Олегович*, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, ДУ «Інститут морської біології НАН України».

*Тучковенко Юрій Степанович*, доктор географічних наук, професор, Одеський національний екологічний університет.

*Худий Олексій Ігорович*, доктор біологічних наук, доцент, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича.

**Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі біологічних наук (спеціальності E1 Біологія та біохімія, E2 Екологія) відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3).**

**Ресстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1179 від 11.04.2024 року**

**Ідентифікатор медіа: R30-03851.**

**Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Державна установа «Інститут морської біології НАН України» (вул. Пушкінська, буд. 37, м. Одеса, 65048, [imb@nas.gov.ua](mailto:imb@nas.gov.ua), тел. (048) 737-82-80).**

**Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus.**

**Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.**

**Мови видання: українська, англійська, польська, румунська.**

Фото на обкладинці – Олександр Куракін

ISSN 1684-1557

INSTITUTE OF MARINE BIOLOGY OF THE NAS OF UKRAINE

# MARINE ECOLOGICAL JOURNAL

МОРСЬКИЙ  
ЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

Created in April 2002

SCIENTIFIC JOURNAL

1–2 issues per year  
Odesa

**VOL. XVIII**  
**No. 1-2 • 2024**



Publishing house  
Helvetica  
2024

## **Editor-in-Chief**

*Minicheva Galyna Grygorivna*, Doctor of Biology, Senior Research Scientist, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine.

## **Executive Secretary**

*Demchenko Nataliia Anatoliivna*, PhD in Biology, Research Scientist, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine.

## **Editorial Board Members**

*Vynohradov Oleksandr Kostiantynovych*, Doctor of Biology, Senior Research Scientist, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine.

*Vorobiova Liudmyla Viktorivna*, Doctor of Biology, Professor, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine.

*Vorovka Volodymyr Petrovych*, Doctor of Geography, Associate Professor, Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University.

*Gariap Paul*, Nature Bureau Ltd (the United Kingdom).

*Huchmanidze Archil Symon*, Doctor of Biology, "Nekton Consulting" (Georgia).

*Demchenko Viktor Oleksiiovych*, Doctor of Biology, Senior Research Scientist, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine.

*Yemelianov Volodymyr Oleksandrovych*, Doctor of Geology and Mineralogy, Senior Research Scientist, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, SI "Center for Problems of Marine Geoecology and Sedimentary Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine"

*Zamorov Veniamin Veniaminovich*, PhD in Biology, Associate Professor, Odesa I. I. Mechnikov National University.

*Ivanytsia Volodymyr Oleksiiovych*, Doctor of Biology, Professor, Odesa I. I. Mechnikov National University.

*Kvach Yurii Valeriiovych*, Doctor of Biology, Senior Research Scientist, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine.

*Moncheva Snejana*, Doctor of Sciences (Hydrobiology), Professor, Institute of Oceanology BAS (Varna, Bulgaria).

*Olenin Serhii Mykolaiovych*, Doctor of Biology, Professor, Marine Research Institute of Klaipėda University (Lithuania).

*Son Mykhailo Olehovych*, Doctor of Biology, Senior Research Scientist, Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine.

*Tuchkovenko Yurii Stepanovych*, Doctor of Geography, Professor, Odessa State Environmental University.

*Khudyi Oleksii Ihorovych*, Doctor of Biology, Associate Professor, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University.

***The journal is included in the List of scientific professional publications of Ukraine category B in the field of biological sciences (specialties E1 Biology and Biochemistry, E2 Ecology) in accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine from 26.11.2020 № 1471 (Annex 3).***

***Registration of Print media entity: Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine No. 1179 as of 11.04.2024***

***Media ID: R30-03851.***

***Media entity – Institute of marine biology of the NAS of Ukraine  
(65048, Odesa, Pushkinska Str., 37, imb@nas.gov.ua, tel. (048) 737-82-80)***

***The journal is included in the scientometric database Index Copernicus.***

***The articles were checked for plagiarism using the software StrikePlagiarism.com developed by the Polish company Plagiat.pl.***

***Publication languages: Ukrainian, English, Polish, Romanian.***

Cover photo by Oleksandr Kurakin

## З М І С Т

---

### Наукові статті

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Виноградов О.К., Богатова Ю.І., Синьогуб І.О.</i> Іхтіофауна екотонних зон мисів<br>північно-західної частини Чорного моря . . . . .                                                                                                                                 | 7–14  |
| <i>Воробйова Л.В., Кулакова І.І., Синьогуб І.О., Бондаренко О.С., Кудренко С.А., Рибалко О.А.</i><br>Сучасний стан мейофауни та макрофауни перифітону берегозахисних гідроспоруд<br>одеського узбережжя Чорного моря . . . . .                                          | 15–25 |
| <i>Дядичко В.Г., Харитонова Ю.В.</i> Динаміка розвитку гіллястовусих ракоподібних (Crustacea, Cladocera)<br>у північно-західній частині Чорного моря в другій половині XX – на початку XXI сторіччя . . . . .                                                           | 26–33 |
| <i>Дятлов С.Є.</i> Внесок Кілійського гирла Дунаю у забруднення північно-західної частини Чорного моря . .                                                                                                                                                              | 34–38 |
| <i>Тучковенко Ю.С., Богатова Ю.І., Гаркуша О.П., Мартинюк М.О., Дядичко В.Г., Варігін О.Ю.,<br/>Бушуєв С.Г., Демченко В.О.</i> Характеристика сучасного гідроекологічного режиму<br>Хаджибейського лиману в умовах зміни клімату та антропогенних навантажень . . . . . | 39–56 |
| <i>Пам'яті Леоніда Георгійовича Маніла . . . . .</i>                                                                                                                                                                                                                    | 57–58 |

## CONTENTS

---

### Scholarly papers

|                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Vinogradov O.K., Bogatova Yu.I., Synyogub I.O.</i> Ichthyofauna of ecotone zones of capes ecosystems of the northwestern Black Sea . . . . .                                                                                                                                            | 7–14  |
| <i>Vorobyova L.V., Kulakova I.I., Sinyogub I.O., Bondarenko O.S., Kudrenko S.A., Rybalko O.A.</i> Current state of the meiofauna and macrofauna of the periphyton of coastal protection hydrostructures on the Odessa coast of the Black Sea. . . . .                                      | 15–25 |
| <i>Dyadichko V.G., Kharytonova Yu.V.</i> Dynamics of the development of Cladocera in the northwestern part of the Black Sea in the second half of the XX–XXI centuries. . . . .                                                                                                            | 26–33 |
| <i>Dyatlov S.Ye.</i> The contribution of the Kilia Branch of the Danube to pollution northwestern part of the Black Sea. . . . .                                                                                                                                                           | 34–38 |
| <i>Tuchkovenko Yu.S., Bogatova Yu.I., Garkusha O.P., Martyniuk M.O., Dyadichko V.G., Varigin A.Yu., Bushuiev S.G., Demchenko V.O.</i> Characteristics of the current hydroecological regime of the Khadzhibey Estuary in the conditions of climate change and anthropogenic loads. . . . . | 39–56 |
| <i>In memory of Leonid Georgievich Manila.</i> . . . .                                                                                                                                                                                                                                     | 57–58 |



## ІХТІОФАУНА ЕКОТОННИХ ЗОН МИСІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

**Виноградов О.К.** – д.б.н., с.н.с., пров.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

**Богатова Ю.І.** – к.геогр.н., с.н.с., пров.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України», bogatovayu@gmail.com

**Синьогуб І.О.** – с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

Розглянуто видовий склад та деякі екологічні та еколого-морфологічні особливості іхтіофауни екотонних зон мисів північно-західної частини Чорного моря. Миси у північно-західній частині Чорного моря утворюються на абразійних ділянках берега, являють собою природні скупчення твердого субстрату та оточені пухкими ґрунтами. Перехідні ландшафти та біотопи – екотонні зони, що мають ширину від кількох до десятків метрів, протягуються смугою навколо кам'янистих ділянок мисів до глибин 8–10 м, проходять через супралітораль, літораль (псевдолітораль), верхню сублітораль та йдуть на великі глибини. Для кам'янистих ділянок мисів характерні масові поселення водоростей-макрофітів та двостулкових моллюсків – представників епіфауни, на пухких ґрунтах переважають представники інфауни. В екотонних зонах мисів складаються сприятливі умови для дорослих риб, мешканців пелагіалі, кам'янистих ділянок та пухких ґрунтів, а також для мальків та молоді риб з різних екологічних груп. У біотопах мисів відмічено 120 видів риб, основу іхтіофауни екотонних зон становлять 35 видів донних та придонно-пелагічних, переважно жилих риб із 28 родів та 21 родини. Всі види риб мають еколого-морфологічні пристосування для проживання в умовах екотонних зон, а саме: загальний фон забарвлення відповідає кольору донних субстратів, деякі мають плоске тіло, як у скатів і камбалоподібних, міцне тіло, великі грудні плавці, великий стосовно розмірів тіла рот, у деяких є рило та вуса для пошуку представників інфауни, очі розташовані при вершині голови. Багато з них здатні закопуватись у пухкий ґрунт. Більшість видів іхтіофауни мисів можуть мешкати в різних біотопах, але саме у змішаних ландшафтах екотонних зон вони знаходять найбільш сприятливі умови.

**Ключові слова:** миси, екотонні зони, іхтіофауна, еколого-морфологічні особливості риб, північно-західна частина Чорного моря.

### Вступ

Використовуючи ландшафтно-біотопічний підхід, заснований на концепціях К.О. Виноградова про «контактні зони моря» і Ю.П. Зайцева про «контурні крайові біотопи» в морських екосистемах, у прибережній смузі північно-західної частини Чорного моря (ПнЗЧМ) нами були виділені групи схожих за багатьма ознаками природних екосистем. Це миси, піщані бухти і пересипи лиманів, лимани, гирла і дельти річок. Порівняно зі скелясто-кам'янистими чорноморськими берегами Криму, Кавказу, Анатолії та Румелії прибережна зона ПнЗЧМ бідна на тверді субстрати. Кам'яністі ділянки мисів ПнЗЧМ утворені скелями, брилами, валунами і дрібними уламками понтійського вапняку жовтуватого відтінку. Миси розташовані перпендикулярно до берега

і доходять до глибин 8–10 м, проходячи наскрізь через прибережні екологічні зони від псевдо- до субліторалі. Вони з усіх боків оточені пухкими ґрунтами, височіють над ними і є біотопами для гідробіонтів зі складу перифітону, на відміну від пухких ґрунтів – біотопів бенталі. До екосистем мисів (ЕМ) ми також включаємо товщу води над ними та перехідні екотонні зони (ЕЗ) зі змішаним ландшафтом, де є як тверді, так і пухкі субстрати.

Згідно з «Національним каталогом біотопів України» (2018), донна макрофауна мисів, яка є кормовою базою для більшості риб, належить до двох біотопів: кам'янистих ділянок – до біотопу макрозообентосу на скелях та інших твердих субстратах у зоні субліторалі та пухких ґрунтів – до угруповання на м'яких та рухливих субстратах у зоні субліторалі.

Миси ПнЗЧМ як особливий тип екосистем, їх ЕЗ та іхтіофауна раніше спеціально не вивчалися, але деякі дані про знаходження різних видів риб є в окремих публікаціях (Виноградов 1960; Фауна України 1980, 1982, 1983; Зайцев 2008; Мовчан 2011; Георгиев 1966; Карапеткова, Живков 2006; Antipa 1909; Radu, and Radu 2008). Основні абіотичні особливості ЕМ і склад їх іхтіофауни у ПнЗЧМ частково розглянуті нами раніше (Екологічні закономірності ... 2017; Виноградов та ін. 2024 а, б). Було показано, що завдяки наявності значних площ твердих субстратів і підвищеній гідродинаміці, а також добре відомим специфічним природним явищам, характерним для мисів, як-то формування вітрових і хвильових течій за різних напрямків вітру, прибережний апвелінг, який посилюється біля мисів, так званий «ефект мису», який призводить до утворення скупчень планктону та лярватуна біля закінчення мисів, в ЕМ формуються сприятливі умови для мешкання багатьох видів планктонних і бентосних гідробіонтів, включно з рибами з різних екологічних груп та на різних етапах онтогенезу. ЕМ з їх складним рельєфом, наявністю різних біотопів і з різноманітністю біотичних компонентів дають можливість різним видам риб жити, розмножуватися та ховатися від хижаків.

Встановлено, що кормову базу риб в ЕЗ мисів ПнЗЧМ формують 91 таксон представників макрозообентосу: на твердих субстратах відмічені 83 таксони, на пухких ґрунтах – 58 (Синьогуб та ін. 2022). Коефіцієнт спільності між ними становив 54,9%. В обох біотопах за кількістю таксонів переважали черви і ракоподібні, більш доступні для риб, ніж молюски, особливо великі. Середня біомаса кормового бентосу на твердих субстратах становила 2143,5 г·м<sup>-2</sup>, а на пухких ґрунтах – 53,5 г·м<sup>-2</sup>.

Метою роботи було вивчення видового складу іхтіофауни ЕЗ мисів, екологічних і еколого-морфологічних особливостей риб, що там мешкають.

Актуальність дослідження іхтіофауни мисів ПнЗЧМ зумовлена перманентним зменшенням видового різноманіття і чисельності риб і загальною потребою у розробці заходів з їх збереження.

#### Матеріал та методи досліджень

Видовий склад іхтіофауни мисів ПнЗЧМ, їх ЕЗ, екологічних і еколого-морфологічних особливостей риб розглянуто на прикладі мисів Тарханкут, Аджияск, Одеський Північний, Ланжерон, Малий Фонтан, Великий Фонтан, Бурнас, Констанца, Каліакра. Під час складання переліків іхтіофауни мисів ПнЗЧМ були використані фондові матеріали ДУ «Інститут морської біології НАН України», власні опубліковані і не опубліковані матеріали результатів натурних візуальних спостережень в ЕМ Тарханкут, Бурнас та Одеського морського регіону в травні–жовтні 1991–2021 рр. На рисунку 1 представлена

схема розташування мисів Одеського морського регіону, біля яких проведено більшу частину спостережень та досліджень. У випадках з ЕМ Констанца та Каліакра використані літературні дані.

Систематичне положення, латинські та українські назви риб подані за Ю.В. Мовчаном (2011).



Рис. 1. Схема розташування мисів Одеського морського регіону

Дослідження в ЕМ проводили за допомогою легковолодазного спорядження. Використовували також і різні способи вилову риб (вудки, сачки, верші), проглядали улови рибалок-любителів, волоку і ставних неводів.

#### Результати та обговорення

Біля північних берегів Чорного моря загалом відмічено понад 150 видів риб (Виноградов та ін. 2017). Число видів риб, яких відмічали в ЕМ взагалі і в їх ЕЗ не є постійним і змінюється упродовж року і в різні роки з багатьох причин. Деякі види і раніше лише інколи заходили через Босфор у Чорне море і в його південно-західну частину. Надмірний вилов та евтрофування, забруднення води різними токсикантами, антропогенна зміна природних умов водного середовища – усі ці фактори впливають на склад іхтіофауни як ПнЗЧМ загалом, так і в ЕЗ мисів.

У ЕМ ПнЗЧМ трапляються понад 120 видів риб із різних фауністичних комплексів і екологічних груп. Під час великих повеней на річках у море і в ЕМ потрапляють деякі напівпрохідні і прісноводні риби, які там довго не затримуються, і або повертаються до річок, або гинуть. Тому у цій роботі ми їх не враховуємо. Найбільша кількість напівпрохідних і прісноводних риб відмічена в ЕМ Дніпровсько-Дунайського межиріччя: мис Аджияск – 9, мис Великий Фонтан – 9, мис Бурнас – 12. На природне, звичайне

розміщення риб впливають не тільки стік річок, ландшафт і біотопи, але і сильні шторми і вздовж-берегові течії. Так, наприклад, представники родини Syngnathidae переносяться із ЕМ на пухкі ґрунти. У складі іхтіофауни мисів найчастіше трапляються переважно морські і прохідні донні і придонно-пелагічні осілі риби, а також їх молодь.

У таблиці 1 наведено дані про загальну кількість видів із різних екологічних груп у складі іхтіофауни мисів ПнЗЧМ від мису Тарханкут на сході до мису Каліакра на заході. Привертає увагу, що від мису Великий Фонтан, який займає центральне

положення на узбережжі ПнЗЧМ, як у напрямку Придніпровського, так і Придунайського районів моря, кількість видів риб у ЕМ спочатку зменшується, а потім значно зростає, що може бути пов'язано з опрісненням.

До складу іхтіофауни саме ЕЗ мисів ПнЗЧМ ми відносимо лише ті види, які там трапляються найчастіше і мають певні еколого-морфологічні і екологічні пристосування для мешкання у змішаних кам'янисто-піщаних біотопах. У таблиці 2 наведено видовий склад і деякі екологічні особливості риб, найбільш типових для ЕЗ мисів ПнЗЧМ.

Таблиця 1

**Кількість видів риб різних екологічних груп біля деяких мисів північно-західної частини Чорного моря (за винятком напівпрохідних і прісноводних риб)**

| Екологічна група                                             | Мис       |         |                |        |           |          |
|--------------------------------------------------------------|-----------|---------|----------------|--------|-----------|----------|
|                                                              | Тарханкут | Адзияск | Великий Фонтан | Бурнас | Констанца | Каліакра |
| <b>Кількість видів, толерантних до солоності води 12–17‰</b> |           |         |                |        |           |          |
| Морські                                                      | 71        | 49      | 62             | 49     | 91        | 90       |
| Прохідні                                                     | 1         | 6       | 7              | 7      | 7         | 7        |
| Всього                                                       | 72        | 55      | 69             | 56     | 98        | 97       |
| <b>Кількість видів – мешканців різних шарів води</b>         |           |         |                |        |           |          |
| Пелагічні                                                    | 24        | 19      | 20             | 21     | 38        | 34       |
| Придонно-пелагічні                                           | 10        | 8       | 11             | 7      | 16        | 17       |
| Донні                                                        | 38        | 28      | 38             | 28     | 44        | 46       |
| Всього                                                       | 72        | 55      | 69             | 56     | 98        | 97       |

Таблиця 2

**Склад і деякі екологічні особливості риб екотонних зон мисів північно-західної частини Чорного моря**

| Родина, вид                                               | Екологічні особливості |                  |                         |            |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------|
|                                                           | фауністичний комплекс  | екологічна група | особливості розмноження | довжина, м |
| 1                                                         | 2                      | 3                | 4                       | 5          |
| Rajidae                                                   |                        |                  |                         |            |
| <i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758                        | CAC                    | Д                | Я                       | до 0,30    |
| Dasyatidae                                                |                        |                  |                         |            |
| <i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)                | CAC                    | Д                | Ж                       | до 0,30    |
| Acipenseridae                                             |                        |                  |                         |            |
| <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> Brand et Ratzeburg, 1833 | ПК                     | Д Пр             | –                       | до 0,60    |
| <i>Acipenser stellatus</i> Pallas, 1771                   | ПК                     | Д Пр             | –                       | до 0,60    |
| <i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758)                         | ПК                     | Д Пр             | –                       | до 0,60    |
| Anguillidae                                               |                        |                  |                         |            |
| <i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)                 | П                      | Д Пр             | –                       | до 0,60    |
| Lotidae                                                   |                        |                  |                         |            |
| <i>Gaidropsarus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)        | CAC                    | Д                | ІІ ЛП                   | до 0,30    |
| Ophidiidae                                                |                        |                  |                         |            |
| <i>Ophidion rochei</i> Muller, 1845                       | CAC                    | Д                | ІІ ЛП                   | до 0,25    |
| Syngnathidae                                              |                        |                  |                         |            |
| <i>Nerophis teres</i> (Rathke, 1837)                      | CAC                    | ПД               | ІВ ЛП                   | до 0,12    |
| <i>Syngnathus nigrolineatus</i> Eichwald, 1831            | CAC                    | ПД               | ІВ ЛП                   | до 0,20    |
| Scorpaenidae                                              |                        |                  |                         |            |
| <i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758                    | CAC                    | Д                | ІІ ЛП                   | до 0,25    |

Продовження таблиці 2

| 1                                                  | 2   | 3 | 4     | 5       |
|----------------------------------------------------|-----|---|-------|---------|
| Triglidae                                          |     |   |       |         |
| <i>Chelidonichthys lucernus</i> Linnaeus, 1758     | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,40 |
| Centracanthidae                                    |     |   |       |         |
| <i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810           | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,20 |
| Mullidae                                           |     |   |       |         |
| <i>Mullus ponticus</i> Essipov, 1927               | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,10 |
| Ammodytidae                                        |     |   |       |         |
| <i>Gymnammodytes cicerellus</i> (Rafinesque, 1810) | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,10 |
| Trachinidae                                        |     |   |       |         |
| <i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758              | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,25 |
| Uranoscopidae                                      |     |   |       |         |
| <i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758           | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,25 |
| Blenniidae                                         |     |   |       |         |
| <i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814)  | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,20 |
| <i>Parablennius tentacularis</i> (Brunnich, 1768)  | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,12 |
| Callionymidae                                      |     |   |       |         |
| <i>Callionymus risso</i> Lesueur, 1814             | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,07 |
| Gobiidae                                           |     |   |       |         |
| <i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758                 | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,12 |
| <i>Mesogobius batrachocephalus</i> (Pallas, 1814)  | ПК  | Д | ІД ЛД | до 0,30 |
| <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)        | ПК  | Д | ІД ЛД | до 0,15 |
| <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)       | ПК  | Д | ІД ЛД | до 0,20 |
| <i>Ponticola eurycephalus</i> (Kessler, 1874)      | ПК  | Д | ІД ЛД | до 0,15 |
| <i>Ponticola ratan</i> Nordmann, 1840              | ПК  | Д | ІД ЛД | до 0,20 |
| <i>Ponticola syrman</i> Nordmann, 1840             | ПК  | Д | ІД ЛД | до 0,20 |
| <i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)     | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,07 |
| <i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)       | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,07 |
| <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814)     | ПК  | Д | ІД ЛД | до 0,07 |
| <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> (Pallas, 1814)  | CAC | Д | ІД ЛП | до 0,20 |
| Bothidae                                           |     |   |       |         |
| <i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt, 1915          | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,07 |
| Scophthalmidae                                     |     |   |       |         |
| <i>Psetta maeotica</i> (Pallas, 1814)              | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,35 |
| Pleuronectidae                                     |     |   |       |         |
| <i>Platichthys luscus</i> (Pallas, 1814)           | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,30 |
| Soleidae                                           |     |   |       |         |
| <i>Pegusa lascaris</i> Risso, 1810                 | CAC | Д | ІП ЛП | до 0,30 |

**Примітка:** фауністичний комплекс: CAC – східно-атлантично-середземноморський, ПК – понто-каспійський, П – прісноводний; екологічна група: Д – донна, ПД – придонно-пелагічна, ПП – прохідна; особливості розмноження: ІП – ікра пелагічна, ІД – ікра донна, ІВ – ікра, яка винощується, ЛП – личинка пелагічна, ЛД – личинка донна, Я – яйцекладна, Ж – живородна.

Основу іхтіофауни ЕЗ мисів ПнЗЧМ формують переважно осілі, часто малорухомі донні і придонно-пелагічні риби, які представлені 35 видами із 28 родів та із 21 родини. У ЕЗ мисів, окрім риб, указаних у таблиці 2, трапляються молоді особини *Squalus acanthias* Linnaeus, що, з одного боку, є пелагічним мігрантом і живиться в товщі води рибою, а з іншого – на твердих і пухких ґрунтах – рибою і безхребетними. За допомогою рила він розкопує ґрунт. Останніми роками в ПнЗЧМ дуже рідкісна *Umbrina cirrosa* (Linnaeus, 1758), яка зазвичай тримається в товщі води серед скель і водоростей, але для пошуку безхребетних у пухких ґрунтах має на підборідді маленькі вуса.

У ЕЗ мисів для живлення на дні і біля дна також періодично з'являються пелагічні за основними ознаками мігруючі зграйні риби: *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, *Liza haematocheilus* (Temminck et Schlegel, 1845), *L. aurata* (Risso, 1810), *L. saliens* (Risso, 1810), *Merlangius euxinus* Nordmann, 1840, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), *Trachurus ponticus* Aleev, 1956.

З 35 видів риб, наведених у таблиці 2, *R. clavata* та *D. pastinaca* належать до класу хрящових риб, всі інші – до класу променеперих. Понто-каспійськими реліктами є 10 видів, 24 види мають східно-атлантично-середземноморське походження.

Піленгас *L. haematocheilus* – акліматизант із морів Далекого Сходу. За особливостями розмноження 15 видів мають донну ікру, у 12 – ікра пелагічна, ще у двох видів (*Syngnathidae*) виношується самцями, 1 вид живородний і 1 – яйцекладний. Осетрові нерестяться у річках, річковий вугор *A. anguilla* – в Атлантичному океані.

На ділянках ЕЗ мисів зі змішаним ландшафтом спостерігається так званий «крайовий ефект», або «ефект узлісся», коли там з'являються риби з обох сусідніх екосистем. Деякі риби, які тримаються головним чином на кам'янистих біотопах, для живлення виходять на пухкі ґрунти ЕЗ, а у разі появи загрози ховаються серед каміння і водоростей-макрофітів. Така поведінка характерна для *S. flexuosa* і *P. sanguinolentus*. Бички *N. fluviatilis* і *N. melanostomus* утворюють у пухких ґрунтах колективні кормові ями діаметром до 1,5 м і глибиною до 8–10 см. *S. porcus* і *A. anguilla* в ЕЗ мисів трапляються у години сутінків.

Найбільш стабільні і сприятливі умови для риб у теплі місяці в ЕМ складаються на глибинах від 1,5–2 м до 5–6 м, де відзначена найбільша кількість видів. Це пов'язано з тим, що надмірна гідродинаміка найчастіше проявляється на глибинах до 1,5–2 м, а ділянки мисів з глибинами більше 6–8 м можуть періодично потрапляти у зону дії сірководню. Ці фактори регулюють загальний розподіл риб ЕМ і їх ЕЗ (Виноградов та ін. 2024 а, б).

Формування іхтіоценозу мисів ПнЗЧМ має сезонний характер. Після майже повної відсутності риб взимку у разі прогрівання води до 9–10°C вони починають підходити до берегів, набуваючи найбільшого різноманіття в теплі місяці. Восени у разі зниження

температури води до 12–13°C першими від берегів починають відходити риби східно-атлантично-середземноморського походження, а під час подальшого похолодання відходять і понто-каспійські релікти. Найбільш типові еколого-морфологічні пристосування риб з ЕЗ мисів ПнЗЧМ зведені у таблиці 3.

Як видно з таблиці 3, для виживання у змішаних ландшафтах і біотопах ЕЗ мисів риби мають спеціальні якості і певні пристосування, набуті для виживання на пухких ґрунтах. Риби ЕЗ мешкають на дні чи на його тлі. Загальний фон забарвлення у них має відтінки від світло-сірого до майже чорного, жовтувато-червонувато-брунатного із плямистим чи смугастим малюнком світліших чи темніших кольорів. Черевна сторона тіла і боки зазвичай світліші, а у камбал і скатів черевце може бути білим. Нерухомість і маскувальне забарвлення слугують не тільки для захисту від хижаків, а і для полювання. Сріблясто-сірі відтінки боків мають *S. flexuosa* і *G. cicerellus*. Більшість видів риб із ЕМ здатні швидко змінювати забарвлення тіла у відповідності до субстрату. Окрім риб з плоским тілом, як у скатів і камбалоподібних, більшість інших донних риб мають міцне тіло з великими грудними плавцями. Площа і відносна ширина тіла у них більші, ніж у пелагічних риб, що підвищує спротив води під час плавання, але завдяки великим грудним плавцям і хвостовому плавцю донні риби можуть швидко і різко маневрувати у придонному шарі. Найбільші за розмірами грудні плавці має *Ch. lucernus*, у якого вони становлять майже третину довжини тіла.

У скатів *R. clavata* і *D. pastinaca* тіло сплюснене у дорзо-вентральному напрямку і рот розташований

Таблиця 3

Еколого-морфологічні пристосування риб з екотонних зон мисів північно-західної частини Чорного моря

| Еколого-морфологічні пристосування               | Роди і види риб                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Загальний фон забарвлення                        | У донних риб забарвлення від світло-сірого до темно-сірого, жовтувато-брунатне, бурувате. У придонно-пелагічних риб забарвлення від зеленкуватого до брунатного. Сріблясто-сірі відтінки боків мають <i>S. flexuosa</i> і <i>G. cicerellus</i> . У багатьох на спині і боках темніші чи світліші смуги і плями.          |
| Закопуються у пухкий ґрунт                       | <i>R. clavata</i> , <i>D. pastinaca</i> , <i>A. anguilla</i> , <i>O. rochei</i> , <i>T. draco</i> , <i>U. scaber</i> , <i>S. porcus</i> , <i>Ch. lucernus</i> , <i>A. kessleri</i> , <i>P. maeotica</i> , <i>P. luscus</i> , <i>P. lascaris</i> , <i>G. cicerellus</i>                                                   |
| Мають плоске тіло                                | <i>R. clavata</i> , <i>D. pastinaca</i> , <i>A. kessleri</i> , <i>P. maeotica</i> , <i>P. luscus</i> , <i>P. lascaris</i>                                                                                                                                                                                                |
| Мають великі грудні плавці                       | Бичкові риби із родів <i>Gobius</i> , <i>Neogobius</i> , <i>Ponticola</i> , <i>Mesogobius</i> , <i>Zosterisessor</i> , а також <i>O. rochei</i> , <i>T. draco</i> , <i>U. scaber</i> , <i>S. porcus</i> , <i>Ch. lucernus</i>                                                                                            |
| Очі розташовані при вершині голови               | Бичкові риби із родів <i>Gobius</i> , <i>Neogobius</i> , <i>Ponticola</i> , <i>Mesogobius</i> , <i>Zosterisessor</i> , а також <i>O. rochei</i> , <i>T. draco</i> , <i>U. scaber</i> , <i>S. porcus</i> , <i>Ch. lucernus</i> , <i>A. kessleri</i> , <i>P. maeotica</i> , <i>P. luscus</i> , <i>P. lascaris</i>          |
| Мають вуса для пошуку представників інфауни      | <i>A. gueldenstaedtii</i> , <i>A. stellatus</i> , <i>H. huso</i> , <i>G. mediterraneus</i> , <i>O. rochei</i> , <i>M. ponticus</i> , а також не включені до табл. 2 <i>M. euxinus</i> і <i>U. cirrosa</i>                                                                                                                |
| Мають рилю для викопування представників інфауни | <i>A. gueldenstaedtii</i> , <i>A. stellatus</i> , <i>H. huso</i> , <i>R. clavata</i> , <i>D. pastinaca</i> , <i>Ch. lucernus</i> , <i>P. maeotica</i> , а також <i>S. acanthias</i>                                                                                                                                      |
| Мають великий рот                                | Окрім <i>R. clavata</i> , <i>D. pastinaca</i> , <i>P. maeotica</i> , великий стосовно розмірів тіла рот мають бичкові риби із родів <i>Gobius</i> , <i>Neogobius</i> , <i>Ponticola</i> , <i>Mesogobius</i> , <i>Zosterisessor</i> , а також <i>T. draco</i> , <i>U. scaber</i> , <i>S. porcus</i> , <i>Ch. lucernus</i> |

знизу. Камбалоподібні лежать на дні фактично на правому чи лівому боці, а очі розташовані на протилежному. Верхній бік, як і спина у скатів, пігментований. Рот повернутий вбік. Скати і камбалоподібні мало помітні на дні у разі погляду збоку, до того ж вони закопуються у ґрунт так, що на поверхні залишаються лише очі. Окрім них, здатні закопуватись у ґрунт *A. anguilla*, *O. rochei*, *T. draco*, *U. scaber*, *Ch. lucernus*. Ці риби використовують різні способи закопування. Так, *O. rochei* головою пірнає у ґрунт і ховається головою; скати і камбалоподібні різко притискаються до дна, здіймаючи в товщу води мул і пісок, що осідають на них зверху; *T. draco* і *U. scaber* за допомогою різких рухів грудними плавцями ніби втискаються в ґрунт; *A. anguilla* притискається до каміння, підіймаючи хмарку мулу і піску. Окрім скатів і камбалоподібних, очі на голові найвище розташовані у *U. scaber*, *T. draco*, *Ch. lucernus*, *Callionymus risso*, представників родини Gobiidae із родів *Gobius*, *Neogobius*, *Mesogobius*, *Ponticola*, *Zosterisessor*. Рот у таких риб зазвичай відносно великий. У *U. scaber* і *T. draco* він помітно скошений догори.

Осетрові мають довге веретеноподібне тіло, голова закінчується більш-менш довгим рилом. Рот нижній. За допомогою рила осетрові, *S. acanthias*, *R. clavata*, *D. pastinaca*, *P. maeotica*, *Ch. lucernus* перекопують пухкі ґрунти у пошуках кормових об'єктів. Деякі риби для пошуку донних безхребетних використовують розташовані біля рота вуса: *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus*, *H. huso*, *G. mediterraneus*, *M. euxinus*, *O. rochei*, *M. ponticus*, *U. cirrosa*.

За формою тіла від інших риб ЕЗ помітно відрізняються придонно-пелагічні морські голки *N. teres* і *S. nigrolineatus*. Вони мають тонке стрілоподібне тіло, але не для швидкого плавання, а для утримання серед водоростей у разі сильної течії. Загальний фон забарвлення набуває відтінків у відповідності до кольору макрофітів. На відміну від інших риб ЕЗ, вони мають трубкоподібний рот, яким засмоктують із товщі води планктонні організми.

Бичкові риби ЕЗ із родів *Gobius*, *Neogobius*, *Mesogobius*, *Ponticola*, *Zosterisessor* мають більш-менш розвинений присмоктувальний диск, утворений черевними плавцями, що зрослися, за допо-

могою якого вони можуть міцно утримуватись на твердій поверхні проти течії.

Своєрідну групу риб за зовнішніми ознаками тіла утворюють *A. anguilla*, *G. mediterraneus* і *O. rochei*. Тіло у них видовжене, гнучке, грудні плавці невеличкі, а спинний, анальний і хвостовий плавці поєднуються у *A. anguilla* і *O. rochei*, і майже поєднуються *G. mediterraneus* у єдину стрічку.

Екосистеми мисів у ПнЗЧМ є природними резерватами для багатьох видів прибережних риб завдяки абіотичним і біотичним особливостям. Найбільш тісно пов'язані з ЕЗ представники донних риб з родин Rajidae, Dasiatidae, Acipenseridae, Anguillidae, Lotidae, Ophidiidae, Scorpaenidae, Triglidae, Mullidae, Ammodytidae, Trachinidae, Uranoscopidae, Blenniidae, Callionymidae, Gobiidae, Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae, Soleidae, а також придонно-пелагічні риби із родин Labridae, Syngnathidae, Centranchidae. Деякі пелагічні і придонно-пелагічні риби в ЕЗ лише живляться: Squalidae, Mugilidae, Gadidae, Carangidae, Pomatomidae, Sciaenidae. Всі вони мають певні пристосування для мешкання в умовах ЕЗ, набуті чи у скелясто-кам'янистих ландшафтах, чи на пухких ґрунтах, чи у придонному шарі води.

#### Висновки

1. Іхтіофауну екотонних зон мисів ПнЗЧМ формують переважно 35 видів донних і придонно-пелагічних риб із 28 родів і 21 родини. Це осілі, головним чином малорухомі, дрібні (до 10 см) та середні (до 30–35 см) за довжиною риби. Види риб, особини яких можуть вирости до 0,5 м і більше, тут представлені мальками і молоддю.

2. В екотонних зонах мисів 33 види (92,5%) риб із 35 мають переважно жовтувато-сірувате чи червонувато-брунатне загальне забарвлення спини і боків, на тлі якого проглядаються світліші чи темніші смуги, смужки, плями і плямки. Лише два види (*Spicara flexuosa* і *Gymnammodytes cicerellus*) мають сріблясті боки.

3. Із 35 видів риб, відзначених в екотонних зонах мисів, 13 (37,1%) закопуються у пухкі ґрунти, 8 (22,9%) мають вуса біля рота для пошуку безхребетних інфауни, 7 (20%) мають рило для перекопування ґрунту, 6 (17,1%) мають плоске тіло.

#### Список використаних джерел

1. Виноградов К.О. Іхтіофауна північно-західної частини Чорного моря. Київ : Видавництво АН УРСР, 1960. 115 с.
2. Виноградов О.К., Богатова Ю.І., Синьогуб І.О. Абіотичні особливості екосистем мисів північно-західної частини Чорного моря. *Український журнал природничих наук*. 2024 а. № 8. С. 245–251.
3. Виноградов О.К., Богатова Ю.І., Синьогуб І.О. Екосистеми мисів північно-західної частини Чорного

моря – природні резервати морських прибережних риб. *Тернопільські біологічні читання – TERNOPIL BIOSCIENCE – 2024* : VII Міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 95-річчю від дня народження професора К.М. Векірчика, м. Тернопіль, 18–19 квітня 2024 р. Тернопіль, 2024 б. С. 311–314.

4. Екологічні закономірності розподілу морської прибережної іхтіофауни (Чорноморсько-Азовський басейн) / О.К. Виноградов та ін. Одеса : Астропрінт, 2017. 416 с.

5. Зайцев Ю.П. Чорноморські береги України. Київ : Академперіодика, 2008. 242 с.
6. Мовчан Ю.В. Риби України (визначник-довідник). Київ : Золоті ворота, 2011. 420 с.
7. Національний каталог біотопів України / за ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. Київ : ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
8. Синьогуб І.О., Бондаренко О.С., Кудренко С.А., Рибалко О.А. Макрозообентос прибережних біотопів Одеського морського регіону (Чорне море). *Морський екологічний журнал*. 2022. Т. XVI. № 1–2. С. 91–98.
9. Фауна України. Риби. Т. 8, вип. 1 / Павлов П.Й. Київ : Наукова думка, 1980. 352 с.
10. Фауна України. Риби. Т. 8, вип. 2. Ч. 1 / Мовчан Ю.В., Смірнов А.І. Київ : Наукова думка, 1982. 428 с.
11. Фауна України. Риби. Т. 8, вип. 2. Ч. 2 / Мовчан Ю.В., Смірнов А.І. Київ : Наукова думка, 1983. 360 с.
12. Георгиев Ж.М. Някои нови и малко познени попчети (Gobiidae Piscas) за Българската ихтиофауна. *Известия НИИ рибно стопанство и океанографии*. 1966. № 7. С.159–228.
13. Карапеткова М., Живков М. Рибите в България. София : Гей-Либрис, 2006. 215 с.
14. Antipa G. Fauna Ihtiologică a României. Academia Română. București : Publicațiile Fondului Adamachi, 1909. 294 p.
15. Radu G., Radu E. Determinator al principalelor specii de pesti din Marea Neagra. Constanta : Editura VIROM, 2008. 558 p.

## References

1. Vinogradov, K.O. (1960). *Ikhtiofauna pivnichno-zakhidnoyi chastyny Chornoho morya [Ichthyofauna of the northwestern part of the Black Sea]*. Kyiv: Vydavnytstvo AN URSR [in Ukrainian].
2. Vinogradov, O.K., Bogatova, Yu.I., & Syn'ohub, I.A. (2024 a). Abiotichni osoblivosti ekosistem misiv pivnichno-zahidnoyi chastini Chornogo morya [Abiotic features of cape ecosystems of the northwestern part of the Black Sea]. *Ukrayinskij zhurnal prirodnichih nauk – Ukrainian Journal of Natural Sciences*, 8, 245–251. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.25> [in Ukrainian].
3. Vinogradov, O.K., Bogatova, Yu.I., & Syn'ohub, I.A. (2024 b). Ekosystemy mysiv pivnichno-zakhidnoyi chastyny Chornoho morya – pryrodni rezervaty mors'kykh prybrezhnykh ryb [Ecosystems of capes of the northwestern part of the Black Sea – natural reserves of marine coastal fish]. *Proceedings from VII Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiya, prysvyachena 95-richchyu vid dnya narodzhennya profesora K.M. Vekirchuka «Ternopil's'ki biolohichni chytannya – TERNOPIL BIOSCIENCE – 2024» – VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of prof. Vekirchuk K.M. Ternopil' "Ternopil biological readings – Ternopil Bioscience – 2024"*. Pp. 311–314 [in Ukrainian].
4. Vinogradov, A.K., Bogatova, Yu.I., Synyogub, I.A., & Khutornoy, S.A. (2017). *Ekologicheskyye zakonomernosti raspredeleniya morskoy prybrezhnoy ikhtyofauny (Chernomorsko-Azovskiy basseyn) [Ecological patterns of marine littoral ichthyofauna distribution (the Black-Azov seas basin)]*. Odessa: Astroprint [in Russian].
5. Zaytsev, Yu.P. (2008). *Chernomorskiye berega Ukrainy [Black Sea coast of Ukraine]*. Kyiv: Akademperiodika [in Ukrainian].
6. Movchan, Yu.V. (2011). *Ryby Ukrainy (vyznachnyk-dovidnyk) [Fishes of Ukraine (reference guide)]*. Kyiv: Zoloti vorota [in Ukrainian].
7. Borsukevych, L.M., Didukh, Ya.P., Kuzemko, A.A., Moysiyenko, I.I., Onyshchenko, V.A., Sadohurs'ka, S.S. et al. (2018). *Natsional'nyy katalog biotopiv Ukrayiny [National habitat catalogue of Ukraine]*. Kyiv: FOP Klymenko Yu.Ya. [in Ukrainian].
8. Synyogub, I.O., Bondarenko, O.S., Kudrenko, S.A., & Rybalko, O.A. (2022). Makrozoobentos prybrezhnykh biotopiv Odeskoho morskoho rehionu (Chorne more) [Macrozoobenthos of coastal biotopes of the Odesa Sea Region (Black Sea)]. *Morskyi ekologichnyi zhurnal – Marine ecological journal*, XVI, 1–2, 91–98. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.25> [in Ukrainian].
9. Movchan, Yu.V., & Smirnov, A.I. (1982). *Fauna Ukrayiny. Ryby [Fauna of Ukraine. Fishes]*. Vols. 8, Is. 2, Part 4.1. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
10. Movchan, Yu.V., & Smirnov, A.I. (1983). *Fauna Ukrayiny. Ryby [Fauna of Ukraine. Fishes]*. Vols. 8, Is. 2, Part 4.2. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
11. Pavlov, P.Y. (1980). *Fauna Ukrayiny. Ryby [Fauna of Ukraine. Fishes]*. Vols. 8, Is. 1. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
12. Georgiev, Zh.M. (1966). Nyakoi novi i malko poznani popcheti (Gobiidae Piscas) za Bŭlgarskata ikhtiofauna [Some new and little known gobies (Gobiidae, Pisces) of Bulgarian ichthyofauna]. *Izvestiya NII ribnostopanstvo i okeanografii*, 7, 159–228 [in Bulgarian].
13. Karapetkova, M., & Zhivkov, M. (2006). *Ribite v Bŭlgariya [Fish in Bulgaria]*. Sofia: Gaia-Libris [in Bulgarian].
14. Antipa, G. (1909). *Fauna Ihtiologică a României [Ichthyological Fauna of Romania]*. București: Publicațiile Fondului Adamachi [in Romanian].
15. Radu, G., & Radu, E. (2008). *Determinator al principalelor specii de pesti din Marea Neagra [Determinant of the main fish species in the Black Sea]*. Constanta: Editura VIROM [in Romanian].

## ICHTHYOFAUNA OF ECOTONE ZONES OF CAPES ECOSYSTEMS OF THE NORTHWESTERN BLACK SEA

**Vinogradov O.K.**, Dr. Sc., Senior Scientist

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine

**Bogatova Yu.I.**, PhD, Senior Scientist

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, bogatovayu@gmail.com

**Synyogub I.O.**, Senior Scientist

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine

The present study examines the species composition and some ecological and ecological-morphological features of the ichthyofauna of the ecotone zones of capes ecosystems of the northwestern part of the Black Sea. In the northwestern part of the Black Sea, capes are formed in coastal zones subject to erosion and are natural accumulations of hard substrate surrounded by loose sediments. Transitional landscapes and biotopes are ecotone zones with width ranging from several up to dozens of meters that stretch out in a strip around rocky local capes to a depth of 8–10 m. These zones pass through the supralittoral, littoral (pseudo littoral), upper sublittoral and further down to deep depth. Rocky areas of capes are characterized by massive settlements of macrophyte algae and bivalve's representative of epifauna, while infauna organisms predominate on loose sediments. In the ecotone zones of the capes, favorable conditions occur for adult fish that inhabit the pelagic zone, rocky areas and loose sediments, as well as for fry and juvenile fish from different ecological groups. One hundred and twenty species of fish have been recorded in the biotopes of capes. The basis of the ichthyofauna consists of 35 species of bottom and near bottom-pelagic, mainly resident fish from 28 genera and 21 families. All fish species have ecological and morphological adaptations for living in ecotone zones of capes. In particular, their general color corresponds to the color of bottom substrates and they dig into loose sediments, have a flat body like rays and flatfishes, large pectoral fins, a large mouth and barbels for searching infauna preys, a snout for digging them out, and eyes located at the top of the head. Most species from the ichthyofauna of the capes can live in several different biotopes, but it is in the mixed landscapes of ecotone zones that they find the most favorable conditions.

**Key words:** capes, ecotone zones, ichthyofauna, ecological and morphological features of fish, northwestern part of the Black Sea.

## СУЧАСНИЙ СТАН МЕЙОФАУНИ ТА МАКРОФАУНИ ПЕРИФІТОНУ БЕРЕГОЗАХИСНИХ ГІДРОСПОРУД ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ ЧОРНОГО МОРЯ

**Воробйова Л.В.** – д.б.н., проф., провід.н.с.  
ДУ «Інститут морської біології НАН України»  
vorobyova.meio@gmail.com

**Кулакова І.І.** – к.б.н., с.н.с.  
ДУ «Інститут морської біології НАН України»

**Синьогуб І.О.** – с.н.с.  
ДУ «Інститут морської біології НАН України»

**Бондаренко О.С.** – к.б.н.  
ДУ «Інститут морської біології НАН України»

**Кудренко С.А.** – к.б.н.  
ДУ «Інститут морської біології НАН України»

**Рибалко О.А.** – м.н.с.  
ДУ «Інститут морської біології НАН України»

**Варігін О.Ю.** – д.б.н., с.н.с.  
ДУ «Інститут морської біології НАН України»

У статті надана порівняльна характеристика екологічних показників угруповань мейо- та макрофауни за даними 1991 р. та 2023 р. на берегозахисних спорудах (траверсах та хвилеломах) в Одеській затоці Чорного моря. За спостереженнями у 2023 р. у мейофауні берегозахисних споруд були відмічені представники 10 груп: Nematoda, Nannastacoida, Ostracoda, Turbellaria, Halacaridae, Gastrotricha, Oligochaeta, Polychaeta та молодь Bivalvia і Balanus. Середні показники загальної чисельності мейофауни становили  $896203 \pm 99230$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, при цьому її постійний компонент (евмейобентос) був представлений 44,8% ( $401946 \pm 76703$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Частка представників тимчасового компонента (псевдомейобентосу) була на 10,4% вищою ( $494257 \pm 77148$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Якщо в 1991 р. за чисельністю домінували нематоди (56,2%), то в 2023 р. домінуючою групою за щільністю поселень домінувала молодь бівальвів та поліхет. В обростанні (перифітоні) бетонних гідротехнічних споруд зареєстровано 43 таксони макрофауни: кільчастих червів – 10, моллюсків – 9, ракоподібних – 21, представників інших груп – 3. В травні–листопаді 1991 р. було знайдено 38. У 2023 р. порівняно з 1991 р. у складі чисельності майже вдвічі була більшою частка сестонофагів, а частка детритофагів – вдвічі меншою. Серед головних таксономічних груп за кількістю таксонів переважали ракоподібні (21), за чисельністю (64,4%) і біомасою (88,6%) – моллюски; серед трофічних груп за кількістю таксонів (14) – детритофаги, за чисельністю (81,9%) і біомасою (98%) – сестонофаги. Порівняно з 1991 р. у структурі ценозу обростання відбулися певні зміни. Середня чисельність макрофауни була в 1,5 раза більшою, а біомаса в 1,3 раза меншою. Середня чисельність мідії була меншою в 2 рази, її біомаса – в 2,2 раза.

**Ключові слова:** Чорне море, Одеська затока, берегозахисні споруди, перифітон, мейофауна, макрофауна.

### Вступ

Одеський морський регіон багато десятиріч, як і вся північно-західна частина Чорного моря (ПнЗЧМ), перебуває під впливом хронічного екологічного стресу, яким є антропогенне ефтрофування. Його причини і наслідки для формування пелагічних та донних угруповань морських організмів багаторазово були представлені в публікаціях (Зайцев 1992; Богатова и др. 1990; Воробьева 1999; Одеський регіон ... 2017). В них описані основні закономірності розвитку пелагічних та донних безхребет-

них тварин і, зокрема, основні тенденції розвитку мейобентосу у разі постійних, часто повторюваних негативних впливів, які мають досить довгий часовий відрізок.

Ще одним із прикладів впливу на прибережну зону моря можуть бути великомасштабні берегоукріплювальні роботи, які були розпочаті в Одеській затоці з кінця 50-х – початку 60-х років минулого сторіччя. На сьогодні система бетонних траверсів і хвилеломів охоплює берегову лінію довжиною близько 20 км (Воробьева, Синьогуб 2000). Під час

розгляду впливу будівництва хвилеломів блокуючого типу на морську екосистему необхідно враховувати його вплив на всі ланки трофічного ланцюга, кожна з яких забезпечує можливість розвитку та існування різних біологічних компонентів морської екосистеми. Важливі ланки цього ланцюга – представники угруповань мейофауни та макрофауни, що забезпечують харчування та розвиток як молоді та личинок риб придонного та донного комплексів, макробоентосу, так і дорослих риб (кефалеві). На початку сучасного сторіччя екологічна ситуація в акваторії ПнЗЧМ за показниками мейофауни дещо покращилася (Vorobyova, and Bolshakov 2023).

Але, крім хронічного, наявні ще гострі екологічні стреси (забруднення). Для ПнЗЧМ таким стресом стало надходження великого об'єму прісної води під час прориву Каховської греблі, яке відбулося на початку червня 2023 р. Було встановлено, що при цьому відзначалися максимальні позитивні регіональні аномалії чисельності фітопланктону, які спостерігалися упродовж 10–12 діб у період 11–22 червня (Мінічева та ін. 2023). Автори підкреслюють, що такі високі показники аномалії чисельності клітин можуть бути пояснені тим, що це реакція фітопланктону у відповідь на залпове надходження в морську екосистему великих об'ємів органічних і мінеральних речовин. Як відомо, процеси, які проходять у поверхневих шарах пелагіалі, мають великий вплив на формування якісних та кількісних показників морської біоти на дні. Залпове надходження великого обсягу прісної води з Каховського водосховища призвело до зменшення солоності поверхневого шару води Одеського морського регіону (з 13‰ 6 червня до 7,4‰ 9 червня; мінімальний показник 3,95‰ зареєстрований 11 червня) і трималося на цьому рівні певний час. Надалі, внаслідок перемішування та згінно-нагінних явищ, солоність поступово зростає (до 15‰ 26 червня). Після тривалого перебування в умовах низької солоності (< 8‰) з червня до середини липня на глибині до 3 м на кам'янистому субстраті відзначена масова загибель (близько 3,7 тис. т біомаси) чорноморської мідії *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 та зростання чисельності більш стійкого до стресових дій факторів *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), внаслідок чого на цій глибині відбулося зниження біомаси та підвищення чисельності донної макрофауни.

Мета статті – надати порівняльні дані формування угруповань безхребетних тварин на прикладі даних 1991 р. та 2023 р. на бетонних берегозахисних гідропорадах, які перебували під впливом як хронічного, так і гострого екологічного стресів.

#### Матеріали та методи досліджень

На ділянці від мису Одеський Північний на сході до мису Великий Фонтан на заході були віді-

брані проби макро- і мейофауни, охоплюючи період: липень, серпень, вересень, листопад і грудень 2023 р. З 40 проб макрофауни обростання 28 були зібрані в районі мису Малий Фонтан (біостанції ОНУ), решта – по 6 проб – біля мисів Одеський Північний і Великий Фонтан. Тобто і в 1991 р., і в 2023 р. проби були зібрані в межах Одеського морського регіону, майже в однакові місяці і на однакових глибинах. Проби відбирали рамкою кількісного обліку площею 0,01 м<sup>2</sup>, обшитою для запобігання втрати рухомих організмів млиновим газом (64 μm) на вертикальних поверхнях бетонних берегозахисних гідропорад на глибинах 1 м і 2 м. У лабораторних умовах проби макрофауни промивали через набір ґрунтових сит з мінімальним розміром вічка 1 мм та фіксували 4% формаліном. Подальшу обробку зібраного матеріалу проводили за стандартними методиками (Bacescu et al. 1971; Todorova, and Konsulova 2005). Ідентифікацію безхребетних за можливості проводили до таксонів нижчого рангу. Назви видів наведені відповідно до World Register of Marine Species (WoRMS 2024).

З 16 проб мейофауни 12 були зібрані в районі мису Малий Фонтан, решта – по 2 проби – біля мисів Одеський Північний і Великий Фонтан. Камеральна обробка проб мейофауни проводилася у відповідності до методик (Vincx 1996; Воробьева 1999). Проби мейофауни в лабораторії промивали через систему бентосних сит розміром вічка 1 мм, 0,25 мм, 0,1 мм. Для уловлювання мейофауни до нижнього сита підкладали капронове млинове сито з розміром вічка 64 μm. Сортували згусток суспензії з організмами від осаду методом флотації та переносили в контейнер, доводили обсяг проби до 100 см<sup>3</sup> дистильованою водою з додаванням 4% формаліну та барвника «Бенгальський рожевий». У лабораторних умовах усю пробу переглядали під бінокляром у камері Богорова. Перерахунок кількості організмів робили на всю пробу (100 см<sup>3</sup>) та на 1 м<sup>2</sup> поверхні дна. Кількісному обліку піддавалися всі групи мейофауни. Кожна проба містила від кількох сотень до кількох тисяч організмів мейофауни, тобто була придатна для подальшої систематичної обробки.

#### Результати та обговорення

Упродовж багатьох десятиріч у ДУ «Інститут морської біології НАН України» приділяли значну увагу вивченню особливостей формування структури і кількісних характеристик зообентосу в обростаннях гідротехнічних берегозахисних споруд. Як вказано вище, комплекс угруповань зообентосу цих штучних конструкцій відіграє суттєву роль в екосистемах прилеглих до них акваторій. Аналіз даних різних років дозволив зробити порівняння структури і кількісних характеристик мейофауни та макрофауни кінця минулого сторіччя і 2023 року.

В обростанні траверсів і хвилеломів поряд з макрофауною розвивається багате за різноманітністю та кількісними показниками угруповання організмів мейофауни, яке за своєю структурою має багато спільного з біоценозом мідії природних субстратів ПнЗЧМ. Основні відмінності полягають у відсутності серед обростань кіноринх, низькій чисельності форамініфер, гастротрих і олігохет, що трапляються лише епізодично, і, навпаки, у більш високій порівняно з природними субстратами кількості остракод, галакарид, молоді поліхет та двостулкових моллюсків (Одеський регіон ... 2017; Воробьева и др. 2019, 2020).

**Мейофауна.** За спостереженнями 2023 р. у мейофауні берегозахисних споруд були відмічені представники 10 груп: Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Turbellaria, Halacaridae, Gastrottricha, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Balanus. Середні показники загальної чисельності мейофауни становили  $896203 \pm 99230$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, при цьому її постійний компонент (евмейобентос) був представлений 44,8% ( $401946 \pm 76703$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Частка представників тимчасового компонента (псевдомейобентосу) була на 10,4% вищою ( $494257 \pm 77148$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>).

Порівняльні показники чисельності представників постійного компонента мейофауни 90-х років минулого сторіччя з теперішнім вказують на те, що його загальна чисельність хоч і була більшою майже в 4 рази, але дуже змінилося співвідношення чисельності окремих груп мейофауни та їх частки в загальних показниках усього угруповання. Так, якщо в 1991 р. за чисельністю домінували нематоди (56,2%), то натеper домінуючою групою за щільністю поселень була молодь бівальвів – у середньому  $290724 \pm 61492$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> (32,4 %). Такі ж зміни були характерні і для інших крупних таксонів. Значно збільшилася щільність поселень тих таксонів, які потребують відносно доброї екологічної ситуації морського середовища і достатньої кількості поживних речовин для них. Так, загальна чисельність гарпактикоїд зросла в 7,4, молоді моллюсків – у 42,1, поліхет – у 15 разів.

У 2023 р. на твердих субстратах Одеської затоки відзначалась дуже велика загальна чисельність мейофауни ( $896203$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>), що в 6,4 раза перевищувала таку наприкінці минулого сторіччя. Теж саме спостерігалось з показниками щільності поселень еvmейобентосу ( $401946$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>) і псевдомейобентосу ( $494257$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Перший був більший у 3,4 раза, а другий в 21 раз у сучасний час, ніж у 1991 р.

У період досліджень у 2023 р. показники чисельності та біомаси мейофауни з липня по грудень значно змінювались (рис. 1).

Тимчасова мейофауна лише в липні за щільністю поселень поступалася загальній чисельності

постійного компонента. Що стосується біомаси, то загальні її показники упродовж усього періоду спостережень були значно більшими для псевдомейофауни. Особливо це стосується вересня (рис. 2).

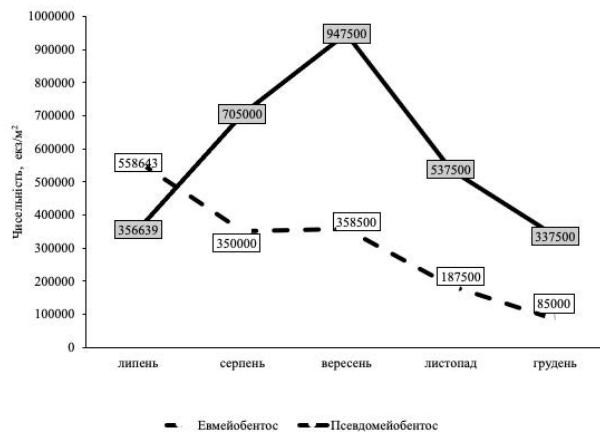


Рис. 1. Сезонна динаміка чисельності мейофауни на бетонних берегозахисних гідроспорудах Одеської затоки у 2023 р.

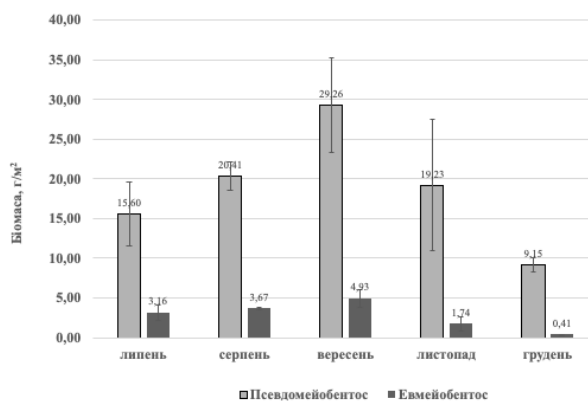


Рис. 2. Сезонна динаміка біомаси мейофауни на бетонних берегозахисних гідроспорудах Одеської затоки у 2023 р.

Представники тимчасового компонента в Одеській затоці у 2023 р. становили у середньому 85,7% від загальної біомаси всієї мейофауни. Слід зазначити, що 84,3% його формувалося за рахунок поліхет 55,9% (11,5 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>) та моллюсків 28,4% (5,8 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>).

Нематоди – домінуюча за щільністю група в обростаннях траверсів протягом усіх трьох сезонів, які нами розглядалися. Показники їх чисельності під час спостережень значно коливались. Найбільш високими вони були у липні 2023 р. (від 170000 до 1010000 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, у середньому  $326615 \pm 100722$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). У середньому за період спостережень у 2023 р. чисельність нематод становила  $192995 \pm 59812$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Їхня частка від загальної чисельності мейофауни в обростанні бетонних конструкцій становила 21,5%, що значно нижче

показника наприкінці минулого сторіччя. У сучасний період, починаючи із серпня, їхня чисельність значно зменшувалась.

У 1991 р. максимальні показники щільності поселень нематод були характерні також для липня з температурою води на поверхні моря 22°C. Така ж ситуація спостерігалася і у сучасний період і, починаючи із серпня, їх чисельність значно зменшувалась.

Гарпактикоїди, як правило, є однією з найчисленніших груп емейобентосу і вони часто посідають друге місце за щільністю поселень після нематод. Гарпактикоїди як постійний компонент мейобентосного угруповання відіграють суттєву роль у формуванні загальної чисельності та біомаси мейобентосу. Виняток становлять акваторії, де в придонних шарах води спостерігається дефіцит розчиненого кисню.

Дослідження показали, що щільність гарпактикоїд розподіляється по сезонах нерівномірно. За температур до 18–20°C (травень–липень) чисельність рачків на траверсах дуже низька і практично протягом цих 3 місяців тримається на одному рівні (у середньому 3000–7000 екз.·м<sup>-2</sup>). До серпня щільність гарпактикоїд зростає і досягає свого максимуму у вересні. Збільшення чисельності в цей місяць було у період особливо значне на глибині 0,7 м, тобто у верхньому горизонті обростання траверсів. У листопаді щільність гарпактикоїд різко знижується і майже досягає рівня весняних показників.

Аналіз матеріалу сучасного періоду показав, що така ж тенденція динаміки показників чисельності і біомаси гарпактикоїд характерна і для 2023 р. (рис. 3, 4).

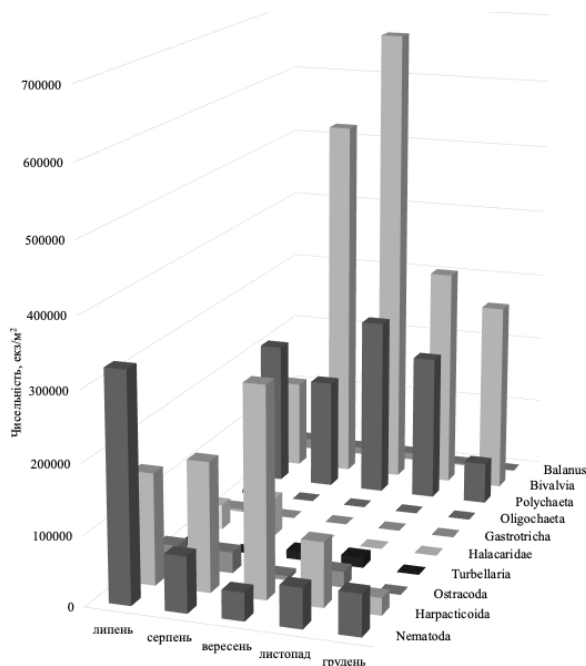


Рис. 3. Середні показники загальної чисельності (екз.·м<sup>-2</sup>) мейофауни на берегозахисних гідроспородах Одеської затоки в різні місяці 2023 р.

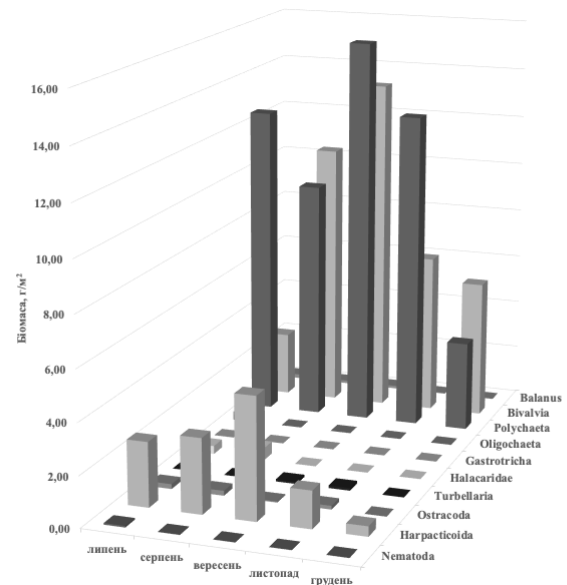


Рис. 4. Середні показники загальної біомаси (г·м<sup>-2</sup>) мейофауни на берегозахисних гідроспородах Одеської затоки в різні місяці 2023 р.

Найбільш висока щільність поселень рачків була наприкінці вересня (340000–430000 екз.·м<sup>-2</sup>) при біомасі 5440–6880 г·м<sup>-2</sup>. Середні показники чисельності і біомаси гарпактикоїд на твердому субстраті Одеської затоки становили 155296±33214 екз.·м<sup>-2</sup> та 2484,7±531,4 г·м<sup>-2</sup> відповідно. Через трофічну спеціалізацію гарпактикоїди можуть корелятивно розподілятися з плямами мікрофітобентосу (Coull et al. 1979). Висока поживна цінність останніх для гарпактикоїд дає відмінний результат для їх розмноження (Coull 1999). Крім того, гарпактикоїди активно живляться відмерлим одноклітинним фітопланктоном, який транспортується з верхніх шарів води на дно і накопичується на різному донному субстраті. Як відомо, гарпактикоїди живляться бактеріальною плівкою. Результати дослідження в Одеській затоці показали (Мінічева та ін. 2023), що у червні 2023 р. максимальні позитивні регіональні аномалії чисельності фітопланктону спостерігалися упродовж 10–12 діб (період 11–22 червня) і досягали рекордних значень. Це зумовлювало високу чисельність рачків з липня по вересень (рис. 3), а в листопаді та грудні ці показники були значно нижчими.

Багаторічні дослідження у ПнЗЧМ показали, що остракоди належать до тих представників мейобентосу, чисельність яких не відіграє суттєвої ролі у формуванні загальної щільності поселень усього мейобентосу (Воробьева 1999). Але слід зазначити, що вони є суттєвим компонентом кормової бази для молоді багатьох видів риб. Крім того, будучи сапро-

фагами, вони живляться залишками організмів інших тварин і водоростей, що розкладаються, вносячи свою частку в очищення морського середовища. Дослідження минулих років (Воробьева, Синегуб 2000) показали, що на берегозахисних спорудах чисельність остракод залежить від температурного режиму. За температури морської води 12–18°C чисельність черепашкових рачків низька і коливалась від 0 до 25000 екз.·м<sup>-2</sup>. Наприкінці червня – на початку липня у разі встановлення стабільно високої температури (18–22,9°C) щільність їх зростає, досягаючи максимальних значень (90000 екз.·м<sup>-2</sup>).

Чисельність остракод на хвилеломах Малого Фонтану в 2023 р. значно коливалась залежно від зміни температурного режиму в різні пори року. У середньому чисельність їх на бетоні дорівнювала 22103±7271 екз.·м<sup>-2</sup>. Найбільші показники їх поселень відзначалися в липні та серпні. В грудні вони не були відмічені на твердих штучних субстратах (рис. 3).

Морські кліщі на піщаному субстраті не відзначені, натомість були приурочені до траверсів. Представлені переважно представниками роду *Rhombognatus*, характерними для водоростевого субстрату. Розподіл щільності їх поселень нерівномірний у різні сезони року: є відносно високим в травні, помітно знижується влітку і знову зростає наприкінці осені, коли спостерігаються його максимальні показники щільності (5000 екз.·м<sup>-2</sup>).

Серед представників тимчасового компонента мейофауни твердих субстратів Одеської затоки їх найбільш щільні скупчення характерні для ювенільних особин поліхет та двостулкових молюсків (рис. 3, 4). Залежно від набору різних абіотичних

факторів динамічність кількісних характеристик може значно варіювати. За сприятливих умов для проходження стадій метаморфозу чисельність та біомаса молоді молюсків та поліхет можуть відігравати істотну роль у формуванні загальних показників щільності та особливо загальної біомаси мейофауни. У кризових для морського бентосу ситуаціях (високе антропогенне навантаження, дефіцит кисню в придонних шарах води, низька солоність та ін.) їхня частка у загальних показниках різко знижується навіть у періоди сприятливих сезонних термінів для масового осідання личинок донних безхребетних. Таким чином, щільність псевдомейобентосу може бути непрямим показником екологічної ситуації у бенталі. Аналіз показників динаміки осідання та виживання молоді молюсків та поліхет може використовуватися для прогнозування формування макробоентосного угруповання як загалом, так і для кормової бази іхтіофауни. Активне осідання личинок та успішне завершення метаморфозу сприяє поповненню та відновленню донних угруповань не тільки біля берегів Одеси, а й далеко за їх межами. Перший пік осідання у різні роки залежно від термінів появи личинок у пелагалі припадає на кінець весняного – початок літнього періоду, другий пік спостерігається в осінній сезон.

Багаторічні дослідження мейобентосу ПнЗЧМ показали, що у 1984–1985 рр. псевдомейобентос мав високі показники чисельності, які у 1990 р. стали вкрай низькими. Це стосувалося зокрема молоді бівальвій та поліхет. Ці показники використані нами для порівняння із сучасною ситуацією (рис. 5).

Наприкінці 1990 р. серед личинок двостулкових молюсків, що осіли, переважали мідії і мітілястер

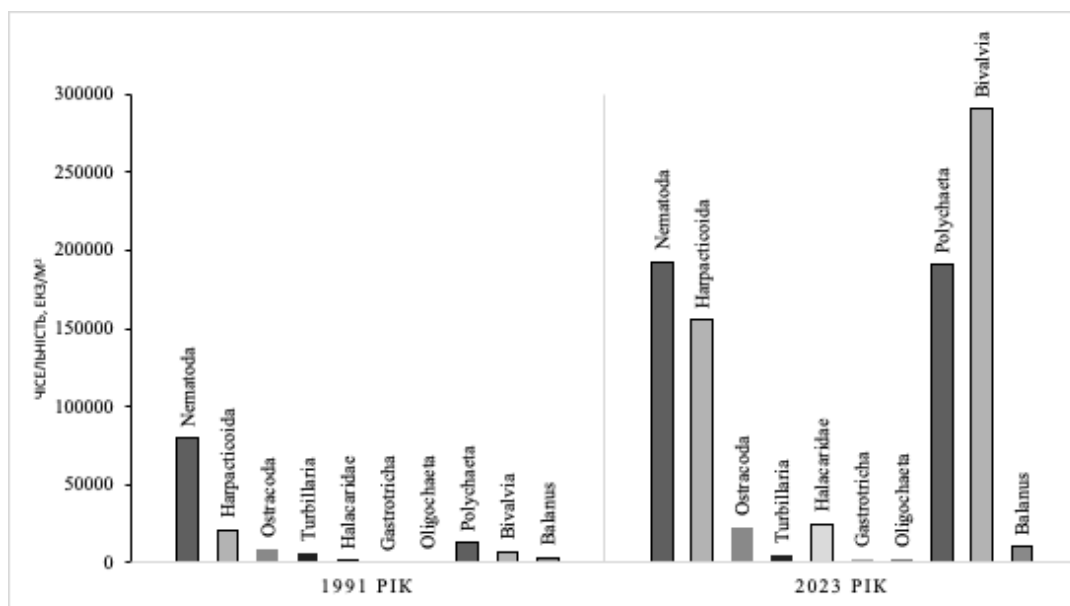


Рис. 5. Динаміка чисельності груп мейофауни обростання на берегозахисних гідроспорудах Одеської затоки у 1991 р. та 2023 р.

з незначною домішкою церастодерми. Перший пік осідання був характерним для липня (18,2°C). До середини і другої половини літа чисельність личинок моллюсків знижувалася, що можна пояснити переходом їх в іншу вікову категорію (макрозообентос). На траверсах простежується другий пік осідання (серпень–вересень), особливо чітко виражений у їх верхніх і нижніх горизонтах. У жовтні в процесі переходу молоді моллюсків до категорії макрзообентосу чисельність їх падає. Мінімальні показники встановлюються на середину листопада (12°C).

У сучасний період чисельність та біомаса тимчасового компонента мейофауни відігравали значну роль у формуванні її загальних кількісних показників (рис. 6).

Аналіз порівняння сучасних даних з даними 90-х років показав, що загальна чисельність тимчасового компонента була більшою в 21 раз, а його біомаса – в 17 разів. Таку ж тенденцію ми бачимо з показниками частки чисельності та біомаси до всього мейобентосу.

Середні показники чисельності псевдомейофауни дорівнювали  $337500 \pm 32500$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> (79,9%), найбільша частка в формуванні якої належала бівальвіям (63,7%). Загальна біомаса – у середньому  $17556,4 \pm 2569,8$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>. На відміну від чисельності, основна роль у формуванні біомаси належала поліхетам (55,9%), двостулкові моллюски становили 28,4%.

Найбільша щільність поселень молоді моллюсків відзначалась на гідроспородах у серпні і вересні ( $440000$ – $630000$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> та  $670000$ – $685000$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> відповідно). В червні біля мису Одеський Північний показники бівальвій на природному твердому субстраті були значно нижчими, ніж на траверсах

( $60000$ – $90000$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Майже така ж картина була і біля мису Великий Фонтан. Аналіз показав, що якщо наприкінці минулого сторіччя середні показники чисельності становили  $6902$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> (4,8% від усього угруповання мейофауни, а біомаса  $0,5$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup> – 27,7%), то в 2023 р. ці показники значно змінились. При середньому показникові чисельності в  $290724$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> їх частка була 32,4%, а біомаса досягала  $5,81$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup> – 28,4%.

Молодь поліхет, яка за своїми розмірами тіла належить до тимчасового компонента мейобентосу, відіграє значну роль не тільки у формуванні загальної чисельності псевдомейобентосу, а і в чисельності всього угруповання мейобентосу, особливо його біомаси.

Дослідження минулих років (Воробйова, Синьогуб, Шурова 2003) показали, що в прибережній зоні моря найбільш інтенсивне осідання личинок відбувається у другій половині літа і досягає свого максимуму у вересні–листопаді (максимум –  $240000$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Перший пік осідання набагато слабший за осінній, характерний для ранньовесняного періоду (квітень–травень) за температури  $10$ – $12$ °C. Мінімум молодих особин поліхет відзначений у червні ( $0$ – $5000$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Терміни осідання молоді поліхет на дно залежать від пошуку нею відповідного субстрату і може навіть збільшувати тривалість її перебування в пелагіалі (Thorson 1966; 1974). Найчастіше на вибір субстрату впливають його хімічні властивості неорганічного та органічного походження та наявність водоростей та моллюсків на ньому. Отримані дані показують, що поверхня гідротехнічних споруд в Одеській затоці добре підходить для їх осідання на субстрат і проходження

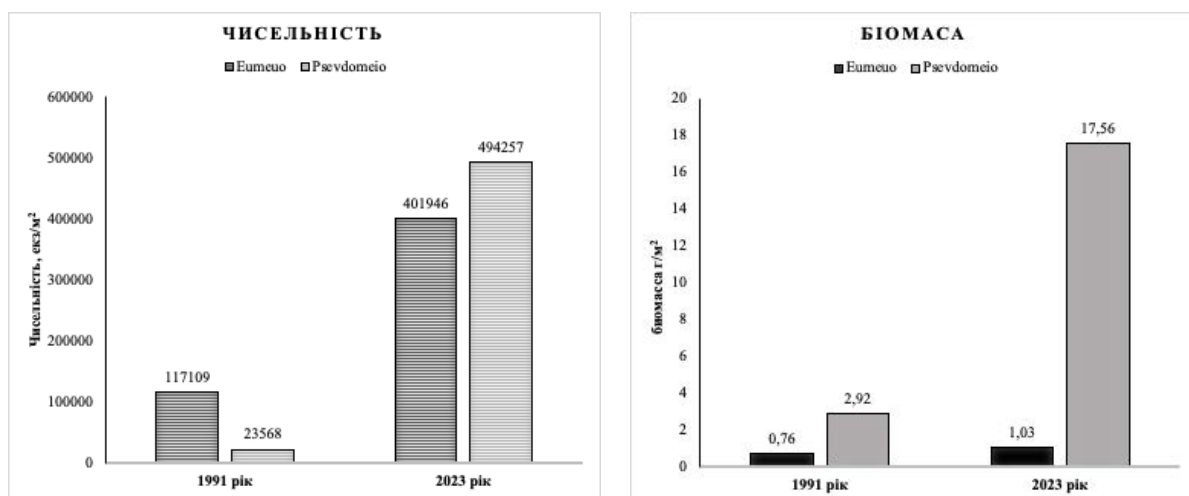


Рис. 6. Динаміка чисельності та біомаси мейофауни обростання на берегозахисних гідроспородах Одеської затоки у 1991 р. та 2023 р.

подальшого метаморфозу аж до переходу їх до категорії макрозообентосу. Наприкінці минулого сторіччя щільність поселень поліхет на траверсах була у середньому 12625 екз.·м<sup>-2</sup> (8,9% від усього мейобентосу), а біомаса – 0,29 г·м<sup>-2</sup> (16,3%).

У 2023 р. щільність поселень поліхет була в 15,1 раза вищою (190929 екз.·м<sup>-2</sup>), що становило 21,3% від усього мейобентосу, їх біомаса була вищою в 3,4 раза (11,4 г·м<sup>-2</sup>), що становило 55,9%

від загальної біомаси мейобентосу. Таким чином, представники тимчасового компонента відіграють значну роль у формуванні біомаси всієї мейофауни.

**Макрофауна.** В обростанні бетонних гідротехнічних споруд зареєстровано 43 таксони макрофауни: кільчастих червів – 10, молюсків – 9, ракоподібних – 21, представників інших груп – 3 (табл. 1). У травні–листопаді 1991 р. було знайдено 38 таксонів (Воробьева, Синегуб 2000).

Таблиця 1

**Склад і кількісні показники макрофауни обростання на берегозахисних гідроспорудах  
Одеської затоки в липні–грудні 2023 р.**

| Таксон                                                             | N, екз.·м <sup>-2</sup> | B, г·м <sup>-2</sup> | P, %  |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------|
| <i>Turbellaria</i> g. sp.                                          | 223±51                  | 2,390±0,690          | 57,5  |
| <i>Nemertini</i> g. sp.                                            | 9±8                     | 0,036±0,030          | 7,5   |
| <i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)                    | 5±3                     | 0,015±0,010          | 5,0   |
| <i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)                             | 8±8                     | 0,020±0,020          | 2,5   |
| <i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)                        | 3±3                     | 0,003±0,003          | 2,5   |
| <i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)                      | 3±3                     | 0,010±0,010          | 2,5   |
| <i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)                            | 1946±437                | 13,591±2,770         | 92,5  |
| <i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867                                | 615±119                 | 2,774±0,512          | 90,0  |
| <i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)                         | 3±3                     | 0,018±0,018          | 2,5   |
| <i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)       | 687±153                 | 3,152±0,743          | 70,0  |
| <i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)                              | 8±8                     | 0,003±0,003          | 2,5   |
| <i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802                                 | 167±52                  | 0,144±0,051          | 47,5  |
| <i>Setia valvatoidea</i> (Milaschewitsch, 1909)                    | 33±23                   | 0,025±0,019          | 5,0   |
| <i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)                           | 3±3                     | 0,005±0,005          | 2,5   |
| <i>Corambe obscura</i> (A.E. Verrill, 1870)                        | 6±4                     | 0,007±0,005          | 5,0   |
| <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)                      | 18±9                    | 0,592±0,394          | 15,0  |
| <i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)                          | 63969±5844              | 3366,286±281,808     | 100,0 |
| <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819                     | 10077±1047              | 6635,051±629,755     | 100,0 |
| <i>Arcuatula senhousia</i> (Benson, 1842)                          | 6±4                     | 0,457±0,334          | 7,5   |
| <i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)                         | 10±7                    | 0,295±0,215          | 5,0   |
| <i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)                               | 43±43                   | 2,450±2,450          | 2,5   |
| <i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)                      | 20203±2366              | 1058,477±135,839     | 100,0 |
| <i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814 [in Leach, 1813-1815])       | 155±36                  | 2,018±0,572          | 52,5  |
| <i>Palemon elegans</i> Rathke, 1836                                | 3±3                     | 0,901±0,742          | 5,0   |
| <i>Pisidia bluteli</i> (Risso, 1816)                               | 11±6                    | 0,243±0,154          | 10,0  |
| <i>Xantho poressa</i> (Olivi, 1792)                                | 5±3                     | 19,875±14,035        | 5,0   |
| <i>Pachygrapsus marmoratus</i> (J.C. Fabricius, 1787)              | 7±4                     | 8,994±4,821          | 10,0  |
| <i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)                         | 93±15                   | 130,780±37,215       | 62,5  |
| <i>Brachynotus sexdentatus</i> (Risso, 1827 in [Risso, 1826-1827]) | 11±6                    | 3,460±2,410          | 7,5   |
| <i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)                         | 641±163                 | 7,321±1,715          | 72,5  |
| <i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)                              | 468±163                 | 2,249±0,718          | 65,0  |
| <i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1813)                      | 432±152                 | 0,099±0,029          | 60,0  |
| <i>Chaetogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards, 1830)              | 6031±2026               | 16,302±5,268         | 65,0  |
| <i>Atylus guttatus</i> (Costa, 1851)                               | 3±3                     | 0,005±0,005          | 2,5   |
| <i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)                              | 3728±793                | 8,433±1,854          | 80,0  |
| <i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)                            | 64±27                   | 0,083±0,036          | 20,0  |
| <i>Apohyale perieri</i> (Lucas, 1846)                              | 15±7                    | 0,040±0,027          | 12,5  |
| <i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853                       | 1553±317                | 1,269±0,247          | 95,0  |
| <i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826                              | 558±101                 | 0,859±0,151          | 77,5  |
| <i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate, 1862)                       | 2251±785                | 0,832±0,298          | 50,0  |
| <i>Ericthonius difformis</i> H. Milne Edwards, 1830                | 314±121                 | 0,166±0,071          | 42,5  |
| <i>Crassikorophium bonellii</i> (H. Milne Edwards, 1830)           | 771±266                 | 0,408±0,135          | 52,5  |
| <i>Chironomus salinarius</i> Kieffer, 1915                         | 3±3                     | 0,010±0,010          | 2,5   |
| Всього                                                             | 115159±8543             | 11290,143±767,82     | –     |

**Примітка:** N – середня чисельність, екз.·м<sup>-2</sup>; B – середня біомаса, г·м<sup>-2</sup>; P – частота трапляння, %.

У 2023 р. середня чисельність макрофауни становила  $115159 \pm 8543$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаса –  $11290,1 \pm 767,8$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, показник  $\alpha$ -різноманіття –  $15,8 \pm 0,4$ .

Порівняно з 1991 р. ( $78342$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>;  $15130,8$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>) середня чисельність макрофауни була в 1,5 раза більшою, а біомаса, навпаки, в 1,3 раза меншою.

Макрофауна обростання характеризується відносною сталістю якісного складу. За частотою трапляння до числа основних ( $P \geq 50\%$ ) увійшли 18 таксонів (41,9%) з різних систематичних груп, склавши разом 99,3% середньої чисельності і 99,7% біомаси. Стовідсоткова частота трапляння відзначена у *M. lineatus*, *M. galloprovincialis* і *A. improvisus*, які разом формували 81,8% чисельності і 98% біомаси макрофауни.

У 1991 р. ядро ценозу обростання (81,8% чисельності і 99,8% біомаси) становили *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*, *A. improvisus*, *L. hookeri*, *I. balthica* і *Ch. olivii*. У 2023 р. сумарна частка цих же шести видів була 88% чисельності і 98,2% біомаси.

Серед головних таксономічних груп в обидва періоди за кількістю таксонів переважали ракоподібні, за біомасою – молюски (табл. 2). У 1991 р. частка молюсків у складі обростання становила 28,6% чисельності і 96,3% біомаси; в 2023 р. – 64,4% і 88,6% відповідно.

Певні зміни відбулися і серед головних трофічних груп. В обидва періоди за кількістю таксонів переважали детритофаги, за чисельністю і біомасою – сестонофаги (табл. 3).

У 1991 р. частка сестонофагів становила 43,6% чисельності та 98,4% біомаси, в 2023 р. – 81,9% і 98% відповідно. Внаслідок значної переваги біомаси однієї трофічної групи (сестонофагів) індекс одноманітності харчової структури в обидва періоди був дуже високим і майже однаковим (0,96 і 0,95).

У 2023 р. керівний вид ценозу обростання – мідія – була представлена особинами довжиною до 80 мм. У 1991 р. середня чисельність мідії була  $19977$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаса –  $14311,3$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>; в 2023 р. –  $10077$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаса –  $6635,1$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, тобто відповідно в 2 та в 2,2 раза меншими. Якщо в 1991 р. частка мідії становила 25,8% чисельності і 94,6% біомаси макрофауни, то в 2023 р. – 8,8% і 58,8% відповідно. Переважали дрібні молюски довжиною до 20 мм. Так, у 1991 р. частка цієї розмірної групи становила 74,6–91%, в 2023 р. – у середньому 82,4%.

В обидва роки за кількістю таксонів (33 в 1991 р., 43 в 2023 р.) домінували вагільні гідробіонти, проте частка їх чисельності в 2023 р. була втричі меншою, ніж у 1991 р. (18,1% і 56,5% відповідно); за біомасою (98,4% в 1991 р. та 98% в 2023 р.) переважали сесильні безхребетні.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика структурних показників основних таксономічних груп макрофауни обростання на берегозахисних гідроспорудах Одеської затоки в 1991 р. і 2023 р.

| Таксономічна група | 1991 р.            |                                                   |                                            | 2023 р.            |                                                   |                                            |
|--------------------|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                    | кількість таксонів | середня чисельність, екз. $\cdot$ м <sup>-2</sup> | середня біомаса, г $\cdot$ м <sup>-2</sup> | кількість таксонів | середня чисельність, екз. $\cdot$ м <sup>-2</sup> | середня біомаса, г $\cdot$ м <sup>-2</sup> |
| Кільчасті черви    | 7                  | 998                                               | 11,4                                       | 10                 | 3444                                              | 19,7                                       |
| Молюски            | 10                 | 22437                                             | 14576,3                                    | 9                  | 74164                                             | 10005,2                                    |
| Ракоподібні        | 18                 | 54900                                             | 540,1                                      | 21                 | 37316                                             | 1262,8                                     |
| Інші               | 3                  | 7                                                 | 3,0                                        | 3                  | 235                                               | 2,4                                        |
| Всього             | 38                 | 78342                                             | 15130,8                                    | 43                 | 115159                                            | 11290,1                                    |

Таблиця 3

Порівняльна характеристика структурних показників основних трофічних груп макрофауни обростання на берегозахисних гідроспорудах Одеської затоки в 1991 р. і 2023 р.

| Трофічна група       | 1991 р.            |                                                   |                                            | 2023 р.            |                                                   |                                            |
|----------------------|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | кількість таксонів | середня чисельність, екз. $\cdot$ м <sup>-2</sup> | середня біомаса, г $\cdot$ м <sup>-2</sup> | кількість таксонів | середня чисельність, екз. $\cdot$ м <sup>-2</sup> | середня біомаса, г $\cdot$ м <sup>-2</sup> |
| Сестонофаги          | 7                  | 34127                                             | 14888,6                                    | 6                  | 94284                                             | 11061,1                                    |
| Детритофаги          | 14                 | 12445                                             | 11,4                                       | 14                 | 8271                                              | 24,0                                       |
| Хижаки               | 5                  | 373                                               | 6,4                                        | 11                 | 371                                               | 165,6                                      |
| Рослинно-детритоїдні | 12                 | 31497                                             | 224,4                                      | 6                  | 11558                                             | 37,5                                       |
| Фітофаги             | –                  | –                                                 | –                                          | 5                  | 672                                               | 1,0                                        |
| Поліфаги             | –                  | –                                                 | –                                          | 1                  | 3                                                 | 0,9                                        |
| Всього               | 38                 | 78442                                             | 15130,8                                    | 43                 | 115159                                            | 11290,1                                    |

У 2023 р. у ценозі обростання знайдено представників 5 видів-вселенців: *P. cornuta*, *C. obscura*, *A. kagoshimensis*, *A. senhousia*, *A. improvisus*. Їх сумарна частка становила 17,7% чисельності і 9,4% біомаси. Основу чисельності і біомаси вселенців – більше 99% – формували *A. improvisus*.

Принципової різниці в розподілі кількісних показників макрофауни на різних глибинах не виявлено.

### Висновки

У 2023 р. у мейофауні обростання берегозахисних споруд були відмічені представники 10 груп: Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Turbellaria, Halacaridae, Gastrotricha, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Balanus. Середні показники загальної чисельності мейофауни становили  $896203 \pm 99230$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, при цьому постійний компонент був представлений 44,8% ( $401946 \pm 76703$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Частка представників тимчасового компонента була на 10,4% вищою ( $494257 \pm 77148$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>).

Порівняно з 1991 р. змінилося співвідношення чисельності окремих груп та їх частки в загальних показниках усієї мейофауни. Так, якщо в 1991 р. за чисельністю домінували нематоди (56,2%), то натеper домінуючою групою за щільністю поселень була молодь бівальвів – у середньому  $290724 \pm 61492$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> (32,4 %). Така висока чисельність бівальвів на поверхні гідроспоруд пояснює переважання в макрофауні молюсків розміром 20 мм, що забезпечить у майбутньому добрий розвиток популяцій *M. galloprovincialis* і *M. lineatus*.

Загальна чисельність мейофауни в 6,4 раза перевищувала таку наприкінці минулого сторіччя. Щільність поселень гарпактикоїд зросла в 7,4, молоді молюсків – в 42,1, поліхет – у 15 разів. Теж саме спостерігалось з показниками щільності поселень евмейобентосу ( $401946$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>) і псевдомейобентосу – ( $494257$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>). Перший був більший у 3,4 раза, а другий у 21 раз, ніж у 1991 р.

Значний розвиток мейофауни в 2023 р. можна пояснити впливом прісних вод Каховського водо-

сховища, які призвели до відмирання великої кількості фіто- і зоопланктону в поверхневих шарах води. Осіла мертва органіка на дні і на поверхні бетонних конструкцій послужила концентрованою їжею для мейофауни, більшість представників якої належать до сапрофагів. Крім того, мейофауна, яка у своїй більшості належить до консументів першого порядку, сприятиме у майбутньому розвитку представників консументів другого і третього порядків, до яких належать макрофауна і молодь іхтіофауни.

У ценозі обростання берегозахисних гідроспоруд у 2023 р. зареєстровано 43 таксони макрофауни. Її середня чисельність становила  $115159 \pm 8543$  екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>, біомаса –  $11290,1 \pm 767,8$  г $\cdot$ м<sup>-2</sup>, показник  $\alpha$ -різноманіття –  $15,8 \pm 0,4$ . Основу чисельності (81,8%) і біомаси (98,0%) макрофауни формували *M. lineatus*, *M. galloprovincialis* і *A. improvisus*.

Серед головних таксономічних груп за кількістю таксонів (21) переважали ракоподібні, за чисельністю (64,4%) і біомасою (88,6%) – молюски; серед трофічних груп – за кількістю таксонів (14) детритофаги, за чисельністю (81,9%) і біомасою (98%) – сестонофаги. Індекс одноманіття харчової структури в обидва роки досліджень був майже однаковим (0,96 та 0,95). Основний вид ценозу – мідія – був представлений особинами довжиною до 80 мм. За чисельністю (82,4%) домінували молюски довжиною до 20 мм.

У 2023 р. середня чисельність макрофауни була в 1,5 раза більшою, а біомаса в 1,3 раза меншою, ніж у 1991 р. Середня чисельність мідії була меншою в 2 рази, її середня біомаса – в 2,2 раза.

Порівняння даних по складу і структурі мейофауни та макрофауни обростання берегозахисних гідроспоруд Одеського узбережжя у 1991 р. з 2023 р. показало, що сучасний стан формувалася як в умовах постійного евтрофування, так і під впливом надходження в акваторію ПнЗЧМ великого об'єму прісної води під час підриву Каховської греблі, який відбувся на початку червня 2023 р.

### Список використаних джерел

1. Богатова Ю.И., Бронфман А.М., Виноградова Л.А., Воробьева Л.В. и др. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы. *Практическая экология морских регионов*. Черное море. Киев : Наукова думка, 1990. С. 192–200.
2. Воробйова Л.В., Кулакова І.І., Бондаренко О.С., Портянко В.В. Мейофауна перифітону природного кам'янистого субстрату (Одеська затока, Чорне море). *Морський екологічний журнал*. 2020. Т.14, № 2. С. 14–21. DOI: <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2020.2.02>.
3. Воробьева Л.В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей. Киев : Наукова думка, 1999. 300 с.
4. Воробьева Л.В., Кулакова И.И., Бондаренко А.С., Портянко В.В. Контактные зоны Черного моря: мейофауна литоконтур северо-западного шельфа : монография. Одесса : «Фенікс», 2019. 196 с.
5. Воробьева Л.В., Синегуб И.А. Структура и количественные показатели зообентоса обрастания берегоукрепительных сооружений у берегов Одессы. *Глобальная система наблюдений Черного моря: фундаментальные и прикладные аспекты*. Севастополь, 2000. С. 132–137.
6. Зайцев Ю.П. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины. *Гидробиологический журнал*. 1992. 28. № 4. С. 3–14.

7. Мінічева Г.Г., Бондаренко О.С., Богатова Ю.І., Большаков В.М., Бушуєв С.Г., Гаркуша О.П., Дятлов, Калашнік К.С., Кошелев О.В., Кудренко С.В., Кулакова І.І., Маринець Г.В., Мігас Р.В., Мартинюк М.О., Ніконова С.Є., Рибалко О.А., Синьогуб І.О., Соколов Є.В., Стадніченко С.В., Хуторной С.О., Виноградов О.К., Квач Ю.В., Демченко В.О., Сон М.О. Реакція морської екосистеми на наслідки руйнування греблі Каховського водосховища. *Морський екологічний журнал*. 2023. № 1–2. С. 52–68.
8. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали : монография / Л.В. Воробьева, И.И. Кулакова, И.А. Синегуб и др. ; отв. ред. Б.Г. Александров. Одесса, 2017. 324 с.
9. Bacescu M., Müller G.I., Gomoiu M.-T. Cercetari de ecologie bentala in Marea Neagra (analiza cantitativa, calitativa si comparata a faunei bentale pontice). *Ecologie Marina*. 1971. Vol. 4. P. 1–357.
10. Coull B.C. Role of Meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Journal of Ecology*. 1999. Vol. 24. P. 327–343.
11. Coull B.C., Bell S.S., Savory A.M., Dudley B.W. Zonation of meiobenthic copepods in a southeastern United States salt marsh. *Estuarine and Coastal Marine Science*. 1979. Vol. 9. P. 181–188.
12. Thorson G. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia*. 1964. 1. P. 167–208.
13. Thorson G. Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *Netherlands Journal of Sea Research*. 1966. 3. № 2. P. 267–293.
14. Todorova V., Konsulova T. Manual for Quantitative Sampling And Sample Treatment Of Marine Soft-Bottom Macrozoobenthos. Sofia : IO-BAS, 2005. 38 p.
15. Vincx M. Meiofauna in marine and freshwater sediments. *Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments*. In ed. Hall G.S. Cambridge : University Press. 1996. P. 187–195.
16. Vorobyova L., Kulakova I., Bondarenko O., Portyanko V., Uzun E. Meiofauna of the periphytal of the Odessa coast Ukraine. *Journal Black Sea/ Mediterranean Environment*. 2016. Vol. 22. №. 1. P. 60–73.
17. Vorobyova L.V., Bolshakov V.M. Meiobenthos of the Black Sea under anomalous climatic conditions. *Морський екологічний журнал*. 2023. № 1–2. P. 23–32.
18. World Register of Marine Species. URL: <https://www.marinespecies.org> (дата звернення: 18.05.2024).

## References

1. Bogatova, Yu.I., Bronfman, A.M., Vinogradova, L.A., Vorobyova, L.V. et al. (1990). Sovremennoye sostoyaniye i tendentsii izmeneniya ekosistemy [Current state and trends in ecosystem change]. *Prakticheskaya ekologiya morskikh regionov – Practical ecology of marine regions. Black Sea*. Pp. 192–200. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
2. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Bondarenko, O.S., & Portyanko V.V. (2020). Meyofauna peryfitonu pryrodnoho kam'yanystoho substratu (Odes'ka zatoka, Chorne more) [Periphyton meiofauna of natural stony substrate (Odessa Bay, Black Sea)]. *Mors'kyy ekologichnyy zhurnal – Marine Ecological Journal*, 14(2), 14–21. DOI: <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2020.2.02>.
3. Vorobyova, L.V. (1999). *Meyobentos ukrainskogo shel'fa Chernogo i Azovskogo morey [Meiobenthos of the Ukrainian shelf of the Black and Azov Seas]*. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].
4. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Bondarenko, A.S., & Portyanko, V.V. (2019). *Kontaktnyye zony Chernogo morya: meyoфаuna litokontura severo-zapadnogo shel'fa [Contact zones of the Black Sea: meioфаuna of the lithocontour of the northwestern shelf]*. Odessa: «Phoenix» [in Russian].
5. Vorobyova, L.V., & Sinegub, I.A. (2000). Struktura i kolichestvennyye pokazateli zoobentosa obrastaniya beregoukrepitel'nykh sooruzheniy u beregov Odessy [Structure and quantitative indicators of zoobenthos fouling coastal protection structures off the coast of Odessa]. *Global'naya sistema nablyudeniy Chernogo morya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty – Global Observing System of the Black Sea: Fundamental and Applied Aspects*. Pp. 132–137. Sevastopol [in Russian].
6. Zaitsev, Yu.P. (1992). *Ekologicheskoye sostoyaniye shel'fovoy zon Chernogo Morya u poberezh'ya Ukrainy [Ecological state of the shelf zone of the Black Sea of the coast of Ukraine]*. *Gidrobiologicheskii zhurnal – Hydrobiological Journal*, 28(4), 3–14 [in Russian].
7. Minicheva, H.G., Bondarenko, O.S., Bogatova, Yu.I., Bolshakov, V.M., Bushuev, S.G., Harkusha, O.P. et al. (2023). Reaktsiya mors'koyi ekosistemy na naslidky ruynuvannya hrebli Kakhov's'koho vodoshovyshcha [The reaction of the marine ecosystem to the consequences of the destruction of the dam of the Kakhovsky Reservoir]. *Mors'kyy ekologichnyy zhurnal – Marine Ecological Journal*, 1–2, 52–68 [in Ukrainian].
8. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Synyogub, I.A., Polyschuk, L.N., Nesterova, D.A., Bondarenko, A.S. et al. (2017). *Odesskiy region Chernogo morya: gidrobiologiya pelagiali i bentali [Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and benthic areas]*. Odessa: Astroprint [in Russian].
9. Bacescu, M., Müller, G.I., & Gomoiu, M.-T. (1971). Cercetari de ecologie bentala in Marea Neagra (analiza cantitativa, calitativa si comparata a faunei bentale pontice). *Ecologie Marina*, 4, 1–357.
10. Coull, B.C. (1999). Role of Meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Journal of Ecology*, 24, 327–343.
11. Coull, B.C., Bell, S.S., Savory, A.M., & Dudley, B.W. (1979). Zonation of meiobenthic copepods in a southeastern United States salt marsh. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 9, 181–188.

12. Thorson, G. (1964). Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia*, 1, 167–208.
13. Thorson, G. (1966). Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *Netherlands Journal of Sea Research*, 3(2), 267–293.
14. Todorova, V., & Konsulova, T. (2005). *Manual for Quantitative Sampling And Sample Treatment Of Marine Soft-Bottom Macrozoobenthos*. Sofia: IO-BAS.
15. Vincx, M. (1996). Meiofauna in marine and freshwater sediments. *Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments*. Pp. 187–195. Cambridge: University Press.
16. Vorobyova, L., Kulakova, I., Bondarenko, O., Portyanko, V., & Uzun, E. (2016). Meiofauna of the periphyton of the Odessa coast Ukraine. *Journal Black Sea/Mediterranean Environment*, 22(1), 60–73.
17. Vorobyova, L.V., & Bolshakov, V.M. (2023). Meiobenthos of the Black Sea under anomalous climatic conditions. *Mors'kyi ekolohichnyi zhurnal – Marine Ecological Journal*, 1–2, 23–32.
18. World Register of Marine Species. Retrieved from: <https://www.marinespecies.org>.

## CURRENT STATE OF THE MEIOFAUNA AND MACROFAUNA OF THE PERIPHYTON OF COASTAL PROTECTION HYDROSTRUCTURES ON THE ODESSA COAST OF THE BLACK SEA

**Vorobyova L.V.**, Doctor of Science, Professor, Leading Researcher  
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, vorobyova.meio@gmail.com  
**Kulakova I.I.**, PhD., Senior Researcher  
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine  
**Sinyogub I.O.**, Senior Researcher  
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine  
**Bondarenko O.S.**, Ph.D.  
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine  
**Kudrenko S.A.**, Ph.D.  
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine  
**Rybalko O.A.**, Junior Researcher  
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine  
**Varigin A.Yu.**, Dr. Sci., Senior Researcher  
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine

The article provides a comparative description of ecological indicators of meio- and macrofauna groups according to data from 1991 and 2023 on coastal protection structures (traverses and breakwaters) in the Odesa Bay of the Black Sea. According to observations in 2023, representatives of 10 groups were noted in the meiofauna of coastal protection structures: Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Turbellaria, Halacaridae, Gastrotricha, Oligochaeta, Polychaeta, and juveniles of Bivalvia and Balanus. The average indicators of the total number of meiofauna were  $896203 \pm 99230 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ , while its permanent component (eumeiobenthos) represented 44.8% ( $401946 \pm 76703 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ ). The share of representatives of the temporary component (pseudomeiobenthos) was 10.4% higher ( $494257 \pm 77148 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ ). If in 1991, nematodes dominated in number (56.2%), then in 2023, juvenile bivalves and polychaetes dominated the dominant group in terms of settlement density. In the fouling (periphyton) of concrete hydrotechnical structures, 43 taxa of macrofauna were registered: annelids – 10, molluscs – 9, crustaceans – 21, representatives of other groups – 3. In May–November 1991, 38 taxa were found. In 2023 compared to 1991 year, the proportion of sestonophages in the composition of the population was almost twice as large, and the proportion of detritophages was half as small. Among the main taxonomic groups, the number of taxa was dominated by crustaceans (21), by the number (64.4%) and biomass (88.6%) – molluscs; among the trophic groups – by the number of taxa (14) detritophages, by number (81.9%) and biomass (98.0%) – sestonophages. Compared with 1991, there have been some changes in the structure of the periphyton cenosis. The average number of macrofauna was 1.5 times higher, and the biomass was 1.3 times lower. The average number of mussels was 2 times lower, and their biomass was 2.2 times lower.

**Key words:** Black Sea, Odesa Bay, coastal protection structures, periphyton, meiofauna, macrofauna.

## ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ГІЛЛЯСТОВУСИХ РАКОПОДІБНИХ (CRUSTACEA, CLADOCERA) У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ В ДРУГІЙ ПОЛОВИНІ ХХ – НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОРІЧЧЯ

Дядичко В.Г. – к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»  
wasilij@te.net.ua

Харитоновна Ю.В. – доктор філософії, м.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»  
kharytonova\_julia@ukr.net

У роботі були досліджені довгострокові зміни біомаси та чисельності Cladocera, а також їх основних представників: пенілії (*Penilia avirostris* Dana, 1849) та плеопіса (*Pleopis polyphemoides* Leuckart, 1859) у зоопланктоні північно-західної частині Чорного моря (ПнЗЧМ). Матеріалом для цієї роботи слугували проби зоопланктону, відібрані в експедиціях ДУ «Інститут морської біології НАН України» в 2007–2024 рр. в Одеському морському, Дунайському та Придніпровському регіонах. Виявлено 24 види Cladocera, більшість з яких належать до типових мешканців морських вод ПнЗЧМ, відзначені також прісноводні та олігогалінні види. Серед них тільки *P. avirostris* та *P. polyphemoides* відіграють суттєву роль у формуванні кількісних показників зоопланктону. Встановлено, що найбільші значення чисельності та біомаси гіллястовусих ракоподібних спостерігались у 1979–1986 рр. Найменші значення відмічені в 2005, 2008, 2014 та 2016 роках. На сучасному етапі розвитку прибережної морської екосистеми в усіх акваторіях ПнЗЧМ спостерігаються близькі значення чисельності та біомаси Cladocera. У сезонній динаміці біомаси гіллястовусих ракоподібних спостерігаються два максимуми значень: наприкінці фенологічної весни – першої половини літа, зумовлений розвитком *P. polyphemoides*, та наприкінці літа – восени, спричинений розвитком *P. avirostris*. При цьому другий максимум, як правило, більший ніж перший. Виявлено, що значення біомаси Cladocera є більшими, ніж у період «екологічної норми», та майже вдвічі меншими, ніж у період антропогенного евтрофування. При цьому *P. avirostris* як довгоциклічний організм зазнає на сучасному етапі більшого розвитку, ніж *P. polyphemoides*.

**Ключові слова:** північно-західна частина Чорного моря, зоопланктон, гіллястовусі ракоподібні (Cladocera), чисельність, біомаса.

### Вступ

Гіллястовусі ракоподібні належать до основних компонентів зоопланктону насамперед у континентальних водних об'єктах. У морях їхній внесок, як правило, менший, але вони все рівно відіграють суттєву роль у формуванні кількісних показників зоопланктону. Завдяки коротким життєвим циклам, здатності формувати латентні стадії вони можуть швидко реагувати на зміни зовнішніх умов, а також брати участь у відновленні угруповання після впливу катастрофічних чинників, наприклад пересихання водойм або різких коливань солоності. Також ці організми беруть активну участь у процесах самоочищення водойми (Семенова 2007), формують її якість, що дозволяє використовувати їх для біоіндикації та моніторингу екологічного стану (Соборова 2018; Arashkevich et al. 2014).

У Чорноморсько-Азовському регіоні Cladocera багатше представлені в естуаріях річок, лиманах

та інших континентальних водоймах. Безпосередньо в морях відома менша кількість таксонів (Коровчинский 2004). Серед морських видів особливе місце посідає глибоководний ендемік Чорного моря *Pseudopenilia bathyalis* Sergeeva, 2004. В останні десятиріччя деякі, головним чином понто-каспійські представники (*Cercopagis (Cercopagis) pengoi* Ostroumov, 1891, *Cornigerius maeoticus* Pengo, 1879, *Evadne anonyx* G.O. Sars, 1897, *Podonevadne trigona* Sars, 1897), почали заселяти ділянки нижньої течії та водосховищ Волги, Дону, Дніпра і Дунаю, проникли до Балтійського моря (Ковалев, Финенко 1993; Коровчинский 2004; Kovalev, Niermann, and Melnikov 1998).

Дослідження гіллястовусих ракоподібних як компонента зоопланктону Чорного моря має довголітню історію (Виноградов 1967; Грезе, Ковалев 1971; Полищук, Настенко 2006). Проте упродовж

останніх десяти років не опубліковано жодної праці щодо характеристики стану гіллястовусих ПнЗЧМ.

За історичними даними у Чорному морі в 1954–1965 роках ідентифіковано 7 таксонів гіллястовусих ракоподібних (Виноградов 1967), у 1954–1977 вже було виявлено 17 таксонів цих зоопланктерів (Коваль 1984). Така ж кількість таксонів виявлена за період досліджень у 1960–1990 роках (Полищук, Настенко 2006).

На початку евтрофування (початок 70-х років ХХ сторіччя) разом із *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 збільшилась чисельність *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859) як організму з максимальною питомою продукцією. Роль цього невеликого еврибіонтного хижака у 1980–1990 рр. значно зросла. *P. polyphemoides* разом з ночесвіткою зосереджувались в однакових районах – зонах «цвітіння води», спричиненого масовим розвитком *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D. Dodge, 1976 (Полищук, Настенко 2006). Тому ці три види були віднесені до біоіндикаторів якості морських евтрофних вод.

Наприкінці 1980-х років із семи видів Cladocera, характерних для Чорного моря, розвиток отримали лише чотири види: *Penilia avirostris* Dana, 1849, *Evadne spinifera* P.E. Müller, 1867, *Pseudevadne tergestina* Claus, 1877 та *P. polyphemoides* (Полищук, Настенко 2006).

Починаючи з 2000-х років за рахунок представників прісноводно-солонуватоводного комплексу збільшилась видова різноманітність Cladocera (у 1,5 раза). Проте деякі з них стали рідкісними: *P. tergestina*, *Evadne nordmanni* Lovén, 1836, *P. intermedius*, *P. leuscarti* (Одесский регион Черного моря ... 2017).

У 2005 році збільшилась чисельність Cladocera в 6,8–13,5 раза порівняно з 1980-ми роками, а порівняно з 1990-ми – в 9 разів. Ця ситуація була викликана розвитком основного представника *P. polyphemoides* (Полищук, Настенко 2006). А вже у 2007 році спостерігалось зменшення чисельності гіллястовусих у 2,5–7,7 раза (Воробьева и др. 2014).

За середньорічними даними чисельності та біомаси зоопланктону в 2011 році в Одеській затоці переважали Cladocera, Copepoda та меропланктон. Зокрема, у 2005–2013 роках було виявлено 11 таксонів гіллястовусих в Одеському регіоні (Одесский регион Черного моря ... 2017).

У 2013–2014 роках найбільш чисельним був *P. polyphemoides*. В 2013 році середня чисельність цього виду становила 717 екз. $\cdot$ м<sup>-3</sup>, а біомаса – 8 мг $\cdot$ м<sup>-3</sup>. Найменш чисельними та рідкісними були *P. avirostris* та *Pleopis tergestina* Claus, 1877. Їх середня чисельність становила 52,75 екз. $\cdot$ м<sup>-3</sup> та 30 екз. $\cdot$ м<sup>-3</sup> відповідно (Одесский регион Черного моря ... 2017).

У 2014 році дослідники відмітили 18 видів Cladocera на станції «Чкаловский» та 15 видів на

станції «Гідробіологічна станція» (Воробьева и др. 2014).

Метою роботи було визначення довгострокових змін біомаси та чисельності Cladocera, а також їх основних представників *P. avirostris* та *P. polyphemoides* у північно-західній частині Чорного моря.

#### Матеріал та методи досліджень

Матеріалом для цієї роботи слугували відібрані проби зоопланктону в експедиціях ДУ «Інститут морської біології НАН України» в 2007–2024 рр. Найбільша кількість проб була відібрана в прибережній зоні Одеського морського регіону, а також в аванделі Дунаю. Менша кількість проб була відібрана між гирлом Дніпровсько-Бузького лиману та містом Південне, а також в акваторіях Кінбурнського півострова, о. Тендра, Ягорлицькій та Каркініцькій затоках. Також використовували дані, що були зібрані в рамках міжнародного проєкту «Emblas-plus» (Покращення екологічного моніторингу Чорного моря – обрані заходи) під час українсько-грузинських експедицій «National pilot monitoring studies» (NPMS) та «Joint Black Sea survey» (JBSS) упродовж 2016, 2017 та 2019 років (рис. 1) (Dyadichko et al. 2022).

Відбір, фіксацію та лабораторну обробку проб проводили за стандартними методами (Салазкин, Иванова, Огородникова 1984; Александров, Харитонов 2019). Визначення якісного складу зоопланктону проводили до виду за визначниками (Мордунхай-Болтовской 1969). Назви видів зоопланктону надані згідно з базою World Register of Marine Species (WoRMS, 2024). Статистичну обробку отриманих даних здійснювали загальноприйнятими методами за допомогою комп'ютерної програми MS Office Excel.

#### Результати та обговорення

У зоопланктоні досліджуваних акваторій ПнЗЧМ у 2007–2024 рр. зареєстровано дев'ять видів Cladocera. Проте помітну роль у формуванні кількісних показників угруповання серед них відіграють лише два: *P. polyphemoides* та *P. avirostris*. Інші види трапляються поодинокі. Разом із літературними даними (Воробьева и др. 2014; Одесский регион Черного моря ... 2017) для ПнЗЧМ відомо 24 види Cladocera. Зареєстровані види належать до восьми родин та дев'ятнадцяти родів. Більшість із них належать до типових мешканців морських вод ПнЗЧМ, трапляються також прісноводні та олігогалінні види, які потрапляють у море із річковим стоком або з відкритих лиманів.

Загальна чисельність та біомаса гіллястовусих ракоподібних ПнЗЧМ зазнає суттєвих сезонних змін. Це стосується як окремих акваторій, так і всієї ПнЗЧМ. В Одеському морському регіоні, як правило, Cladocera формують два сезонних максимуми чисельності та біомаси: навесні – в першій половині літа та в другій половині літа – восени (рис. 2, 3).

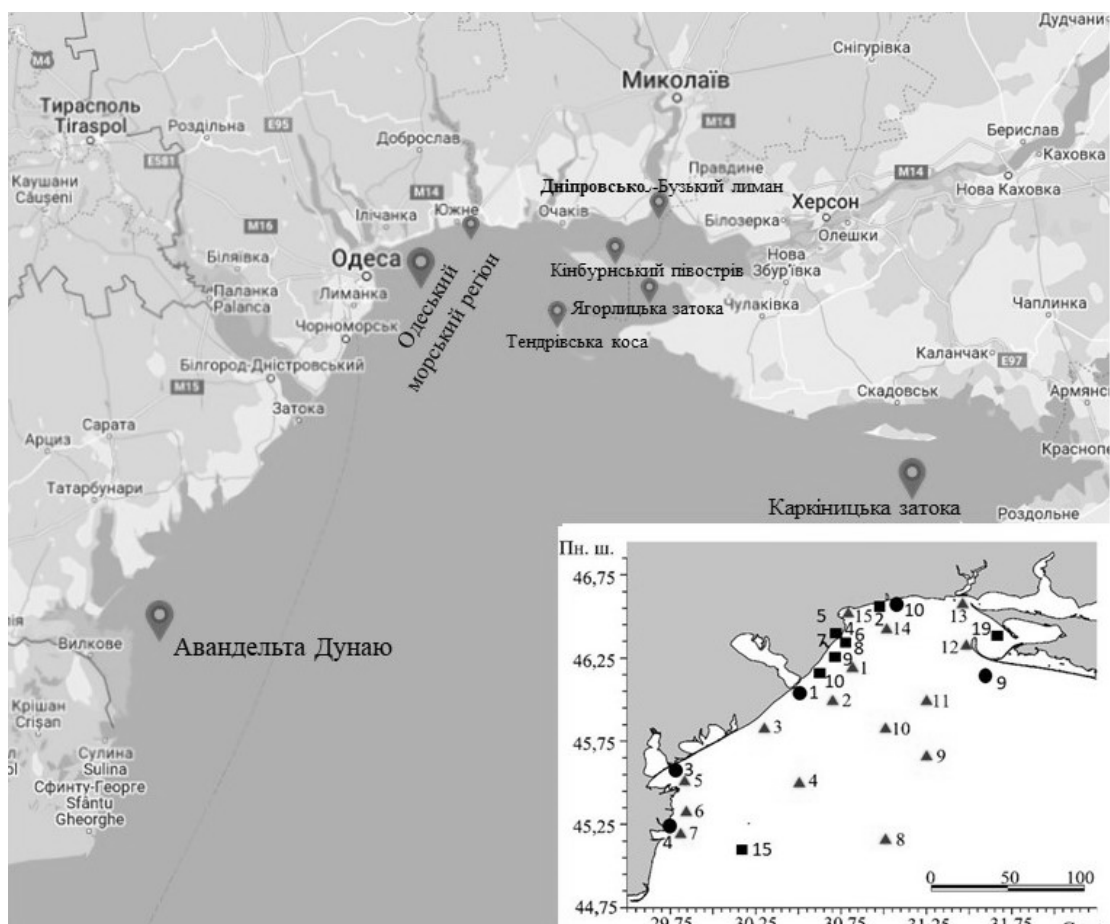


Рис. 1. Карта-схема відбору проб зоопланктону у 2007–2024 рр.  
Експедиції NPMS: ▲ – 2016 рік, ● – 2017 рік, ■ – 2019 рік

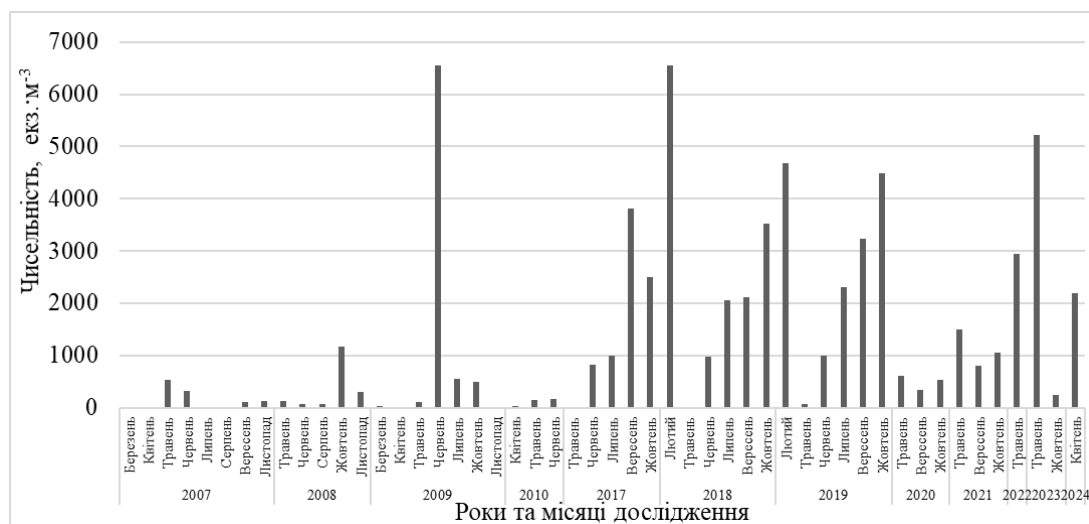


Рис. 2. Сезонна та міжрічна динаміка чисельності (екз.·м<sup>-3</sup>) *Cladocera* в Одеському морському регіоні в 2007–2024 рр.

Перший сезонний максимум зумовлений масовим розвитком *P. polyphemoides*, а наприкінці літа та восени домінує *P. avirostris*. Таке співвідношення спостерігалось в усі роки.

У Придунайському регіоні середні значення чисельності та біомаси гіллястовусих ракоподібних у 2008–2019 рр. були меншими, ніж в Одеському регіоні, при цьому літньо-осінній максимум

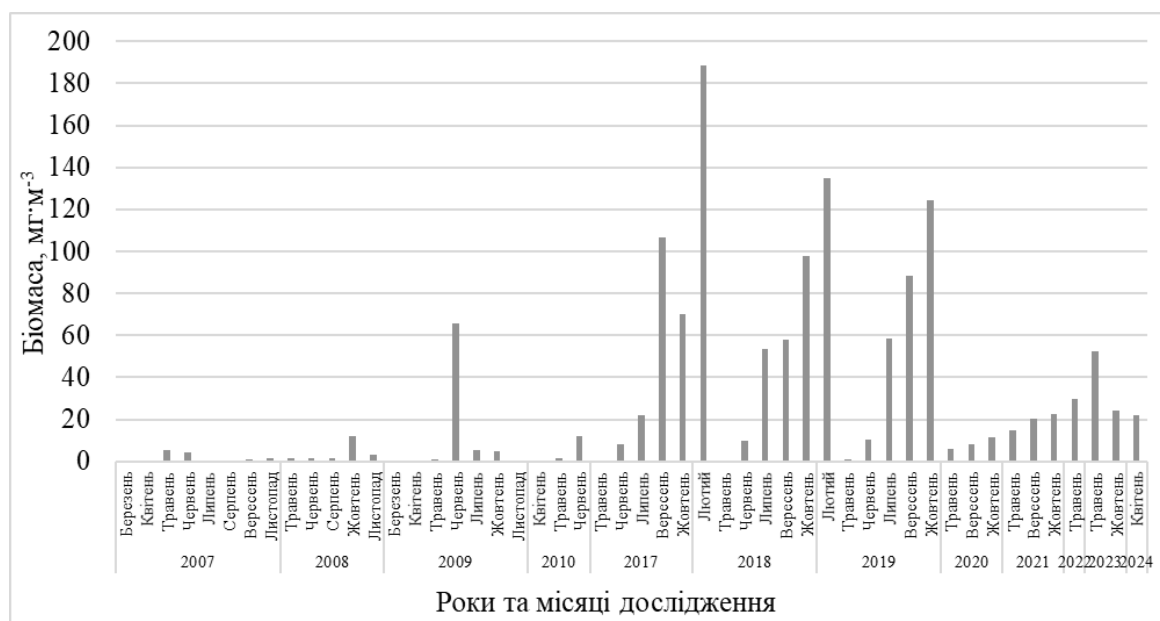


Рис. 3. Сезонна та міжрічна динаміка біомаси ( $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$ ) Cladocera в Одеському морському регіоні в 2007–2024 рр.

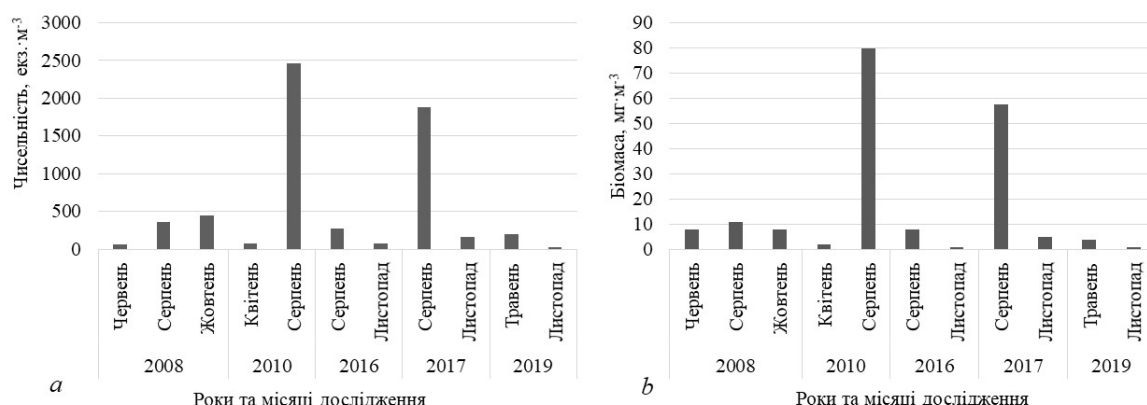


Рис. 4. Сезонна та міжрічна динаміка чисельності та біомаси Cladocera в Придунайському регіоні в 2008–2019 рр.: а – чисельність,  $\text{екз.} \cdot \text{м}^{-3}$ ; б – біомаса,  $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$

розвитку, що пов'язаний із розмноженням *P. avirostris*, був виражений сильніше, ніж весняно-літній, який зумовлений розвитком *P. polyphemoides* (рис. 4). Тобто загальні закономірності сезонних змін у таксоцені Cladocera в обох регіонах ПнЗЧМ співпадали.

У прибережній зоні Придніпровського регіону в 2007–2019 рр. значення чисельності та біомаси гіллястовусих ракоподібних були подібними до таких в Одеському морському регіоні в ці самі роки. В обох регіонах максимальні значення чисельності та біомаси Cladocera спостерігались влітку–восени і були зумовлені масовим розвитком *P. avirostris*.

У Тендрівській та Ягорлицькій затоках у 2007 та 2017 роках представники Cladocera були відмічені на більшості станцій, їхня чисельність

коливалась від 370,95 до 1083,3  $\text{екз.} \cdot \text{м}^{-3}$ , а біомаса від 3,75 до 10,83  $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$ . Домінуючим таксоном гіллястовусих ракоподібних була *P. avirostris*.

У цей же час в Одеському та Придунайському регіонах відмічені близькі значення чисельності (від 143,1 до 1627,9  $\text{екз.} \cdot \text{м}^{-3}$  та від 293,5 до 1018,6  $\text{екз.} \cdot \text{м}^{-3}$  відповідно), але біомаса в цих регіонах коливалась у більш широких межах (від 1,6 до 69,5  $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$  в Одеському та від 0,1 до 41,35  $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$  у Придунайському регіонах).

Узагальнюючи дані щодо міжрічної динаміки розвитку гіллястовусих ракоподібних у ПнЗЧМ, можна відзначити, що найбільші значення їхньої чисельності та біомаси спостерігались у 1979–1986 рр. (рис. 5, 6). Надалі коливання чисельності та біомаси перебували в діапазоні від 593 до 2246,7  $\text{екз.} \cdot \text{м}^{-3}$  та від 1,2 до 39,8  $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$  відповідно. Найменші значення відмічені в 2005, 2008, 2014 та 2016 роках.

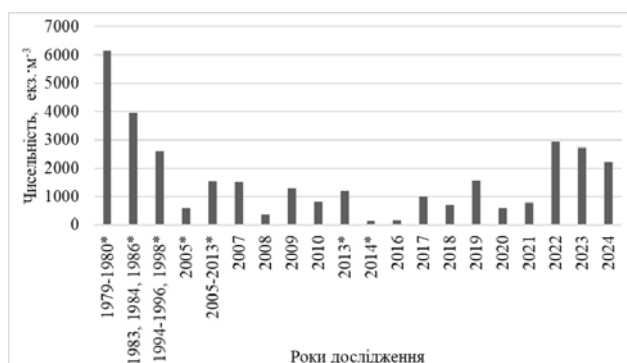


Рис. 5. Середньорічна чисельність (екз.·м<sup>-3</sup>) *Cladocera* в ПнЗЧМ у 1979–2024 рр.

Примітка: \* – літературні дані (Полищук, Настенко 2006; Одесский регион Черного моря ... 2017)

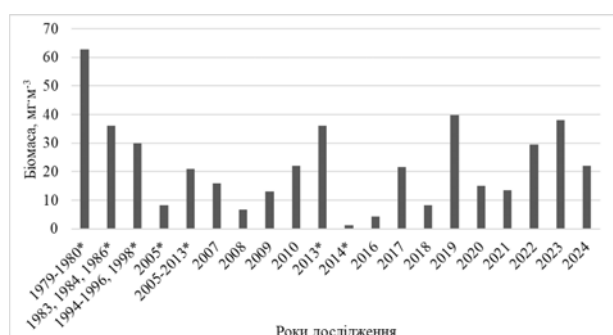


Рис. 6. Середньорічна біомаса (мг·м<sup>-3</sup>) *Cladocera* в ПнЗЧМ у 1979–2024 рр.

Примітка: \* – літературні дані (Полищук, Настенко 2006; Одесский регион Черного моря ... 2017)

Порівнюючи отримані результати з літературними даними, бачимо, що сучасні значення чисельності та біомаси *Cladocera* є майже вдвічі меншими, ніж у період антропогенного евтрофування (1970–2004 роки), та перевищують значення в період «екологічної норми» (до 1970 року) (Полищук, Настенко, 2006). Це можна пояснити тим фактом, що *P. polyphemoides*, який домінував у період антропогенного евтрофування, належить до короткоциклічних бета-мезо-сапробних організмів, які набувають значного розвитку в евтрофних умовах. На сучасному етапі розвитку екосистеми його чисельність та біомаса є меншими, ніж у *P. avirostris* (рис. 7).

Отже, в усіх досліджуваних акваторіях ПнЗЧМ у сучасний період чисельність та біомаса *Cladocera* наприкінці літа та восени є більшою, ніж весною та на початку літа. Серед двох домінуючих представників *Cladocera* абсолютні значення чисельності біомаси *P. avirostris* (більш довгоциклічний вид, зазнавав негативних змін під час евтрофування), як правило, перевищують чисельність та біомасу

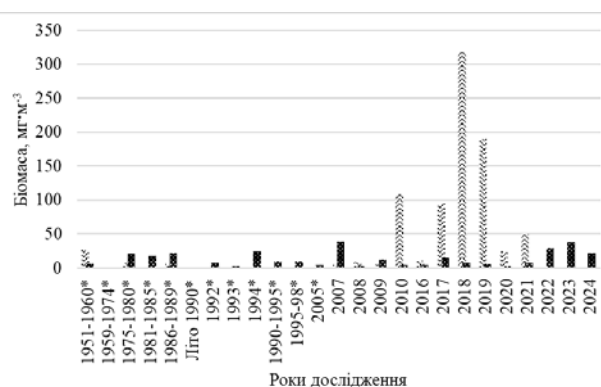


Рис. 7. Середньорічна біомаса (мг·м<sup>-3</sup>) *P. avirostris* та *P. polyphemoides* у ПнЗЧМ у 1951–2024 рр.:  
□ – *P. avirostris*; ■ – *P. polyphemoides*

Примітка: \* – літературні дані (Полищук, и Настенко 2006; Одесский регион Черного моря ... 2017)

*P. polyphemoides* (короткоциклічний вид, домінував під час евтрофування). Це узгоджується з даними щодо позитивних змін в інших компонентах зоопланктонного угруповання (зменшення біомаси та відсоткової частки *N. scintillans* (Харитонов, Набокін, Дядичко 2021), збільшення біомаси та відсоткової частки *Copepoda* (Kharytonova, and Dyadichko 2021), зменшення загальної біомаси зоопланктону (Kharytonova et al. 2021) у сучасний період.

### Висновки

1. На сучасному етапі розвитку прибережної морської екосистеми в усіх акваторіях ПнЗЧМ спостерігаються близькі значення чисельності та біомаси *Cladocera*, їхні сезонні та міжрічні коливання перебувають у межах однакових порядків (середньорічна чисельність від 762 до 3586,7 екз.·м<sup>-3</sup> та біомаса від 1,49 до 107,6 мг·м<sup>-3</sup>).

2. У сезонній динаміці біомаси гіллястову- ских ракоподібних спостерігаються два максимуми значень: наприкінці фенологічної весни та в першій половині літа, який зумовлений розвитком *P. polyphemoides*, та наприкінці літа – восени, який спричинений розвитком *P. avirostris*. При цьому другий максимум, як правило, більший за чисельністю та біомасою, ніж перший.

3. Порівняння сучасних даних з літературними показало, що максимальні значення біомаси *Cladocera* (62,75 мг·м<sup>-3</sup>) спостерігались у період антропогенного евтрофування та були зумовлені масовим розвитком *P. polyphemoides*. На сучасному етапі значення біомаси є більшими, ніж у період екологічної норми, та майже вдвічі меншими, ніж у період антропогенного евтрофування. При цьому *P. avirostris* як довгоциклічний організм зазнає на сучасному етапі більшого розвитку, ніж *P. polyphemoides*.

### Список використаних джерел

1. Александров Б.Г., Харитонов Ю.В. Керівництво з моніторингу зоопланктону морських вод України та визначення їх екологічного стану за стандартами Директиви ЄС про Морську стратегію. Проект нормативного документа, переданий до розгляду у Міністерство екології України 29.07.2019. Одеса, 2019. 33 с.
2. Виноградов К.А. Биология северо-западной части Черного моря. Киев : Наукова думка, 1967. 267 с.
3. Воробьева Л.В., Нестерова Д.А., Полищук Л.Н., Кулакова И.И., Синегуб И.А. Современное состояние пелагических и донных сообществ северо-западной части Черного моря. *Вісник ОНУ. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2014. № 19. С. 113–118.
4. Грезе В.Н., Ковалев А.В. Основные этапы столетних исследований зоопланктона в Институте биологии юных морей. *Вестник зоологии*. 1971. № 5. С. 12–17.
5. Ковалев А.В., Финенко З.З. Планктон Черного моря. Киев : Наукова думка, 1993. 281 с.
6. Коваль Л.Г. Зоо- и макрозоопланктон Черного моря. Киев : Наукова думка, 1984. 127 с.
7. Коровчинский Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография). Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2004. 410 с.
8. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Т. 2. Ракообразные. Киев : Наукова думка, 1969. 535 с.
9. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали : монография / Л.В. Воробьева, И.И. Кулакова, И.А. Синегуб и др. ; отв. ред. Б.Г. Александров. Одесса, 2017. 324 с.
10. Полищук Л.Н., Настенко Е.В. Мезо- и макрозоопланктон. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* / под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. Киев, 2006. С. 229–237.
11. Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л. : ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
12. Семенова А.С. Оценка участия Cladocera в процессах самоочищения Куршского залива. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах* : матеріали IV міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2007. С. 104–106.
13. Соборова О.М. Актуальні аспекти біопродуктивності вод Одеської затоки. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2018. № 2. С. 68–78.
14. Харитонов Ю.В., Набокин М.В., Дядичко В.Г. Багаторічні зміни біомаси *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoed & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales в Одеському та Дунайському районах Чорного моря як показника якості водного середовища. *Морський екологічний журнал*. 2021. Т. 15. №. 1. С. 79–87. DOI: <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2021.1.08>.
15. Arashkevich E.G., Stefanova K., Bandelj V., Siokou I., Terbiyik K.T. Ak Orek Y., Timofte F., Timonin A., Solidoro C. Mesozooplankton in the open Black Sea: Regional and seasonal characteristics. *Journal of Marine Systems*. 2014. 135. Pp. 81–96.
16. Dyadichko V., Kharitonova Y., Nabokin M., Mgeladze M., Korshenko A., Shiganova T., Anokhina L., Litvin A., Yasakova O., Alexandrov B., Mikaelyan A. Zooplankton. *EMBLAS Final scientific report* / in eds. J. Slobodnik, M. Arabidze, M. Mgeladze, A. Korshenko, A. Mikaelyan, V. Komorin, G. Minicheva. Dnipro : Serebniak T.K., 2022. Pp. 58–90.
17. Kharytonova Y.V., Nabokin M.V., Mgeladze M.M., Vadachkoria P.A., Dyadichko V.G. 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. 29(1). Pp. 47–58. DOI: <https://doi.org/10.15421/012107>.
18. Kharytonova Yu.V., Dyadichko V.G. Long-term changes of Copepoda (Crustacea) abundance and biomass in the Danube and Odessa regions of the Black Sea as indicator of water quality. *European vector of development of the modern scientific researches* : collective monograph. Riga : Baltija Publishing, 2021. Pp. 22–41. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-077-3-21>.
19. Kovalev A.V., Niermann U., Melnikov V. Long-term changes in the Black Sea zooplankton: the role of the natural and anthropogenic factors. *Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea*. Dordrecht, Boston, London : Kluwer Acad. Publ., 1998. Vol. 1. Pp. 221–234.
20. World Register of Marine Species (WoRMS). 2024. URL: <http://www.marinespecies.org/> (дата звернення: 06.08 2024).

### References

1. Alexandrov, B.G., & Kharytonova, Y.V. (2019). Keryvnytstvo z monitorynhu zooplanctonu morskikh vod Ukrayiny ta vyznachennia yikh ekolohichnoho stanu za standartamy Dyrektyvy YES pro Morsku stratehiu [Guidelines for monitoring zooplankton of marine waters of Ukraine and determining their ecological status according to the standards of the EU Directive on Marine Strategy]. *The project of the regulatory document submitted for consideration to the Ministry of Ecology of Ukraine on July 29, 2019*, Odessa. 33 p. [in Ukrainian].
2. Vinogradov, K.A. (1967). *Biologiya severo-zapadnoy chasti Chernogo morya* [Biology of the northwestern part of the Black Sea]. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
3. Vorobyova, L.V., Nesterova, D.A., Polishchuk, L.N., Kulakova, I.I., & Synehub, I.A. (2014). Sovremennoe

sostoyanie pelagicheskikh i donnykh soobshchestv severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [Current state of pelagic and benthic communities in the northwestern part of the Black Sea]. Vysnyk ONU. Seriya: heohrafichni ta heolohichni nauky – Odesa National University Herald. Geography & Geology, 19, 113–118 [in Russian].

4. Greze, V.N., & Kovalev, A.V. (1971). Osnovnye etapy stoletnikh issledovaniy zooplanktona v Institute biologii yunych morey [The main stages of centenary research on zooplankton at the Institute of Biology of Young Seas]. Vestnik zoologii – Vestnik Zoologii, 5, 12–17 [in Russian].

5. Kovalev, A.V., & Finenko, Z.Z. (1993). Plankton Chernogo morya [Plankton of the Black Sea]. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].

6. Koval', L.H. (1984). Zoo- i makrozooplankton Chernogo morya [Zooplankton and macrozooplankton of the Black Sea]. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].

7. Korovchinsky, N.M. (2004). Vетvистousye rakoobraznye otryada Ctenopoda mirovoy fauny (morfologiya, sistematika, ekologiya, zoogeografiya) [Cladocera crustaceans of the order Ctenopoda of the world fauna (morphology, taxonomy, ecology, zoogeography)]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK [in Russian].

8. Mordukhai-Bol'tovskoi, F.D. (1969). Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey: Svobodnozhivushchie bespozvonochnye [Key to the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Crustaceans]. Vol. 2. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].

9. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Synyogub, I.A., Polyschuk, L.N., Nesterova, D.A., Bondarenko, A.S. et al. (2017). Odesskiy region Chernogo morya: gidrobiologiya pelagialii i bentali [Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and benthic areas]. Odessa: Astroprint [in Russian].

10. Polishchuk, L.N., & Nastenka, E.V. (2006). Mezo- i makro-zooplankton [Meso- and macro-zooplankton]. Severozapadnaya chast' Chernogo morya: biologiya i ekologiya – Northwestern part of the Black Sea: biology and ecology. Pp. 229–237. Kyiv: Naukova Dumka [in Russian].

11. Salazkin, A.A., Ivanova, M.B., & Ogorodnikova, V.A. (1984). Zooplankton i ego produktsiya: Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoyemakh [Zooplankton and its products. Methodological recommendations for collecting and processing materials during hydrobiological studies of freshwater bodies]. L.: GosNIORH [in Russian].

12. Semenova, A.S. (2007). Otsenka uchastiya Cladocera v protsessakh samoochishcheniya Kurshskogo zaliva [Assessment of the participation of Cladocera in the self-purification processes of the Curonian Lagoon]. Proceedings from IV Mizhnarodnoi naukovo

konferentsii «Bioryznovanniia ta rol' tvaryn v ekosystemakh» – IV International Scientific and Practical Conference “Biodiversity and the role of animals in ecosystems”. Pp. 104–106. Dnipro: Vyd-vo DNU [in Russian].

13. Soborova, O.M. (2018). Aktual'ni aspekty bioproduktivnosti vod Odes'koi zatoky [Current aspects of the bioproductivity of the waters of the Odesa Bay]. Vodnyi bioresursy ta akvakultura – Water Bioresources and Aquaculture, 2, 68–78 [in Ukrainian].

14. Kharitonova, Y.V., Nabokin, M.V., & Dyadichko, V.G. (2021). Bagatorichni zminy biomasy Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales v Odes'komu ta Dunais'komu raionakh Chernogo morya yak pokaznyk yakosti vodnoho seredovyscha [Long-term changes in the biomass of Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales in the Odesa and Danube regions of the Black Sea as an indicator of the quality of the aquatic environment]. Morsk'kyi ekolohichniy zhurnal – Marine ecological journal, 15(1), 79–87 [in Ukrainian].

15. Arashkevich, E.G., Stefanova, K., Bandelj, V., Siokou, I., Terbiyik, K. T., Ak Orek, Y. et al. (2014). Meso-zooplankton in the open Black Sea: Regional and seasonal characteristics. Journal of Marine Systems, 135, 81–96.

16. Dyadichko, V., Kharitonova, Y., Nabokin, M., Mgeladze, M., Korshenko, A., Shiganova, T. et al. (2022). Zooplankton. EMBLAS Final scientific report / in eds. J. Slobodnik, M. Arabidze, M. Mgeladze, A. Korshenko, A. Mikaelyan, V. Komorin, G. Minicheva. Pp. 58–90. Dnipro: Seredniak T.K.

17. Kharytonova, Y.V., Nabokin, M.V., Mgeladze, M.M., Vadachkoria, P.A., & Dyadichko V.G. (2021). 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, 29(1), 47–58 DOI: <https://doi.org/10.15421/012107>.

18. Kharytonova Yu.V., & Dyadichko V.G. (2021). Long-term changes of Copepoda (Crustacea) abundance and biomass in the Danube and Odessa regions of the Black Sea as indicator of water quality. European vector of development of the modern scientific researches: collective monograph. Pp. 22–41. Riga: Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-077-3-21>.

19. Kovalev, A.V., Niermann, U., Melnikov, V. (1998). Long-term changes in the Black Sea zooplankton: the role of the natural and anthropogenic factors. Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea. Vol. 1, pp. 221–234. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ.

20. World Register of Marine Species (WoRMS). 2024. Retrieved from: <http://www.marinespecies.org/>.

## DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF CLADOCERA IN THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA IN THE SECOND HALF OF THE XX–XXI CENTURIES

**Dyadichko V.G.**, PhD, Senior Researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, wasilij@te.net.ua

**Kharytonova Yu.V.**, PhD, Junior Researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, kharytonova\_julia@ukr.net

In this article we investigated a long-term change of the Cladocera biomass and abundance as well as its main species: *Penilia avirostris* Dana, 1849 and *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859) in the zooplankton in the northwestern part of the Black Sea. The zooplankton samples were taken by the Institute of Marine Biology expeditions in 2007–2024 in the Odesa marine, Danube and Dnieper regions. It was detected 24 species of the Cladocera. Most of them belong to typical habitats of the NWBS marine water but freshwater and oligogalline species are also known. But only *P. avirostris* and *polyphemoides* are playing a key role in forming quantitative indicators of zooplankton. It was established that the maximum value of Cladocera biomass and abundance were observed in 1979–1986. The minimum value was in 2005, 2008, 2014 and 2016. In the modern stage of the ecosystem development in all NWBS aquatorias a similar value of Cladocera biomass and abundance was observed. In the seasonal dynamics of the Cladocera biomass, two maximum values were observed: at the end of the phenological spring – first half of the summer that caused *P. polyphemoides* develop and at the end of the summer – autumn that caused *P. avirostris* develop. At the same time second maximum is bigger than the first as a rule. It was detected that Cladocera biomass values are higher than during the “ecological norm” period and almost less twice than during the period of anthropogenic eutrophication. At the same time *P. avirostris* as an organism with a long life cycle is better developed than *P. polyphemoides* at the current stage.

**Key words:** northwestern part of the Black Sea, zooplankton, Crustacea, Cladocera, abundance, biomass.

## ВНЕСОК КІЛІЙСЬКОГО ГИРЛА ДУНАЮ У ЗАБРУДНЕННЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Дятлов С.Є. – к.б.н., доцент, п.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України  
sergey.dyatlov@gmail.com

У середньому Дунай щорічно приносить у море близько 203 км<sup>3</sup> води. Кілійський рукав відділяється від Дунаю в районі м. Рені. У 1900 р. до Кілійського рукава надійшло 70% води Дунаю, у 1957 р. – 62,5%, у 1985 р. – 58,7%, а в 1999 р. – лише 55,6%. Таким чином, тенденція визначає чутливе зменшення стоку у середньому на 0,173% на рік упродовж XX сторіччя. Розрахунки за 2005, 2010 та 2015 рр. показують частку стоку Кілійського рукава, що дорівнює відповідно 51,2%, 49,8% та 48,3% від загального стоку Дунаю. На полігоні «Узмор'я Кілійського рукава Дунаю» середній вміст ртуті становив  $3,10 \pm 0,01$  мкг·г<sup>-1</sup> с.р. (суха речовина), діапазон – 0,05–9,92 мкг·г<sup>-1</sup> с.р. Два піки вмісту ртуті спостерігалися на виході з Новостамбульського рукава Дунаю (8,85 мкг·г<sup>-1</sup> с.р., перевищення TV у 29,5 раза) та на виході зі Старостамбульського рукава (9,92 мкг·г<sup>-1</sup> с.р., перевищення TV у 33 рази). Завдяки високій водності Дунай помітно впливає на всю північно-західну частину Чорного моря. На полігоні «Одеський район Чорного моря» ртуть виявили на 70% станцій. Середній вміст ртуті тут становив  $2,2 \pm 0,05$  мкг·г<sup>-1</sup> д.в., діапазон – 0,00–0,69 мкг·г<sup>-1</sup> д.в. Оскільки загальний скид ртуті з місцевих джерел (очисні споруди міст Одеса, Чорноморськ та Південне, а також дренажних вод Одеси) становить лише 31,6 г на рік, то вочевидь, що ртуть до Одеського регіону Чорного моря потрапила з р. Дунай. Комплексний моніторинг узбережжя р. Дунай (2004–2011 рр.) показав, що щорічно з Кілійського рукава до Чорного моря у середньому надходить така кількість важких металів у розчиненій формі: 289,06 кг міді, 692,39 кг цинку, 142,03 кг нікелю та 26,68 кг кадмію, а у зваженому вигляді 780,13 кг міді, 2306,15 кг цинку, 526,18 кг нікелю та 37,44 кг кадмію. Загалом це становить: міді – 1066,19 кг, цинку – 2998,19 кг, нікелю – 668,21 кг, кадмію – 64,12 кг, нафтопродуктів – 8356,9 кг, завислої речовини – 5355,12 кг.

**Ключові слова:** Чорне море, дослідницькі полігони, вода, донні відклади, важкі метали.

### Вступ

Річки, які впадають у Чорне море, щорічно приносять 350 км<sup>3</sup> води, ще 300 км<sup>3</sup> додають атмосферні опади. Водночас з поверхні моря випаровується 350 км<sup>3</sup>. Через те, що рівень Чорного моря на 10 см вищий за рівень Мармурового моря, в останній перетікає тонкий верхній шар води. Водночас глибинні води Мармурового моря перетікають у Чорне море (Rosati et al. 2018).

На Дунай припадає понад 60% води зі всіх річок, що впадають у Чорне море, і більше 35% надходження в нього всієї прісної води, включаючи опади (Левашова та ін. 2004). У середньому Дунай щорічно приносить у море близько 203 км<sup>3</sup> води. Кілійський рукав відділяється від Дунаю в районі м. Рені. У 1900 р. до Кілійського рукава надійшло 70% води Дунаю, у 1957 р. – 62,5%, у 1985 р. – 58,7%, а в 1999 р. – лише 55,6%. Таким чином, тенденція визначає чутливе зменшення стоку у середньому на 0,173% на рік упродовж XX сторіччя (Лихоша 2004). Розрахунки за

2005, 2010 та 2015 рр. показують частку стоку Кілійського рукава, що дорівнює відповідно 51,2%, 49,8% та 48,3% від загального стоку Дунаю (Морозов, Михайлов 2004).

Якщо поточна тенденція перерозподілу водного стоку між Кілійським і Тульчинським рукавами Дунаю збережеться, можна використовувати таку формулу (Морозов, и Михайлов 2004):

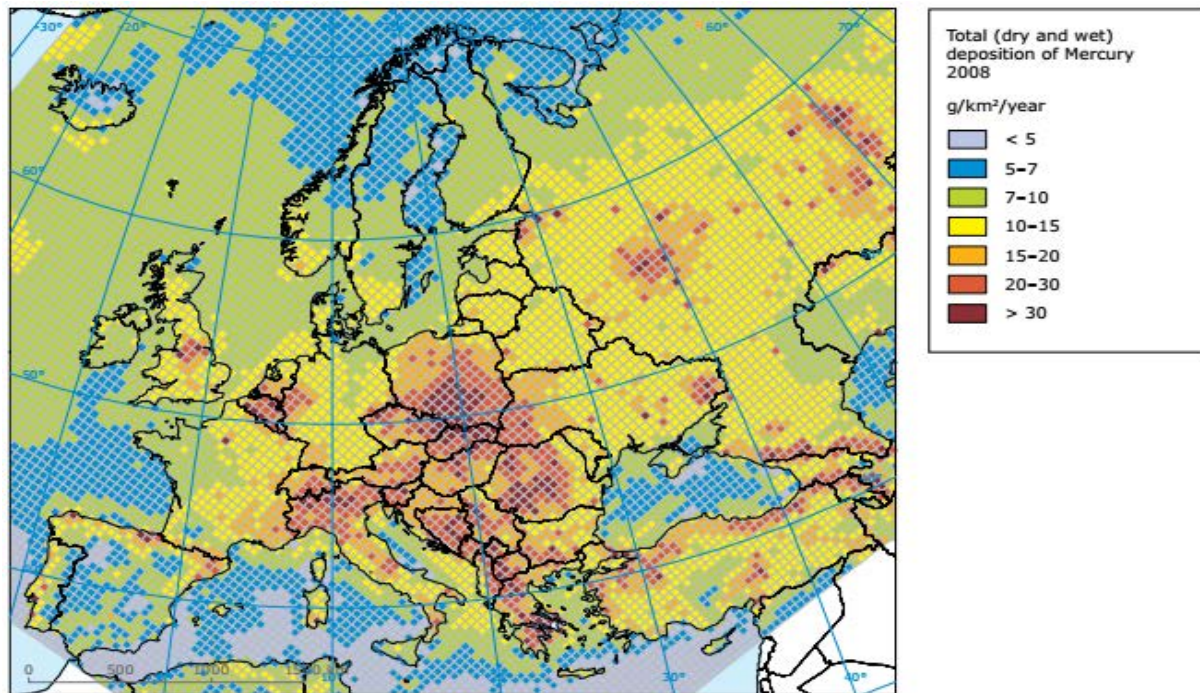
$$Q_{(k, \%)} = 8 \cdot [10]^{(-6)} (t-1850)^3 - 0,004 (t-1850)^2 + 0,3625(t-1850) + 60,$$

де

$Q_{(k, \%)}$  – відсоток загального стоку р. Дунай до Кілійського рукава;

$t$  – число року.

За даними European Monitoring and Evaluation Programme (2001), ґрунти багатьох європейських країн забруднені ртуттю. Найбільша площа ґрунтів, забруднених цим надзвичайно небезпечним металом, у басейні Дунаю спостерігається в Румунії та Словаччині (рис. 1).



Source: European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP).

Рис. 1. Розподіл ртуті в ґрунтах Європи

Основним джерелом забруднення ґрунтів ртуттю є діяльність золотодобувних підприємств. Так, у 2000 р. з одного з таких об'єктів внаслідок руйнування дамб у Дунай були скинуті ціаніди та важкі метали (Кілійська частина ... 2001).

Про високий рівень забруднення північно-західної частини Чорного моря свідчать і інші науковці (Faschuk 2011; Dyatlov et al. 2018).

**Мета** роботи полягає у з'ясуванні внеску Кілійського гирла Дунаю у забруднення Чорного моря важкими металами та нафтопродуктами.

#### Матеріал та методи досліджень

Дослідження проводилися у період з 1993 по 2011 рр. на двох дослідницьких полігонах: «Узмор'я Кілійського гирла Дунаю» та «Одеський район ПнЗЧМ». Проби води відбиралися за допомогою батометра Молчанова об'ємом 20 л, проби донних відкладів – за допомогою дночерпака з площею захвату 0,10 м<sup>2</sup> у шарі 1–5 см. У лабораторії донні відклади висушували за кімнатної температури, гомогенізували та навішували зразки по 10 г на аналітичних терезах. Визначення вмісту важких металів у зразках проводили в Українському НДІ медицини транспорту за допомогою приладу Юлія-5к (третя модифікація). Діапазон вимірювання масової концентрації загальної ртуті від 0,01 до 10 мкг·г<sup>-1</sup> проводили у відповідності до методики (Методика ... 2012).

Мапи просторового розповсюдження ртуті на полігонах були побудовані з урахуванням вимог

Водної рамкової директиви ЄС (Water Framework Directive 2000). Критерієм якості донних відкладів виступали концентрації вмісту ртуті у донних відкладах, коли TV (target value, або «цільове значення») (Warmer, and van Dokkum 2002) перевищували 0,3 мкг<sup>-1</sup> у перерахунку на суху речовину (с.р.).

#### Результати та їх обговорення

##### 1. Розподіл ртуті у донних відкладах морських полігонів у ПнЗЧМ.

Дослідження, проведені ДУ «Інститут морської біології НАН України», показали наявність ртуті в донних відкладах на всіх станціях моніторингу глибоководного суднового ходу «Дунай – Чорне море» в кількостях, що перевищують цільове значення ЄС (TV) для донних відкладів.

На узмор'ї Кілійського рукава Дунаю середній вміст ртуті становив  $3,1 \pm 0,01$  мкг·г<sup>-1</sup> с.р., діапазон – 0,05–9,92 мкг·г<sup>-1</sup> с.р. Два піки вмісту ртуті спостерігалися на виході з Новостамбульського рукава Дунаю (8,85 мкг·г<sup>-1</sup> с.р., перевищення TV у 29,5 рази) та на виході зі Старостамбульського рукава (9,92 мкг<sup>-1</sup> с.р., перевищення TV у 33 рази) (рис. 2).

Завдяки своїй високій водності р. Дунай помітно впливає на всю північно-західну частину Чорного моря. В Одеському районі Чорного моря ртуть виявили на 70% станцій. Середній вміст ртуті тут становив  $2,2 \pm 0,05$  мкг·г<sup>-1</sup> с.р., діапазон – 0,00–0,69 мкг·г<sup>-1</sup> с.р. (рис. 3).

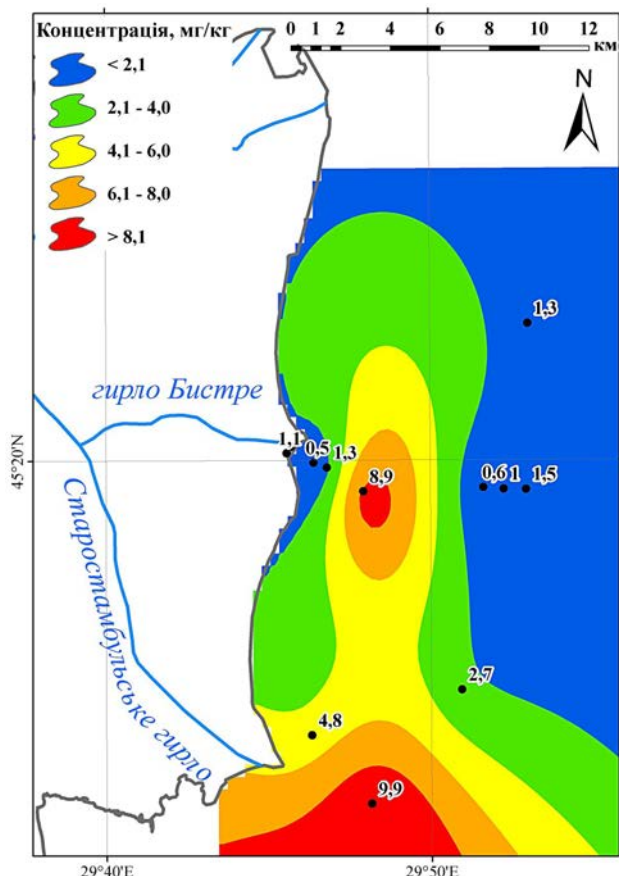


Рис. 2. Розподіл ртуті у донних відкладах полігону «Узмор'я Кілійського гирла Дунаю»

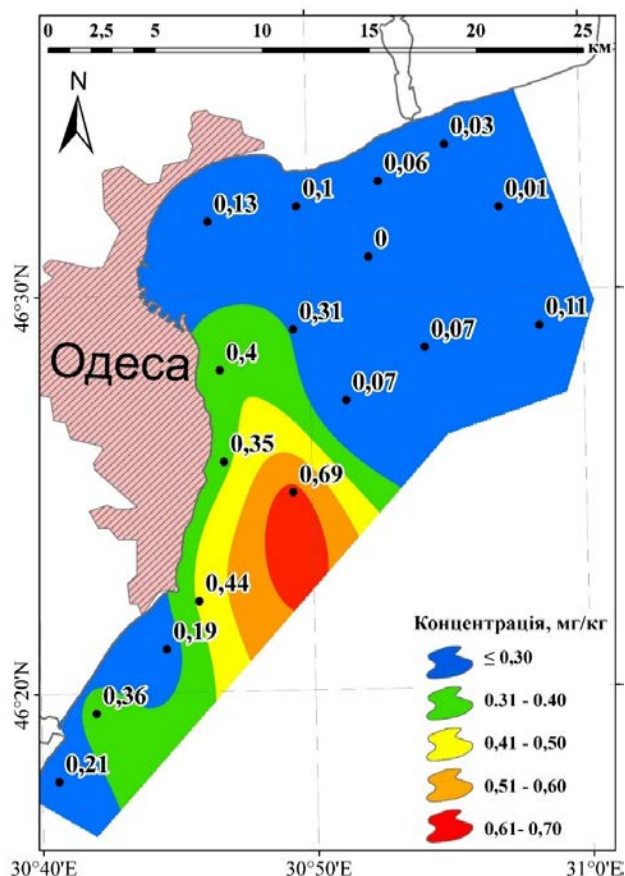


Рис. 3. Розподіл ртуті у донних відкладах полігону «Одеський регіон ПнЗЧМ»

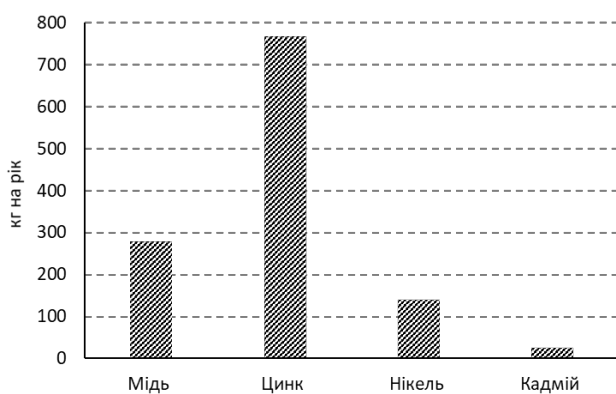


Рис. 4. Розчинена форма важких металів, що щорічно надходить до Чорного моря з Кілійського гирла

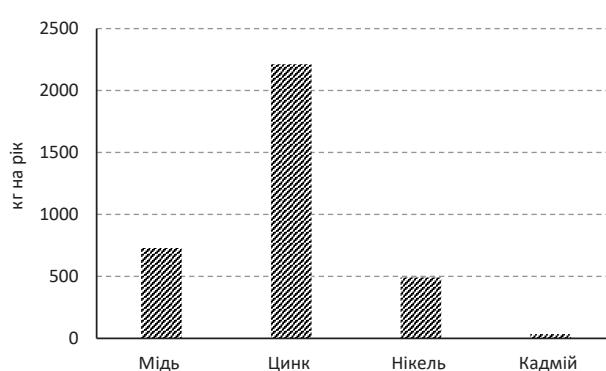
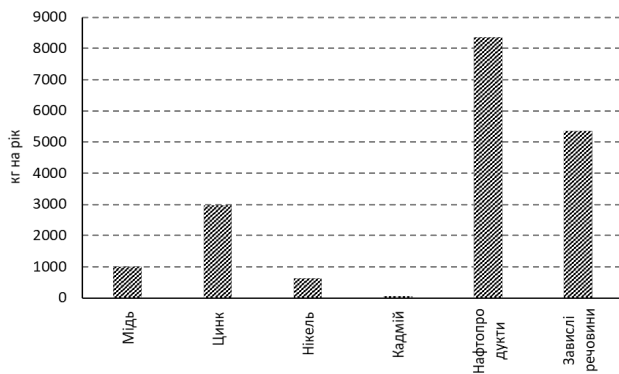


Рис. 5. Зависла форма важких металів, що щорічно надходить до Чорного моря з Кілійського гирла

Оскільки загальний скид ртуті з місцевих джерел (очисні споруди міст Одеса, Чорноморськ, Південне, а також дренажних вод Одеси) становить лише 31,6 г на рік, очевидно, що ртуть до Одеського регіону Чорного моря потрапила з р. Дунай.

## 2. Винос забруднюючих речовин з Кілійського гирла Дунаю до Чорного моря.

Багаторічний моніторинг узбережжя р. Дунай показав, що щорічно з Кілійського рукава до Чорного моря у середньому надходить розчинена форма



**Рис. 6. Загальний об'єм важких металів, нафтопродуктів та завислих речовин, що щорічно надходять до Чорного моря з Кілійського гирла**

важких металів у кількості: 289,06 кг міді, 692,39 кг цинку, 142,03 кг нікелю та 26,68 кг кадмію (рис. 4), а зависла форма – 780,13 кг міді, 2306,15 кг цинку, 526,18 кг нікелю та 37,44 кг кадмію на рік (рис. 5).

У середньому на рік з Кілійського рукава до Чорного моря надходить така кількість важких металів у зваженому вигляді: 780,13 кг міді, 2306,15 кг цинку, 526,18 кг нікелю та 37,44 кг кадмію. Загалом це становить: міді – 1066,19 кг, цинку – 2998,19 кг, нікелю – 668,21 кг, кадмію – 64,12 кг, нафтопродуктів – 8356,9 кг, завислої речовини – 5355,12 кг (рис. 6).

#### Висновки

1. Головним джерелом забруднення Чорного моря ртуттю виступають підприємства промисловості, тому у разі зменшення об'єму води, яка

щорічно проходить по Кілійському гирлу Дунаю, та у разі збереження джерел забруднення, що розташовані на суші, концентрація ртуті у Дунаї буде зростати.

2. На узбережжі Кілійського рукава Дунаю ртуть виявлена у кожній пробі, а середній вміст ртуті становив  $3,1 \pm 0,01$  мкг·г<sup>-1</sup> с.р., діапазон 0,05–9,92 мкг·г<sup>-1</sup> с.р. Два піки вмісту ртуті спостерігалися на виході з Новостамбульського рукава Дунаю (8,85 мкг·г<sup>-1</sup> с.р., перевищення TV у 29,5 раза) та на виході зі Старостамбульського рукава (9,92 мкг·г<sup>-1</sup> с.р., перевищення TV у 33 рази).

3. В Одеському районі Чорного моря ртуть виявили на 70% станцій. Середній вміст ртуті тут становив  $2,2 \pm 0,05$  мкг·г<sup>-1</sup> с.р., діапазон – 0,00–0,69 мкг·г<sup>-1</sup> с.р. Оскільки загальний скид ртуті з місцевих джерел (очисні споруди міст Одеса, Чорноморськ, Південне, а також дренажних вод Одеси) становить лише 31,6 г на рік, очевидно, що ртуть до Одеського регіону Чорного моря потрапила з р. Дунай.

4. Комплексний моніторинг узбережжя Дунаю (2004–2011 рр.) показав, що щорічно з Кілійського рукава до Чорного моря у середньому надходить така кількість важких металів у розчиненій формі: 289,06 кг міді, 692,39 кг цинку, 142,03 кг нікелю та 26,68 кг кадмію, а у зваженому вигляді 780,13 кг міді, 2306,15 кг цинку, 526,18 кг нікелю та 37,44 кг кадмію. Загалом це становить: міді – 1066,19 кг, цинку – 2998,19 кг, нікелю – 668,21 кг, кадмію – 64,12 кг, нафтопродуктів – 8356,9 кг, завислої речовини – 5355,12 кг.

#### Список використаних джерел

1. Килийская часть дельты Дуная весной 2000 г.: состояние экосистем и последствия техногенных катастроф в бассейне / под ред. Б.Г. Александрова. Одесса : Одесский филиал Института биологии южных морей, 2001. 128 с.
2. Левашова Е.В., Михайлов В.Н., Морозов В.Н. Годовой сток воды Дуная в вершине дельты. *Гидрология дельты Дуная*. М.: ГЕОС, 2004. С. 59–74.
3. Лихоша Л.В. Кілійська частина дельти Дунаю та її сучасна динаміка. *Вісник Одеського національного університету. Географія і геологія*. 2004. Вип. 9. С. 56–67.
4. Методика измерений массовой концентрации (массовой доли) доли ртути общей в почвах, грунтах, донных отложениях, иле, осадках сточных вод, шламах, твердых и жидких отходах атомно-абсорбционным методом Р 76/191. ФР.131.2018.30880. М. 2012. 24 с.
5. Морозов В.Н., Михайлов В.Н. Ожидаемое перераспределение стока воды по водотокам дельты. *Гидрология дельты Дуная*. М.: ГЕОС, 2004. С. 130–134.
6. Despina C., Teodorof L., Burada A., Seceleanu-Odor D., Țigănuș M., Tudor I., Ibram O., Spiridon C., Năstase A., Țiganov G., Ene A. Danube Delta Biosphere Reserve – ten years of toxic substance investigations. *Annals of "Dunarea De Jos" University of Galati. Mathematics*, *Physiks, Teoretical Mechanics*. 2007. Fascicle II, Year IX (XL). № 1. P. 55–60.
7. Dyatlov S.Ye., Bogatova Yu.I., Zaporozhets S.O., Lukianova Ye.A. Data Base of Institute of Biology of Ukrainian National Academy of Sciences: Polygons in Northwestern part of the Black Sea. *Geoinformatika*. 2018. № 3 (67). С. 5–13.
8. Fashchuk D.Ya. Marine ecological geography: Theory and experience. Springer, 2011. 431 p.
9. Rosati G., Heimbürger L.E., Melaku Canu D., Lagane L.J., Solidoro C.N., Gencarelli C.N., Hedgcock I.M., De Baar H.J.W., Sonke J.E. Mercury in the Black Sea: New Insights from Measurements and Numerical Modeling. *Global Biogeochemical Cycles. AGU Publication*, research article. 32. P. 529–550.
10. Warmer H., van Dokkum R. Water pollution control in the Netherlands: Policy and practice 2001. Lelystad, 2002. 77 p.
11. Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October, 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy). *Official Journal of the European Union*. 2000. Vol. 327. P. 1–73.

## References

1. Aleksandrov, B.G. (Eds.). (2001). *Kiliyskaya chast' del'ty Dunaya vesnoy 2000 g.: sostoyaniye ekosistem i posledstviya tekhnogennykh katastrof v bassejne [Kilian part of Danube delta in spring of 2000: state of ecosystems and consequences of technogenic disasters in the basin]*. Odessa: Odessa branch of the Institute of Biology of the Southern Seas [in Russian].
2. Levashova, E.V., Mikhailov, V.N., & Mbaseyneorozov, V.N. (2004). Godovoy stok vody Dunaya v vershine del'ty [Annual water flow of the Danube at the top of the delta]. *Gidrologiya del'ty Dunaya – Hydrology of the Danube Delta*, pp. 59–74. M.: GEOS [in Russian].
3. Likhosha, L.V. (2004). Kiliys'ka chastyna del'ty Dunayu ta yiyi suchasna dynamika [Dynamics of the Kiliya part of Danube delta]. *Visnyk Odes'koho natsional'noho universytetu. Geography and geology – Odesa National University Herald. Geography & Geology*, 9, 56–67 [in Ukrainian].
4. Methodology for measuring the mass concentration (mass fraction) of total mercury in soils, grounds, bottom sediments, silt, sewage sludge, sludge, solid and liquid waste using the atomic absorption method R 76/191. (2012). FR.131.2018.30880. M.
5. Morozov, V.N., & Mikhailov, V.N. (2004). Ozhidayemoye pereraspredeleniye stoka vody po vodotokam del'ty [Expected redistribution of water flow along the delta watercourses]. *Gidrologiya del'ty Dunaya – Hydrology of the Danube Delta*, pp. 130–134. M.: GEOS [in Russian].
6. Despina, C., Teodorof, L., Burada, A., Seceleanu-Odor, D., Țigănuș, M., Tudor, I. et al. (2007). Danube Delta Biosphere Reserve – ten years of toxic substance investigations. *Annals of “Dunarea De Jos” University of Galati. Mathematics, Physics, Teoretical Mechanics, Fascicle II, Year IX (XL), 1*, 55–60.
7. Dyatlov, S.Ye., Bogatova, Yu.I., Zaporozhets, S.O., & Lukianova, Ye.A. (2018). Data Base of Institute of Biology of Ukrainian National Academy of Sciences: Polygons in Northwestern part of the Black Sea. *Geoinformatika*, 3(67), 5–13.
8. Fashchuk, D.Ya. (2011). *Marine ecological geography: Theory and experience*. Springer.
9. Rosati, G., Heimbürger, L.E., Melaku Canu, D., Lagane, L.J., Solidoro, C.N., Gencarelli, C.N. et al. (2018). Mercury in the Black Sea: New insights from measurements and numerical modeling. *Global Biogeochemical Cycles*, 32, 529–550.
10. Warmer, H., & van Dokkum, R. (2002). *Water pollution control in the Netherlands: Policy and practice 2001*. Lelystad.
11. Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October, 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy) (22 December, 2000). *Official Journal of the European Union*, 327, 1–73.

## THE CONTRIBUTION OF THE KILIA BRANCH OF THE DANUBE TO POLLUTION NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA

**Dyatlov S.Ye.**, PhD, leading researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, sergey.dyatlov@gmail.com

The Danube River accounts for more than 60% of the river's inflow into the Black Sea, and more than 35% of the inflow of all freshwaters into it, including precipitation. On average, the Danube annually brings about 203 km<sup>3</sup> of water to the sea. The Kiliya Branch is separated from the Danube in the Reni area. In 1900, 70% of the Danube water entered the Kiliya Branch, in 1957 – 62.5%, in 1985 – 58.7%, and in 1999 – only 55.6%. Thus, the trend determines a sensitive decrease in runoff by an average of 0.173% per year during the 20th century. Calculations for 2005, 2010 and 2015 show the share of the runoff of the Kiliya Branch, equal to 51.2%, 49.8 % and 48.3% of the total flow of the Danube respectively. Due to its high-water content, the Danube has a noticeable impact on the entire northwestern part of the Black Sea. In the Odessa region of the Black Sea, mercury was found at 70% of the stations. The average mercury content here was 2.20±0.05 μg · g<sup>-1</sup> dw, the range was 0.00–0.69 μg · g<sup>-1</sup> dw. Since the total discharge of mercury from local sources (treatment facilities in Odessa, Chornomorsk and Pivdenyi, as well as drainage water in Odessa) is only 31.6 g per year, it is obvious that mercury was brought to the Odessa region of the Black Sea from the Danube. Long-term monitoring of the Danube seaside showed that annually from the Kiliya Branch to the Black Sea on average come the following amounts of dissolved form of heavy metals: 289.06 kg of copper, 692.39 kg of zinc, 142.03 kg of nickel and 26.68 kg of cadmium, and in suspended form 780.13 kg of copper, 2306.15 kg of zinc, 526.18 kg of nickel and 37.44 kg of cadmium. In general, it is: copper – 1066.19 kg, zinc – 2998.19 kg, nickel – 668.21 kg, cadmium – 64.12 kg, oil – 8356.9 kg, suspended matter – 5355.12 kg.

**Key words:** Black Sea, research sites, water, bottom sediments, heavy metals.

## ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНОГО ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ТА АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Тучковенко Ю.С. – д.геогр.н., с.н.с., Богатова Ю.І. – к.геогр.н., с.н.с., Гаркуша О.П. – к.б.н.,  
Мартинюк М.О. – д.ф., Дядичко В.Г. – к.б.н., Варігін О.Ю. – д.б.н., с.н.с.,  
Бушуєв С.Г. – к.б.н., Демченко В.О. – д.б.н., с.д.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»  
tuch2001@ukr.net

У статті надана характеристика гідроекологічного режиму Хаджибейського лиману на основі результатів аналізу гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних даних, отриманих під час польових досліджень 2021–2024 рр., та архівних даних. Польові дослідження виконувались на 13 прибережних станціях від верхів'я лиману (с. Шеметове) до його нижньої частини (с. Усатове). Упродовж зазначеного періоду виконаний аналіз мінливості гідрологічних і гідрохімічних характеристик лиманних вод, а також біотичних компонент екосистеми: фітопланктону, зоопланктону, зообентосу, іхтіофауни. Визначені зміни складників прісного водного балансу лиману, які відбувались.

Встановлено, що особливості зазначеного періоду визначались насамперед припиненням надходження до лиману зворотних вод зі станції біологічного очищення стічних вод міста Одеси «Північна». У сукупності з посушливими метеорологічними умовами це призвело до зниження середньорічного рівня води в лимані на 1 м. Вказані наслідки цього для екосистеми лиману: погіршення якості води внаслідок підвищення концентрації мінеральних форм біогенних речовин до значень, які постійно значно перевищували гранично допустимі значення для водойм рибогосподарського призначення; підвищення ролі масообміну з донними відкладами у формуванні гідроекологічних умов у лимані; збільшення біомаси фітопланктону у 2023–2024 рр.; стабільне зменшення чисельності і біомаси зоопланктону; погіршення умов для виживання та розвитку молоді піленгасу як головного промислового об'єкта водойми; збільшення середньої для акваторії солоності води з 5,93 до 7,35‰, що не відповідає умовам істотного розмноження прісноводних видів риб – товстолобиків (*Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*), амура білого (*Ctenopharyngodon idella*), коропа звичайного (*Cyprinus carpio*), карася сріблястого (*Carassius gibelio*), але не перешкоджає їх успішному нагулу і набору маси у разі штучного зариблення; сприяння виникненню масштабних задух внаслідок дефіциту розчиненого у воді кисню, загибель риб, креветок та інших гідробіонтів.

Відзначено, що через відсутність стоку річки Свинна та штучно обмеженого водообміну з основною частиною лиману якість води у водоймах Паліївської затоки значно гірша, ніж у лимані. Зокрема, солоність води в жовтні 2024 року досягала 107‰. Для покращення гідроекологічних умов у водоймах затоки рекомендовано поліпшити їх водообмін з прилеглою частиною Хаджибейського лиману шляхом розчищення і періодичного відкриття шандорів, каналів у греблях, зменшення відміток порогів у них, забезпечення своєчасного і регулярного їх обслуговування.

**Ключові слова:** Хаджибейський лиман, вплив чинників, гідрологічний, гідрохімічний режими, гідробіологічні показники, фітопланктон, зоопланктон, зообентос, іхтіофауна, рибопродуктивність.

### Вступ

Хаджибейський лиман є непроточною, закритою водоймою, яка утворилась у результаті затоплення морем гирлової частини долини річки Малий Куяльник з наступним відділенням її від моря піщаним пересипом. Водойма витягнута у північно-західному напрямку уздовж нормалі до берегової лінії моря. Південне узбережжя лиману знаходиться поблизу північної межі м. Одеси (Старушенко та Бушуєв 2001).

Довжина лиману становить 40 км, ширина – 0,5–3,5 км. Від моря лиман відділений пересипом шириною 4,5 км і довжиною 5 км. За відмітки рівня води в лимані +1,5 м БС (метрів Балтійської Системи висот) площа його водного дзеркала становить 114 км<sup>2</sup>, об'єм води дорівнює 729 млн м<sup>3</sup>, середня глибина – 6,4 м, максимальна – до 17 м (у районі між Холодною та Великою балками). Площа водозбору Хаджибейського лиману становить 2,7 тис. км<sup>2</sup>. У лиман впадають річки Малий Куяльник та Свинна

з площами водозбору 1540 км<sup>2</sup> та 772 км<sup>2</sup> відповідно (Тучковенко та Козлов 2017).

Хаджибейський лиман входить до складу Одеської міської агломерації та упродовж багатьох років використовується як водойма-приймач частково очищених господарсько-побутових стічних вод міста Одеси зі станції біологічного очищення «Північна» (СБО «Північна») та неочищених змішаних зливових і каналізаційних, дренажних скидних вод, які надходять з полів фільтрації міста Одеси та через канали, балки з населених пунктів, ферм, господарств на водозборі лиману.

Оцінка складників водного балансу Хаджибейського лиману у ХХІ ст., вплив на них природних і антропогенних чинників, викликані їх зміною коливання рівня води, отримані і проаналізовані в низці робіт (Гопченко, Шакирзанова 2011; Тучковенко, Козлов 2017; Тучковенко, Хохлов та Лобода 2022).

Водний режим Хаджибейського лиману визначається як природними, так і антропогенними чинниками. До числа природних чинників належать: об'єми стоку річок Малий Куяльник та Свинна, кількість атмосферних опадів, які випадають на водне дзеркало лиману, та об'єми випаровування з нього. Антропогенними чинниками, які значною мірою визначають мінливість рівня води в лимані, є надходження зворотних, частково очищених вод стічних вод м. Одеси зі СБО «Північна», а також дренажних вод від насосних станцій їх перекачки в лиман ДНС № 4, 5 та з каналізаційних очисних споруд (КОС) «НАП» (с. Нерубайське Біляївського району) (Тучковенко, Козлов 2017).

У разі безперервного протягом декількох років надходження до лиману зворотних вод зі СБО «Північна» рівень води в лимані зростає до критичних позначок (вище 2,0 м БС), за яких виникає загроза прориву дамби та затоплення значної частини території м. Одеси, прилеглої до лиману, площею 23 км<sup>2</sup>, на якій проживають близько 30 тис. жителів міста та розташовані десятки підприємств. Такі ситуації виникали, наприклад, у 1969 (підвищення рівня до позначки +2,21 м БС), 2003 (до +2,38 м БС), 2018 (до +2,1 м БС) роках (Тучковенко 2023). Водночас в роки, коли скид зворотних вод зі СБО «Північна» здійснювався протягом року тільки в Одеську затоку, а не в Хаджибейський лиман рівень води в лимані знижувався зі швидкістю 0,2–0,4 м·рік<sup>-1</sup> (Тучковенко, Козлов 2017).

На початку 1970-х років за проектом інституту «УкрПівдендінводгосп» для Хаджибейського лиману був встановлений розрахунковий горизонт щорічного спрацювання водойми перед весняним водопіллям, тобто підтримання нормального підпертого рівня (НПР) на рівні мінус 0,5 м БС, а максимальний рівень води в ньому обмежений відміткою +1,57 м БС (за умови функціонування системи

скиду лиманних вод у море, яка зараз не працює) (Гопченко, Шакирзанова 2011; Шакирзанова 2015).

Через багаторічне надходження до лиману великих обсягів прісних стічних та скидних вод солоність води в ньому знизилась з 35 г·дм<sup>-3</sup> на початку 1950-х років до 11 г·дм<sup>-3</sup> у середині 1980-х років і близько до 5–6 г·дм<sup>-3</sup> на початку 2000-х років (Богатова, Секундяк, Кирсанова 2017).

Оскільки Хаджибейський лиман натеper не має істотного зв'язку з морем і є закритою, непроточною водоймою, то якість води в ньому визначається багаторічним надходженням не досить очищених стічних вод міста Одеси зі СБО «Північна» (Тучковенко, Сапко та Тучковенко 2020; Тучковенко 2023). Вода і донні відклади лиману забруднені органічними і мінеральними біогенними речовинами, важкими металами (Гуменюк 2015; Богатова, Секундяк, Кирсанова 2017; Дятлов, Кошелев та Запорожець 2017). Через забруднення запаси лікувальних грязей лиману більше непридатні для використання. Влітку в лимані щорічно спостерігається цвітіння синьо-зелених водоростей та виникнення «задух» через нестачу у воді розчиненого кисню і, як наслідок, масові замори риби, загибель креветок та інших гідробіонтів. За свідченням органів санітарно-епідеміологічного нагляду лиман не рекомендується для використання у рекреаційних цілях.

У відповідності до «Методики встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України» (2001) за гідрохімічними показниками води південної частини лиману в теплий період року характеризуються як забруднені і евтрофні (Богатова, Секундяк, Кирсанова 2017). Екосистему лиману можна характеризувати як нестабільну – вона не збалансована за вмістом мінеральних речовин азоту та фосфору, що беруть участь у створенні нової органічної речовини. В лимані постійно відзначають надлишок речовин фосфору, який надходить з не досить очищеними комунальними стоками, і нестачу мінеральних речовин азоту.

Фітопланктон Хаджибейського лиману не вивчався системно. За більше ніж 20 років у лимані було зареєстровано 39 видів мікроводоростей. Виявлено підвищення кількості видів у напрямку від північної до південної частини водойми, домінуючими групами були зелені та діатомові водорості (Беленкова 2000).

Систематичні дослідження зообентосу Хаджибейського лиману розпочалися у середині минулого сторіччя. Зі зміною солоності вод лиману змінювалася кількість видів донних безхребетних, що мешкають у ньому. Так, у 40-х роках минулого сторіччя у лимані було зафіксовано 11 таксонів макрзообентосу, а до кінця 50-х років – 23. У 70–80-ті роки в бен-

тосі лиману було виявлено 36 видів безхребетних. На початку ХХІ ст. у Хаджибейському лимані зафіксовано 10 таксонів макрозообентосу (Варігін 2024).

Оскільки лиман у сучасному стані є штучно створеною водоймою-накопичувачем у ложі колишнього солоного (гіперсолоного) лиману, склад його іхтіофауни неодноразово змінювався залежно від осолонення або опріснення водойми під антропогенним впливом. На початку 1980-х р. сталася загибель практично всіх морських солонуватоводних промислових об'єктів. З пониженням солоності до 4–6‰ у лимані з'явилися карась сріблястий *Carassius gibelio*, окунь звичайний *Perca fluviatilis*, плітка звичайна *Rutilus rutilus*, що проникли сюди зі ставків, розташованих у долині р. Малий Куяльник. З цього моменту в лимані замість збідненого морського іхтіокомплексу почав формуватися солонуватоводно-прісноводний. Значні коливання солоності води в Хаджибейському лимані зумовили формування специфічного іхтіокомплексу, який має відносно недавню історію, та представлений евригалінними або мезогалінними видами риб. «Аборигенною» іхтіофауною водойми є види, що мешкають у лимані найбільш тривалий час – близько сторіччя. Це є виключно представники родини Бичкові (Gobiidae). Решта видів риб потрапили у водойму із суміжних акваторій (окунь звичайний, судак звичайний *Sander lucioperca*, карась сріблястий), що заселили лиман близько 35 років тому в умовах зниження солоності, або були штучно інтродуковані до водойми (рослинної товстолиби *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*, амур білий *Ctenopharyngodon idella*, короп європейський *Cyprinus carpio* (в 1980-і р.), піленгас *Planiliza haematocheilus* (наприкінці 1990-х років). Останніми роками піленгас у Хаджибейському лимані створив унікальну ізольовану чисельну популяцію, що успішно відтворюється в умовах низької для цього виду солоності води (Старушенко та Бушуєв 2001; Снігірьов та Бушуєв 2015).

Рибогосподарське використання водних біоресурсів лиману здійснюється в умовах антропогенної евтрофікації, коли висока біологічна продуктивність екосистеми поєднується з її значним розбалансуванням. Створення гіперпродукції автохтонної органічної речовини, яка надалі осідає на дно, в умовах сповільненої гідродинаміки призводить до утворення застійних зон з гіпоксією. Щорічні спалахи розвитку синьо-зелених водоростей та деструкція їхньої відмерлої біомаси створює умови для регулярних явищ задухи, що негативно відображається не лише на стані кормової бази риб, а й періодично призводить до їхньої масової загибелі.

Останніми роками внаслідок сукупного впливу кліматичних змін і наслідків воєнних дій, через які був змінений режим водогосподарського вико-

ристання водойми та формування його водного балансу, особливу актуальність набуло питання визначення змін у характеристиках сучасного гідроекологічного стану Хаджибейського лиману.

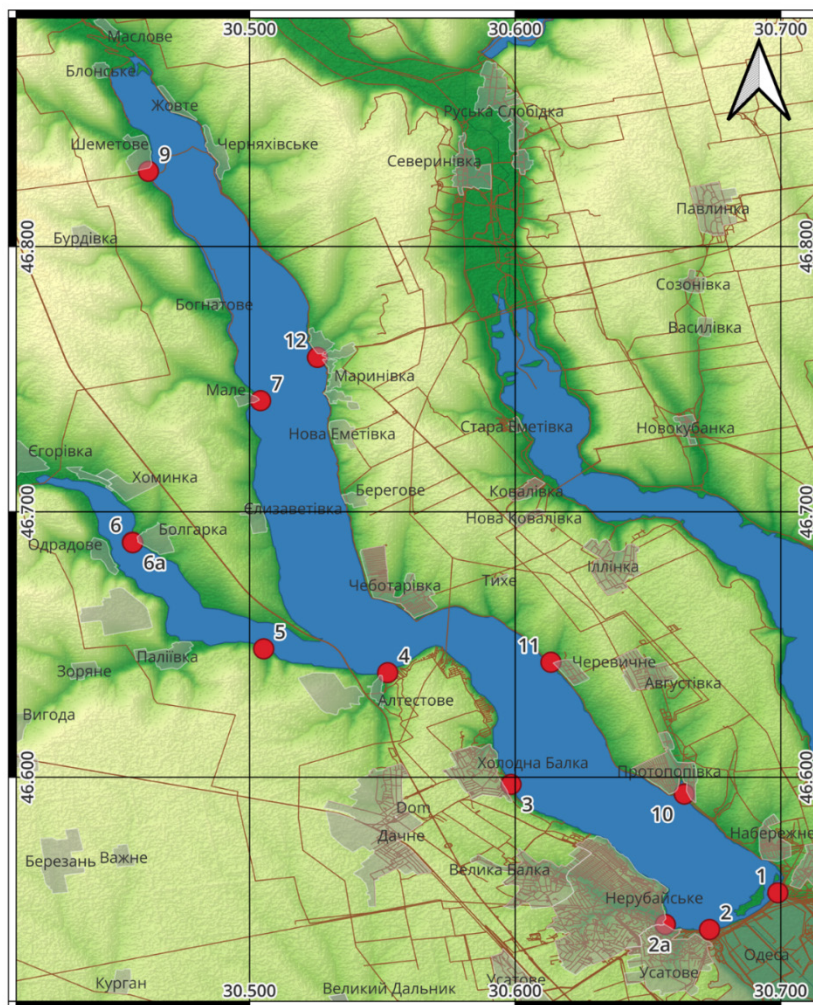
Метою цієї роботи є оцінка змін сучасного гідроекологічного стану Хаджибейського лиману на основі даних про його абіотичні та біологічні характеристики за умови змін обсягів надходження частково очищених господарсько-побутових стічних вод міста Одеси.

### Матеріали та методи досліджень

**Гідрологічні показники.** У роботі використані дані стаціонарних гідрологічних спостережень за мінливістю рівня води в Хаджибейському лимані, виконані на водомірному посту у с. Усатове, що знаходиться на дамбі лиману. Архівні дані щодо мінливості характеристик гідрологічного режиму лиману та, зокрема, його Паліївської затоки наприкінці минулого сторіччя – у першому десятиріччі ХХІ ст., були взяті з науково-технічних звітів Одеського державного екологічного університету (Оцінка наповнення Хаджибейського лиману ... 2009; Водний баланс Хаджибейського лиману... 2011; Оцінка гідроекологічного стану... 2011). Також використовувались дані з літературних джерел (Гопченко, Шакирзанова 2011; Шакирзанова 2015; Тучковенко, Козлов 2017; Тучковенко, Хохлов, Любода 2022; Тучковенко, 2023).

**Гідрохімічні показники.** Відбір проб води для визначення гідрохімічних та гідробіологічних параметрів проводився в акваторії Хаджибейського лиману упродовж 2021–2024 рр. на 13 станціях (рис. 1), що розташовані вздовж узбережжя лиману на глибині 0,5 м. Відбір проб води і визначення гідрохімічних характеристик проводили згідно з прийнятими міжнародними методиками для морських вод з використанням повіреного вимірювального обладнання. В 2021–2024 рр. було зібрано й оброблено 51 пробу. Також використовувались дані досліджень за попередні роки (2016–2017 рр.) (Богацова, Секундяк, Кирсанова 2017; Дятлов, Кошелев та Запорожець 2017).

**Фітопланктон.** Дослідження фітопланктону проводили восени 2021, навесні 2021, 2023, 2024 та в літній період 2022 років. Всього зібрано та опрацьовано 48 проб. Проби об'ємом 1 л фіксували 40% нейтралізованим формаліном, а потім згущували осадовим методом, доводячи об'єм фільтрату до 25–60 мл (Нестерова 1988; Moncheva and Parr 2010). Клітини фітопланктону рахували у краплі фільтрату об'ємом 0,05 мл. Біомасу мікроводоростей визначали підрахунком «істинних» об'ємів клітин (Брянцева, Лях, Сергеева 2005). Для ідентифікації мікроводоростей використовували визначники (Ветрова 1986; Коваленко 2009; Царенко 1990; Hoppenrath, Elbrachter



**Рис. 1. Карта-схема станцій відбору проб**

and Drebes 2009). Номенклатурні назви мікроводоростей наводяться згідно зі зведеннями (Algae of Ukraine 2006, 2009, 2011; WoRMS 2024).

Зоопланктон. Впродовж 2021–2024 рр. було відібрано 48 проб води для визначення зоопланктону. Визначення чисельності та біомаси зоопланктону проводилось за стандартними методиками (Методические ... 1984).

**Зообентос.** Матеріалом для дослідження були проби макрозообентосу, які зібрані в Хаджибейському лимані в 2021–2024 рр. Проби збирали щорічно у весняний (травень) та осінній (вересень) періоди на 13 постійних станціях, розташованих рівномірно по всій акваторії лиману (рис. 1). Всього було зібрано й оброблено 50 проб макрозообентосу. Зібраний матеріал оброблявся за стандартними методами (Митропольский, Мордухай-Болтовской 1975; Бубнова, Холикова 1980; Володкович 1980).

**Рибопродуктивність.** Дані щодо стану іхтіофауни збиралися в рамках співпраці з місцевими рибалками в період 2002–2018 рр. Для цього

досліджувалися їх улови та аналізувалися обсяги вилучення. Річні улови аналізували за даними офіційної статистики. Українські та латинські назви риб надані за Ю.К. Куцоконь та Ю.В. Квачем (2012).

## Результати та їх обговорення

Гідрологічні умови. Оцінки складників водного балансу Хаджибейського лиману у XXI сторіччі, які визначають зміни рівня води у водоймі (Тучковенко, Козлов 2017; Тучковенко, Хохлов, Лобода 2022) показують, що у сучасних кліматичних умовах дефіцит прісного водного балансу Хаджибейського лиману, який виникає через перевищення втрат води на випаровування з поверхні лиману над її надходженням з атмосферними опадами, річковим стоком (р. Малий Куяльник, р. Свинна) з водозбірного басейну лиману, становить 36–41 млн м<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>. Якщо прийняти, що площа водної поверхні лиману у середньому за рік дорівнює 114 км<sup>2</sup> (за рівня води +1,5 м БС), то вказаний дефіцит прісного водного балансу буде призводити до зменшення рівня води в лимані на 0,31–0,36 м·рік<sup>-1</sup>. В цих умовах чинником, який

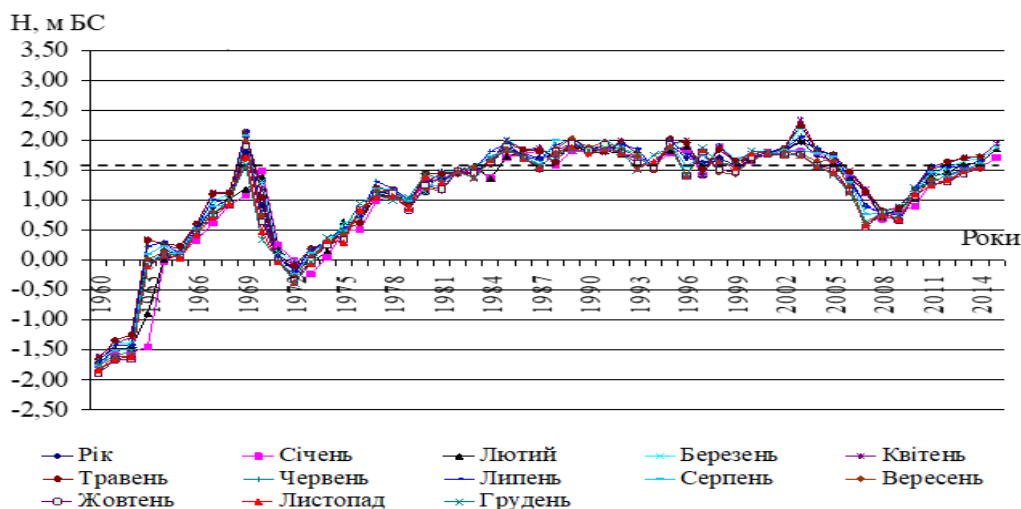


Рис. 2. Хронологічний хід середніх за місяці та річних рівнів води в Хаджибейському лимані (за даними водопосту «Усатове») до 2015 року (Шакірянкова 2015)

дозволяє запобігти обміліттю лиману та регулювати коливання рівня води в ньому в межах встановлених відміток, є обсяги надходження зворотних вод зі СБО «Північна».

В останні десятиріччя об'єми надходження зворотних вод зі СБО «Північна» до морського середовища (Хаджибейського лиману або Одеської затоки) постійно скорочуються (Тучковенко, Козлов 2017; Тучковенко 2023), що пов'язано зі зменшенням споживання води населенням і промисловістю, скороченням чисельності населення останніми роками, значним підвищенням вартості води для споживачів. Так, за інформацією ТОВ «ІНФОКС» філії «Інфоксводоканал», у 2000 році цей об'єм становив близько 95 млн  $\text{м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$ , у 2009 р. – 76,2 млн  $\text{м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$ , у 2014–2015 рр. – близько 54,8 млн  $\text{м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$  (Тучковенко, Козлов 2017), 2018–2021 рр. – у середньому 48,16 млн  $\text{м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$ , 2022–2024 рр. – 42,9 млн  $\text{м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$ . Отже, останніми роками максимальні обсяги можливого надходження до лиману зворотних вод СБО «Північна» наблизились до значень дефіциту прісного водного балансу Хаджибейського лиману. В 2011–2014 та 2016–2021 рр. скиди здійснювались виключно до лиману, що неодноразово призводило до підвищення рівня води в ньому до критичних позначок і сприяло розмиву дамби, яка відокремлює лиман від прилеглої частини міста Одеси (Тучковенко 2023).

Для того щоб запобігти виникненню міжрічної тенденції підвищення рівня води в Хаджибейському лимані, яка виникає за рахунок скиду зворотних вод СБО «Північна» в лиман, обсяги цього скиду не повинні перевищувати вказаний вище річний дефіцит прісного водного балансу. Беручи до уваги оцінки складників водного балансу лиману (Тучко-

венко, Козлов 2017) і зважаючи на те, що середній місячний об'єм надходження зворотних вод від СБО «Північна» в період 2022–2024 рр., за інформацією ТОВ «ІНФОКС», дорівнював 3,7 млн.  $\text{м}^3$ , а додаткове надходження в лиман дренажних вод через ДНС № 4, 5 за попередніми експертними оцінками зменшилось до 5 млн

$\text{м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$ , скид у лиман зворотних вод СБО має тривати 9–10 місяців на рік.

У разі припинення скиду зворотних вод зі СБО «Північна» в лиман на тривалий час, яке запроваджувалось у попередні десятиріччя для запобігання підвищенню рівня води в ньому до критичних позначок і руйнуванню дамби, що відокремлює лиман від прилеглої частини міста Одеси, рівень води в лимані помітно зменшувався. Так, наприклад, у результаті припинення надходження зворотних вод зі СБО «Північна» до лиману в 2005–2007 рр. рівень води в ньому зменшився майже на 1 м (рис. 2).

Така ж ситуація склалася у 2022–2023 рр., коли для забезпечення техногенної безпеки міста в умовах війни за розпорядженням Одеської обласної військової адміністрації від 04.03.2022 року № 63/А-2022 філія «Інфоксводоканал» припинила скид частково очищених стічних вод до Хаджибейського лиману і відновила скид у Чорне море.

Відновлення скиду зворотних вод СБО «Північна» в лиман відбулося у червні–липні 2023 року. Як видно з рисунку 3, на якому показана мінливість рівня води в Хаджибейському лимані за даними водомірного посту «Усатове», рівень води в лимані із середини березня до кінця листопада 2022 року впав на 0,65 м, оскільки рік був вкрай посушливим з малою кількістю атмосферних опадів – 0,19–0,28  $\text{м} \cdot \text{рік}^{-1}$ , за даними спостережень різних метеорологічних стан-

цій Одеси, за норми  $0,435 \text{ м} \cdot \text{рік}^{-1}$  (<https://omr.gov.ua/ru/projects/923>). Упродовж 2023 року (до листопада) рівень знизився ще на  $0,35 \text{ м}$  і став нижче  $1,0 \text{ м}$  БС. У 2024 році річний цикл коливань рівня води в лимані стабілізувався в межах  $0,90\text{--}1,28 \text{ м}$  БС.

Оцінки зміни площі водного дзеркала і об'єму вод лиману, отримані із використанням встановлених раніше залежностей від рівня води у водоймі (Гопченко, Шакирзанова 2011; Оцінка наповнення Хаджибейського лиману..., 2009), свідчать про їх зменшення з березня 2022 р. до листопада 2023 р. на  $5 \text{ км}^2$  (4%) і  $120 \text{ млн м}^3$  (19%) відповідно.

Суттєве зменшення рівня води в Хаджибейському лимані (на  $1 \text{ м}$ ) та об'єму його вод відбувається внаслідок інтенсивного випаровування з вод-

ної поверхні лиману. За інших незмінних умов це призводить до збільшення концентрації домішок різної природи (солей, забруднювальних, біогенних речовин) у товщі води, оскільки вода випаровується, а домішки залишаються у воді. Окрім того, збільшується внесок масообміну з донними відкладами у формування мінливості концентрації вказаних речовин у товщі води (Тучковенко 2023). Зокрема, з рисунку 4 видно, що солоність води в лимані підвищилась з  $5,93$  до  $7,35\text{‰}$ , незважаючи на відновлення скиду зворотних вод зі СБО «Північна» у Хаджибейський лиман з червня 2023 року.

Вказана верхня межа солоності близька до граничного значення для нормального розвитку ікри коропа, карася та інших прісноводних видів риби, а

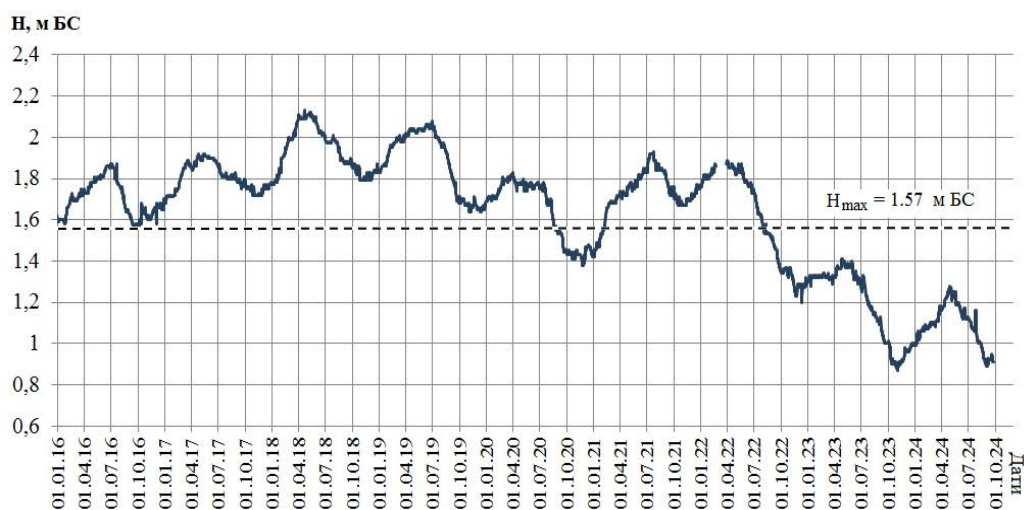


Рис. 3. Динаміка рівня води в Хаджибейському лимані (м БС) упродовж 2016–2024 рр. за даними водомірного посту «Усатове»

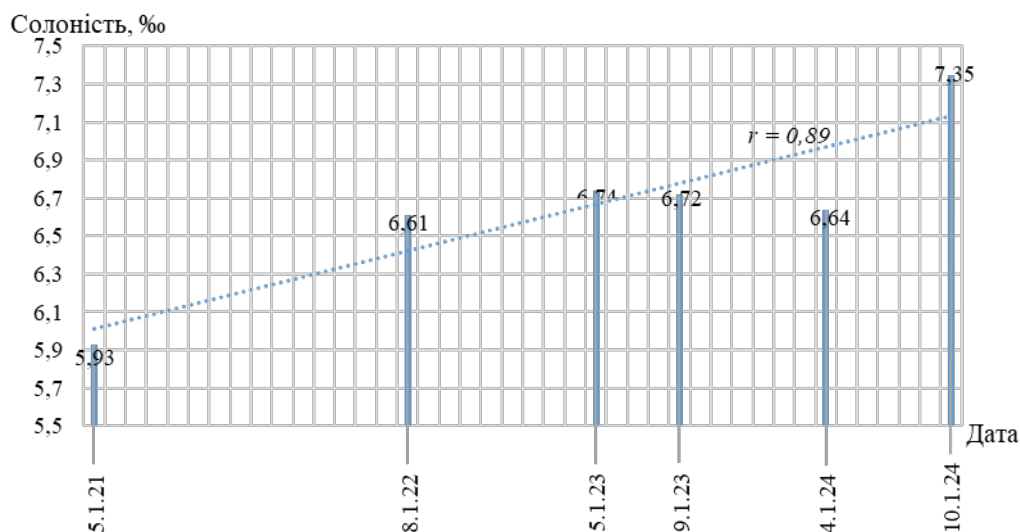


Рис. 4. Динаміка солоності вод у Хаджибейському лимані (без врахування значень у Паліївській затоці) за даними вимірів

ефективний нерест піленгасу за такої солоності взагалі неможливий.

Особливий гідроекологічний режим порівняно з основною частиною лиману має Паліївська затока, що пов'язано з повною відсутністю стоку р. Свинна, у гирловій частині якої сформувалась свого часу затока, та недостатнім водообміном штучних водойм (ШВ), розташованих у Паліївській затоці (рис. 5), з лиманом і між собою. Гідравліко-морфометричні та гідроекологічні характеристики цих водойм загальною чисельністю до 5 (деякі можуть висихати) були визначені в результаті досліджень фахівців Одеського державного екологічного університету, виконаних у 2011 році (Оцінка гідроекологічного стану... 2011). Відсутність надходження стоку р. Свинна в лиман у сучасний період є наслідком змін клімату, які відбуваються, та масштабних водогосподарських перетворень на водозборі річки (насамперед перехоплення стоку штучними ставками, копанями, водосховищем). Обмежений водообмін штучних водойм з відкритою частиною Паліївської затоки і прилеглою акваторією лиману зумовлений наявністю гребель з отворами (шандорами), які відокремлюють водойми одна від одної.

Також слід звернути увагу на такі особливості (Оцінка гідроекологічного стану... 2011) водообміну між штучними водоймами затоки і прилеглою частиною лиману. Водопропускна споруда в дамбі між Паліївською затокою та штучною рибогосподар-

ською водоймою (ШВ-1) на ділянці між с. Паліївка і с. Алтестове (рис. 5) має відмітку дна отворів водовипусків у середньому 1,0 м БС. Тобто за рівня води в лимані менше вказаного значення водообмін між відкритою частиною Паліївської затоки (яка вільно сполучається з лиманом) і штучними водоймами припиняється. Внаслідок цього і інтенсивного випаровування з водної поверхні об'єм води в ізольованих штучних водоймах буде зменшуватись, а солоність води, як і концентрації забруднюючих речовин, – значно збільшуватись.

За даними вимірювань, виконаних у 2024 році, солоність води в районі дамби, яка відділяє ШВ-1 і ШВ-2 (в районі с. Болгарка), влітку перевищувала 56‰, а на початку жовтня підвищилась до 107‰. Пропускна здатність отворів у шандорах і каналів у греблях може значно зменшуватись у результаті їх захаращення залишками рослинності, сміттям, що навіть у разі рівнів води в лимані, більших за порогове значення (1,0 м БС), зменшує водообмін між водоймами і лиманом.

Отже, для наближення якості вод у штучних водоймах Паліївської затоки до притаманної прилеглої частині Хаджибейського лиману необхідно здійснити заходи, які будуть сприяти інтенсифікації водообміну між ними: розчищення і періодичне відкриття шандорів, каналів у греблях, зменшення відміток порогів у них та ін.

Гідрохімічний режим. За результатами моніторингу якості вод Хаджибейського лиману, про-

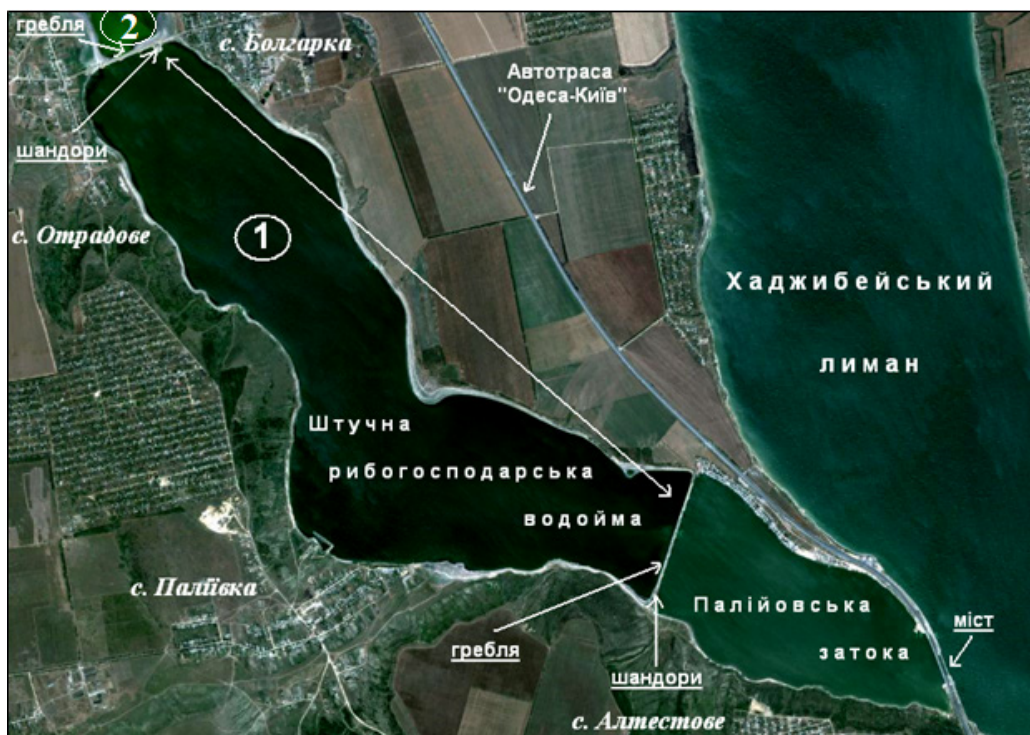


Рис. 5. Схема Паліївської затоки Хаджибейського лиману з розташованими на її акваторії штучно відокремленими водоймами (№ 1, 2) (Оцінка гідроекологічного стану... 2011)

веденого у 2016–2017 і 2023–2024 рр., були визначені діапазони мінливості концентрацій основних мінеральних форм біогенних речовин стосовно значень гранично допустимих концентрацій (ГДК) для водойм рибогосподарського призначення (Методичні рекомендації... 2023) (табл. 1).

Таблиця 1

**Концентрації біогенних речовин та перевищення ними значень ГДК у воді прибережної зони Хаджибейського лиману в 2016–2017 та 2023–2024 рр.**

| Показник       | Діапазон                       |                                |                       |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
|                | Липень 2016–2017 рр.           | Травень 2023 р.                | Жовтень 2024 р.       |
| Азот амонійний | < ГДК-1,5                      | $\frac{< \text{ГДК}-3,4}{2,2}$ | $\frac{2,2-5,5}{3,9}$ |
| Нітрити        | < ГДК                          | < ГДК                          | $\frac{4,1-6,4}{5,5}$ |
| Фосфати        | $\frac{< \text{ГДК}-2,3}{3,5}$ | $\frac{0,9-8,6}{3,5}$          | $\frac{1,3-2,6}{1,8}$ |

**Примітка.** У чисельнику – діапазон значень, у знаменнику – середнє значення.

Концентрація біогенних речовин у водах лиману в 2016–2017 рр. була нижчою, ніж у 2023–2024 рр. Максимальне перевищення ГДК для обох меж діапазону мінливості спостерігалось у жовтні 2024 року. Цьому можна надати таке пояснення.

У 2016–2017 рр. об'єм скиду зворотних вод СБО «Північна» в лиман був близький до 55 млн м<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup> за середньорічного рівня води в лимані 1,75 м БС. Як зазначалося раніше, скид зворотних вод у лиман був припинений з березня 2022 р. до червня 2023 р., а в 2024 році – здійснювався протягом усього року у загальному обсязі 44,26 млн м<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup> за середньорічного рівня води в лимані 1,09 м БС.

Високий вміст біогенних речовин у водах лиману в 2024 році можна пояснити зменшенням об'єму вод, з яким змішуються зворотні води (ступеня початкового розведення) і підвищенням внеску у формування їх концентрацій масообміну з донними відкладами лиману. Однак з урахуванням того, що в травні 2023 року концентрації біогенних речо-

вин за відсутності надходження зворотних вод до лиману також були вищими, ніж у 2016–2017 рр., можна припустити, що другий з відзначених вище процесів відіграє більш значущу роль.

Оцінки потоків азоту і фосфору, які надходили зі зворотними водами СБО «Північна» до Хаджибейського лиману останніми роками, предсталені в таблиці 2. У разі безперервного скиду зворотних вод у лиман упродовж року (2018–2021 рр.) щороку до нього надходило 560–610 т мінерального азоту і близько 50 т мінерального фосфору. Для порівняння за рахунок відведення зворотних вод до моря у 2023 році в лиман надійшло тільки 114 т азоту і 10 т фосфору.

Донні відклади Хаджибейського лиману складаються з черепашки, піску, мула, каменів та глини, а на глибинах понад 2 м залягають сірий та чорний мул, який місцями містить сірководень. Ці відклади накопили значну кількість органічної речовини алохтонного (надходять до лиману з теригенним стоком і зворотними водами СБО «Північна») та автохтонного (відмерлого фіто- та зоопланктону, бентосних організмів) походження, яка в результаті мінералізації перетворюється на мінеральні речовини азоту і фосфору. Порові розчини донних відкладів лиману (вода в інтерстиціальному просторі ґрунту) містить більше ніж на порядок мінеральних та органічних речовин, ніж його водна товща (Богатова, Секундяк, Кирсанова 2017). На межі «вода-дно» в лимані відбуваються обмінні процеси в результаті дифузії біогенних речовин із порових розчинів у придонний шар водоймища, які посилюються у разі розвитку гіпоксії. Дослідження порових розчинів донних відкладів Хаджибейського лиману в зоні випуску СБО «Північна» в липні 2016 року показало, що чорні мули із запахом сірководню містять надвисокі концентрації  $\text{NH}_4^+$  – 0,776 мгN·дм<sup>-3</sup>,  $\text{PO}_4^{3-}$  і  $\text{P}_{\text{орг}}$  – 1,45 мгP·дм<sup>-3</sup> і 1,732 мгP·дм<sup>-3</sup> відповідно.

Надлишок біогенних речовин, що потрапляє у замкнуту екосистему лиману, не виводиться з неї, а накопичується в донних відкладах, які навіть за відсутності зовнішніх джерел постачання речовин азоту та фосфору залишаються постійним потужним джерелом вторинного евтрофування екосис-

Таблиця 2

**Щорічне надходження мінеральних форм біогенних елементів (N, P) до Хаджибейського лиману**

| Біогенні речовини | Концентрація, мгN·дм <sup>-3</sup> , мгP·дм <sup>-3</sup> | Потік біогенних елементів (N, P), тЧ | Концентрація, мгN·дм <sup>-3</sup> , мгP·дм <sup>-3</sup> | Потік біогенних елементів (N, P), тЧ |         |         |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|---------|
| Період            | 2018–2021 рр.                                             |                                      | 2022–2024 рр.                                             | 2022 р.                              | 2023 р. | 2024 р. |
| Азот-амонійний    | 5,16                                                      | 248,51                               | 4,81                                                      | 43,05                                | 102,16  | 212,89  |
| Нітрити           | 0,82                                                      | 39,49                                | 0,77                                                      | 6,89                                 | 16,35   | 34,08   |
| Нітрати           | 6,68                                                      | 321,71                               | 7,14                                                      | 63,90                                | 151,65  | 316,02  |
| Фосфати           | 1,09                                                      | 52,49                                | 1,12                                                      | 10,02                                | 23,79   | 49,57   |

теми лиману. В південній частині лиману донні відклади здатні чинити гостру токсичну дію (Дятлов, Кошелев та Запорожець 2017).

Зменшення рівня води в лимані сприяє підвищенню впливу донних відкладів на кисневий режим водойми у сторону його погіршення, особливо в теплу пору року.

**Фітопланктон.** У 2006 році «цвітіння» води з чисельністю до  $24 \cdot 10^6$  кл. $\cdot$ л<sup>-1</sup> у Паліївській затоці Хаджибейського лиману викликала ціанопрокаріота *Microcystis aeruginosa* разом із зеленими мікродоростями (Адобовский и др. 2006). Ця сама ціанопрокаріота у літній період 2016 року становила 70% чисельності та біомаси фітопланктону лиману (Garkusha 2022). Навесні 2019 року у лимані спостерігалось «цвітіння» води ціанопрокаріотою *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagn. et Komárek (Terenko and Hushchyna 2021).

У 2021–2023 рр. зареєстроване «цвітіння» ціанопрокаріоти *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komarek, 1988 на всій акваторії лиману. Загалом, максимальне значення чисельності фітопланктону відзначалось у 2021 році ( $15,7 \cdot 10^6$  кл. $\cdot$ дм<sup>-3</sup>), а біомаси – у 2016 році ( $98445,8$  мг. $\cdot$ м<sup>-3</sup>). При цьому найвища біомаса спостерігалась в 2024 році за рахунок збільшення середнього об'єму клітин мікродоростей. Найвищі значення кількісних показників фітопланктону відзначені у середній частині та верхів'ї лиману. Загалом для лиману останніми роками характерні значні зміни таксономічної структури, чисельності та біомаси фітопланктону (Дядічко, Харитонova та Гаркуша 2024).

Загалом, «цвітіння» ціанопрокаріоти *P. agardhii* в лимані тривало і у 2024 році, інтенсивність трималась на одному рівні (рис. 6). У 2021–2024 рр. *P. agardhii* розвивалась на всій аква-

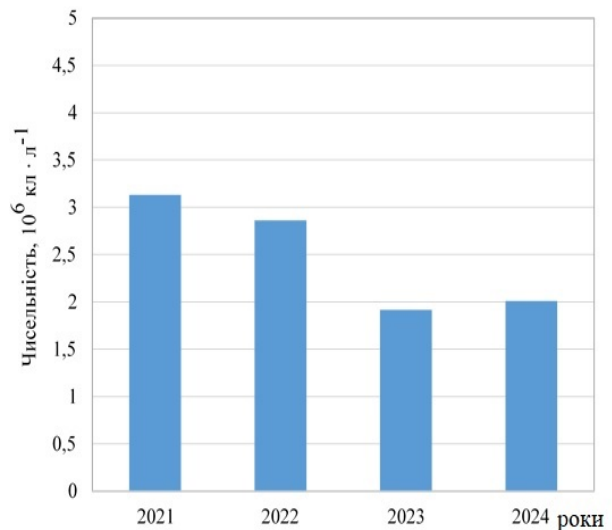


Рис. 6. Середня чисельність *P. agardhii* в Хаджибейському лимані у 2021–2024 рр.

торії Хаджибейського лиману, досягаючи рівня «цвітіння» (окрім ст. 6, Паліївська затока), з максимумом  $6 \cdot 10^6$  кл. $\cdot$ дм<sup>-1</sup> та біомасою  $14,571 \cdot 10^3$  мг. $\cdot$ м<sup>-3</sup> у вересні 2021 року.

Максимальна чисельність фітопланктону відзначена у 2021 році  $15,687 \cdot 10^6$  кл. $\cdot$ дм<sup>-1</sup>, мінімальна –  $4,317 \cdot 10^6$  кл. $\cdot$ дм<sup>-1</sup> у 2023 році (рис. 7).

**Зоопланктон.** У 2021–2024 рр. у зоопланктоні Хаджибейського лиману зареєстровані представники 23 таксонів. Найбагатший таксономічний склад відзначено в 2023 році, але суттєвої міжрічної динаміки його таксономічного складу не відзначено. Всі зареєстровані організми належать до кормового для риб зоопланктону. Найбільшою кількістю таксонів представлені *Rotifera*, *Cladocera* та *Copepoda*. За винятком одамбованої частини Паліївської затоки

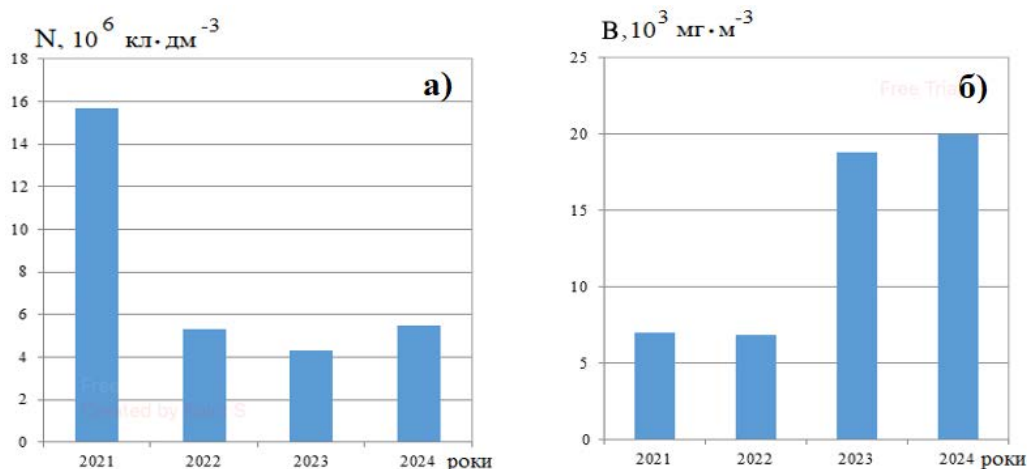


Рис. 7. Середньорічна чисельність (а) і біомаса (б) фітопланктону Хаджибейського лиману в 2021–2024 рр.

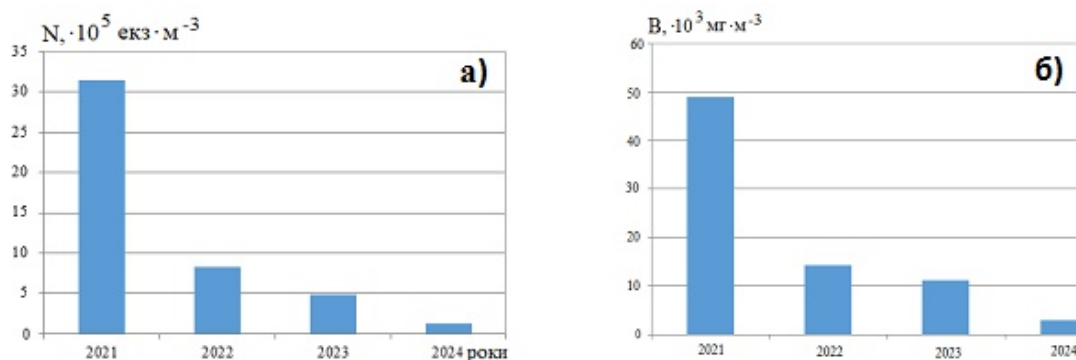


Рис. 8. Середньорічна чисельність (а) та біомаса (б) зоопланктону Хаджибейського лиману в 2021–2024 рр.

в лимані переважають прісноводні та олігогалінні зоопланктери.

Найбільші значення чисельності та біомаси зоопланктону Хаджибейського лиману відзначені в 2021 році ( $3141541 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$  та  $48971,1 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  відповідно), найменші – в 2024 році ( $119724 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$  та  $2998,6 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  відповідно) (рис. 8).

Середньорічні значення біомаси могли відрізнятися у декілька разів, але структура домінування в угрупованні не змінювалась. На сучасному етапі спостерігаються більш високі значення біомаси (приблизно в 4 рази) зоопланктону, ніж у період до 2016 року. Разом із тим від 2021 до 2024 року біомаса зоопланктону постійно зменшувалась, скоріш за все, внаслідок заморних явищ, розвитку патогенних для зоопланктерів мікроорганізмів, забруднення водойми пестицидами. В усі роки біомаса зоопланктону у середній та верхній частині лиману були більшими, ніж у пониззі. Це можна пояснити дією «крайового ефекту» в зоні надходження вод річки Малий Куяльник до лиману, а також більш сприятливими умовами солоності для розвитку прісноводних та олігогалінних зоопланктерів, які домінують у лимані.

Річна продукція зоопланктону в 2021 році становила  $196870,9 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , у 2022 р. –  $233962,9 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , у 2023 р. –  $154001,2 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , у 2024 р. –  $8237,2 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ . Отже, незважаючи на те, що 2021 рік характеризувався максимальними значеннями чисельності та біомаси зоопланктону, найбільша продукція спостерігалась у 2022 році.

**Зообентос.** У середині минулого сторіччя у бентосі Хаджибейського лиману було відзначено 36 видів безхребетних. Нині спостерігається тенденція різкого зниження загальної кількості видів безхребетних з одночасним збільшенням ролі хірономід в угрупованні бентосу лиману. У пробах, які зібрали за період цього дослідження, виявлено

всього 5 видів донних безхребетних, а саме: поліхета *Alitta succinea*, креветка *Palaemon elegans*, амфіпода *Gammarus insensibilis*, черевоногий моллюск *Hydrobia acuta* та хірономіда *Chironomus plumosus*.

Представників десятиногих і різноногих ракоподібних можна віднести до постійних видів угруповання макрзообентосу лиману, тому що їхня зустрічальність (Р) дорівнювала 50–70%. Поліхета належала до рідкісних видів ( $P=33,3-42,8\%$ ), а черевоногий моллюск – до випадкових ( $P=14,3\%$ ). З усіх виявлених видів 100% зустрічальність мала лише хірономіда *Chironomus plumosus*. Цей вид за гідроекологічних умов у лимані досягав найбільшого кількісного розвитку. Його максимальна чисельність досягала  $26000 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-2}$ , що становить близько 99% загальної чисельності бентосу лиману. Середня чисельність *Chironomus plumosus* досягала  $6765 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-2}$ , що становить 98,3% від загальної чисельності всього макрзообентосу, а середня біомаса –  $44,15 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$  (87,8%). Завдяки такому домінуванню одного виду натеper Хаджибейський лиман продовжує трансформуватися в «хірономідну» водойму.

Значний вплив на донних безхребетних здійснюють явища замору, які часто спостерігаються в чорноморських лиманах у теплу пору року. Ці явища зумовлені як змінами клімату, підвищеною температурою води та дефіцитом кисню в придонному шарі води, так і антропогенним навантаженням на водойму, яка відокремлена від моря. Рухливі організми, наприклад ракоподібні, уникають впливу явищ замору, залишаючи придонний шар води. Поліхети і хірономіди стійкі до цього впливу, оскільки слабо чутливі до дефіциту кисню у воді. Найбільш вразливим видом був черевоногий моллюск *Hydrobia acuta*, який рухається повільно і не має можливості уникнути безпосереднього впливу замору. Так, у 2024 році порівняно з дослідженнями, які були проведені в лимані у 2021–2023 рр., в угру-

пованні макрозообентосу не було виявлено цього червоногого моллюска.

Загальна чисельність макрозообентосу Хаджибейського лиману в 2022 році порівняно з 2021 знизилась майже в два рази – з 6881 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> до 3489 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> (рис. 9). Загальна біомаса цього угруповання за вказаний період знизилась майже в 4,5 рази – з 50,28 г $\cdot$ м<sup>-2</sup> до 11,17 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>. Це пов'язано з припиненням у 2022 році скиду частково очищених стічних вод до Хаджибейського лиману. В зв'язку з цим відбулося зниження рівня води в лимані, підвищення солоності вод, а також підвищення концентрації забруднюючих речовин у водах лиману. Все це негативно відобразилося на розвитку організмів макрозообентосу. В 2023 році ситуація майже не змінилася. В 2024 році рівень води в лимані почав поступово стабілізуватись, відновились скиди зворотних вод зі СБО «Північна», що відобразилося на кількісних показниках макрозообентосу. Так, у 2024 році чисельність цього угруповання порівняно з 2023 роком підвищилась майже в півтора рази – з 3152 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup> до 4414 екз. $\cdot$ м<sup>-2</sup>. При цьому біомаса підвищилась на 10% – з 29,26 г $\cdot$ м<sup>-2</sup> до 32,21 г $\cdot$ м<sup>-2</sup>.

Іхтіофауна та рибогосподарські особливості лиману. За даними іхтіологічних досліджень у лимані зареєстровано близько 20 видів риб (Малаховський 1992; Старушенко та Бушуєв 2001; Воля, Дручин та Черніков 2006; Снігірьов та Фіногенов 2013; Снігірьов та Бушуєв 2015). Основними промисловими видами риб є піленгас, товстолобики та їхній гібрид – амур білий, карась сріблястий, короп звичайний, менше значення мають судак звичайний та окунь звичайний. Останніми роками в уловах домінують піленгас і карась сріблястий. Формування видового складу іхтіофауни Хаджибейського лиману перебуває під виключно сильним

антропогенним впливом – за рахунок регулювання скиду стічних вод, забруднення, нестабільного гідрохімічного режиму, ведення промислу та зариблення.

Експлуатація водних біоресурсів Хаджибейського лиману з 2002 року здійснюється у режимі спеціального товарного рибного господарства (СТРГ). Регламент використання водних біоресурсів водойми істотно відрізняється від Правил рибальства у басейні Чорного моря (2023). Так, у Хаджибейському лимані істотно знижено допустимі для видобутку мінімальні значення довжини тіла основних промислових видів риб (піленгас – 20 см, замість 38 см для водойм басейну Чорного моря; короп звичайний – 25 см замість 32 см; товстолобики та амур білий – 25 см замість 40). Мінімальні розміри хижих риб – судака звичайного та окуня звичайного – взагалі не встановлені. У лимані дозволено застосування різноглибинних тралів. Фактично промисел риби в лимані будується переважно на видобутку молоді, яка не досягла статевої зрілості. Основний сенс такої експлуатації полягає в необхідності швидкого вилучення рибопродукції до того, як значна її частина загине під час чергових літніх заморів. До того ж накопичення забруднюючих речовин у тканинах молоді риб не досягає таких небезпечних концентрацій, як у особин старших вікових груп.

Згідно з режимом СТРГ загальна потенційна рибопродуктивність водойми оцінена на рівні 600 кг $\cdot$ га<sup>-1</sup> (Режим... 2017), проте максимальна досягнута рибопродуктивність становить 125 кг $\cdot$ га<sup>-1</sup> (2019 р.). Середня рибопродуктивність за 2000–2024 рр. становить 65,5 кг $\cdot$ га<sup>-1</sup>: піленгас – 39,4 кг $\cdot$ га<sup>-1</sup>, рослиноїдні риби (товстолобики, амур білий) – 10,7 кг $\cdot$ га<sup>-1</sup>, карась сріблястий – 6,6 кг $\cdot$ га<sup>-1</sup>, судак звичайний – 3,7 кг $\cdot$ га<sup>-1</sup>; короп звичайний –

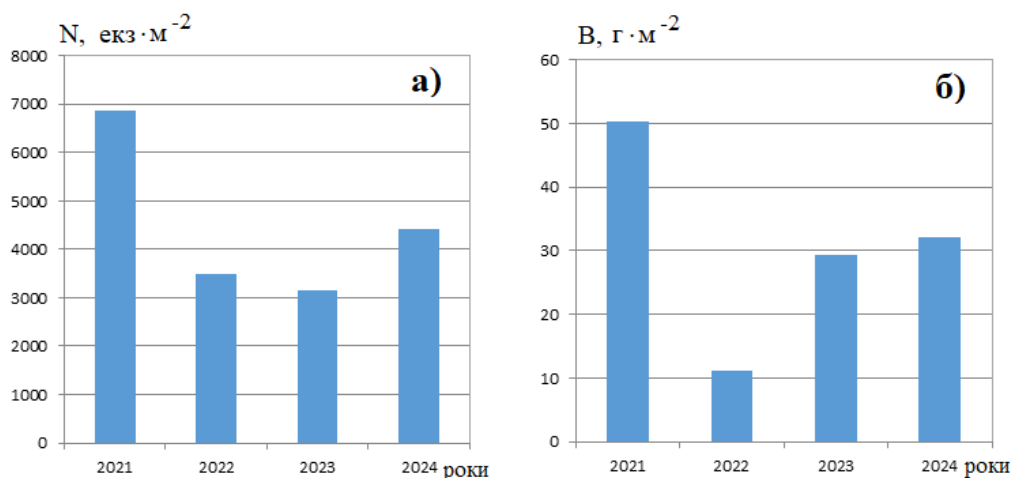


Рис. 9. Загальна чисельність (а) та біомаса (б) макрозообентосу Хаджибейського лиману в 2021–2024 рр.

1,4 кг·га<sup>-1</sup>. За даними промислової статистики щорічний вилов риби в Хаджибейському лимані останніми роками коливався від 187,1 т (2021 р.) до 1249,9 т (2019 р.) (рис. 10).

У середньому частка піленгасу в уловах становила 60,1%. Вид штучно вселений у Хаджибейський лиман у середині 1990-х рр. Природний обмежений його нерест відзначався в Паліївській затоці і лимані з 1998 року. Покоління 2003 року і наступних років є повністю результатом природного нересту (Воля та ін. 2006).

Однак успішний нерест і виживання молоді піленгасу залежить від солоності води, стану кормової бази та гідрометеорологічних умов у нерестовий період. У зв'язку з цим його чисельність у лимані схильна до значних різких коливань, що загалом характерно для кефалевих.

Оскільки піленгас є основним промисловим видом у Хаджибейському лимані, ці коливання значною мірою визначають величину промислових уловів загалом.

Примітно, що, незважаючи на відносно високий вилов піленгасу в 2023 році, його нерест у лимані в 2024 році оцінюється як виключно невдалий. За результатами досліджень вікової структури піленгасу у 2007–2014 рр. частка двох молодших груп віком 2 та 3 роки в уловах становила 90–95% (Снігирьов та Бушуєв 2015). Масовий вилов молоді піленгасу проводиться тралами, старших особин – сітками.

Відповідно до режиму СТРГ у лиман щорічно мають вселяти 2,7 млн екз. штучно вирощеної молоді прісноводних видів риби (рослиноїдних видів, коропа звичайного та карася сріблястого). Ці види не можуть розмножуватися у водоймі за солоності води 4–7‰, але при цьому здатні успішно нагулю-

ватись і набирати масу. У разі невдалого природного нересту піленгасу режимом передбачено можливість зариблення лиману його штучно вирощеною молоддю (0,5 млн шт.). Цей захід ніколи не здійснювався, але не тому, що в цьому не було потреби, а через повну відсутність необхідного зарибку в Україні. Обсяги зариблення лиману знизилися з 57 т у 2019 році до 35,6 т у 2023 році.

Останніми роками у зв'язку зі зростанням дефіциту прісного балансу Хаджибейського лиману та скороченням обсягів скидання зворотних вод гідрологічна та екологічна ситуація у водоймі стала змінюватися на гіршу. Ці фактори вплинули на стан рибних запасів. При цьому негативний вплив зниження рівня води (спричинило осушення колишніх нерестовищ прісноводних риб у північній частині лиману і зростання солоності води на 1,5‰) поки істотно не виявився, оскільки нерест коропових риб тут уже давно практично не спостерігався, а діапазон коливань солоності ще не є критичним для нагулу прісноводних видів риб, що вселяються. А ось частота та інтенсивність бурхливого розвитку синьо-зелених водоростей та прояви явищ задухи в останні п'ять років помітно зросли. Очевидно, що значно зросли і масштаби загибелі риби та кормових гідробіонтів. За повідомленнями одеських каналів новин (<https://odesa.novyny.live>; <https://topor.od.ua/>; <https://dumskaya.net/news/>; <https://odessa.comments.ua/news/>) потужні замори з 2019 по 2024 рр. відзначалися в Хаджибейському лимані в теплий період року (червень–серпень) регулярно і неодноразово. При цьому загибель гідробіонтів у разі заморів фіксується далеко не завжди, а в основному в тих випадках, коли вітер прибиває мертву рибу і креветок до берега у значних кількостях (коли маса риби, що загинула, обчислюється тоннами і навіть десят-

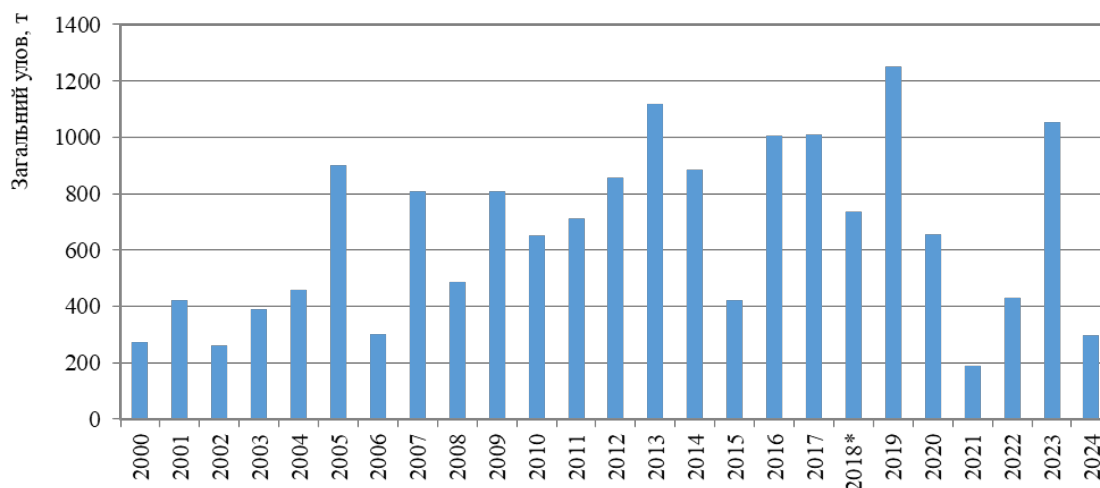


Рис. 10. Динаміка загальних уловів риби у Хаджибейському лимані в 2000–2024 рр.

ками тонн). Екологічні комісії оцінюють приблизну кількість загублених водних біоресурсів у локальних викидах на березі, а реальні площі поразки акваторії та масштаби загибелі гідробіонтів залишаються невідомими. Як правило, у пробах води у разі заморів відзначається значне перевищення гранично допустимої концентрації амонійного азоту. Так, у липні 2024 року, коли була зафіксована загибель піленгасу, коропа звичайного, бичків та інших водних біоресурсів, було зареєстровано перевищення ГДК амонійного азоту в 66 разів (<https://odesa.povyny.live/ru/voda-u-khadzhibeiskomu-limani-stalanebezpechna-podrobitsi-184589.html>).

На кормові умови для риб у лимані впливають зворотні води, що скидаються до нього. Опріснення лиману та значне евтрофування у зв'язку зі скиданням у лиман частково очищених стічних вод з високим вмістом біогенних речовин сприяють масовому розвитку фіто- та зоопланктону. Висока продуктивність кормового зоопланктону Хаджибейського лиману визначає успішність виживання молоді піленгасу у перші місяці її життя, а також ефективність використання водойми для нагулу рибами зоопланктофагами (гібрид товстолобиків білого та строкатого) (Шерман та Кутішев 2007). Але останніми роками тривожним сигналом є періодичні випадки різкого зниження чисельності та біомаси кормового зоопланктону, особливо весняно-літній період критичний для виживання та розвитку молоді піленгасу (головного промислового об'єкта у водоймі). Подібне явище відзначалося в лимані в 2020, 2023 і особливо в 2024 роках (рис. 8). Внаслідок відсутності корму відбувалася масова елімінація личинок та молоді піленгасу після нересту. Покоління піленгасу цих років було дуже малочисельним, що в наступні роки визначало різке зниження уловів.

### Висновки

У результаті досліджень абіотичних і біотичних складників екосистеми Хаджибейського лиману, виконаних останніми роками, а також порівняння отриманих даних з архівними матеріалами, встановлені особливості мінливості характеристик гідроекологічного режиму лиману у сучасний період (2021–2024 рр.):

1. Під дією антропогенних (надходження зворотних вод зі СБО «Північна») і природних (зменшення кількості атмосферних опадів) чинників за досліджуваний період відбулось зменшення рівня води в Хаджибейському лимані на 1 м і об'єму вод на 120 млн м<sup>3</sup> (19%). Площа водного дзеркала лиману змінилась значно менше – на 5 км<sup>2</sup> (4%).

2. Внаслідок зменшення рівня води в лимані відбулось погіршення якості його вод за гідрохімічними показниками. Солоність води в основній

частині лиману (без урахування Паліївської затоки) підвищилась з 5,93 до 7,35‰. Незважаючи на припинення скидів зворотних вод зі СБО «Північна» з березня 2022 до червня 2023 року, зросли концентрації мінеральних форм біогенних речовин у водах лиману, границі діапазону мінливості яких значно перевищували встановлені для водойм рибогосподарського призначення значення. Цей факт визначає важливість ролі масообміну з донними відкладами лиману (як джерела вторинного забруднення) у формуванні якості вод лиману.

3. Визначено, що у 2023–2024 рр. значно виросла біомаса фітопланктону у прибережній зоні, тоді як його чисельність залишалась майже на однаковому рівні або навіть зменшувалась (як для *P. agardhii*). У 2021–2024 рр. стабільно зменшувались чисельність і біомаса зоопланктону. Внаслідок цього, особливо у весняно-літній період, погіршилися умови для виживання та розвитку молоді піленгасу (*Planiliza haematocheilus*) (головного промислового об'єкта у водоймі), відбувалася масова елімінація личинок та молоді піленгасу після нересту. Біомаса макрзообентосу спочатку значно зменшилася у 2022 році, а потім у 2023–2024 рр. почала зростати.

4. Щорічно в лимані відбувалася загибель риби і кормових гідробіонтів у теплий період року (червень–серпень) внаслідок задух. Як правило, у пробах води під час заморів відзначається значне перевищення гранично допустимої концентрації амонійного азоту. Підвищення солоності вод у лимані унеможлиблює розмноження прісноводних видів риб (рослиноїдних видів, коропа звичайного та карася сріблястого), але визначений діапазон мінливості цього показника в 2021–2024 рр. є достатнім для успішного нагулу і набору маси риб у разі їх штучного зариблення.

5. В умовах динамічних гідроекологічних показників, перш за все таких як солоність та рівень вмісту кисню у воді, іхтіофауна Хаджибейського лиману буде трансформуватися залежно від рибогосподарських заходів, пов'язаних із зарибленням водойми, та заходів, спрямованих на запобігання виникненню масштабних задух. За винятком піленгасу чисельність інших промислових видів риб лиману практично не залежить від природного нересту і більшою мірою базується на масштабах штучного зариблення. В умовах значного скорочення біомаси зоопланктону виживання молоді основного промислового виду піленгасу в лимані є критичним, що негативно відображається на загальних річних умовах та рибопродуктивності водойми.

6. Внаслідок зменшення надходження до лиману вод від антропогенних джерел і зростання посушливості клімату останніми роками збільшився

дефіцит прісного водного балансу лиману, що вимагає щорічного його поповнення зворотними водами СБО «Північна» в обсязі 36–41 млн м<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup> для стабілізації рівневого режиму і гідроекологічних характеристик. Тривалість поповнення з урахуванням сучасних місячних об'ємів скиду попередньо оцінена у 9–10 місяців на рік.

#### Список використаних джерел

1. Адобовский В.В., Богатова Ю.И., Большаков В.Н. и др. Хаджибейский лиман. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* / под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. Киев : Наукова думка, 2006. С. 391–401.
2. Беленкова Н.І. Фітопланктон Одеської затоки та Хаджибейського лиману. *Вісник ОДУ*. 2000. Т. 5. Вип. 1. С. 117–121.
3. Богатова Ю.І., Секундяк Л.Ю., Кирсанова Е.В. Качество водной среды Хаджибейского лимана летом 2016 года. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2017. Вип. 21. С. 78–85.
4. Брянцева Ю.В., Лях А.М., Сергеева А.В. Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря: препр. НАН Украины. Институт биологии южных морей. Севастополь, 2005. 25 с.
5. Бубнова Н.П., Холикова Н.И. Методы изучения макрозообентоса. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений*. Л. : Гидрометеониздат, 1980. С. 21–38.
6. Варігін О.Ю. Сучасний стан макрозообентосу Хаджибейського лиману (Північне Причорномор'я). *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. 2024. 16 (3). С. 313–318.
7. Ветрова З.И. Флора водорослей континентальных водоемов Украинской ССР. Эвгленовитовые водоросли. Вип. 1, ч. 1. Киев : Наукова думка, 1986. 346 с.
8. Водний баланс Хаджибейського лиману за різних умов його існування. Звіт з НДР заключний (наук. кер. Є.Д. Гопченко). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту. ДР № 0111U010352, 2011. 86 с.
9. Володкович Ю.Л. Методы изучения морского бентоса. *Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений*. Л. : Гидрометеониздат, 1980. С. 150–165.
10. Воля Є.Г., Дручин О.І., Черніков Г.Б. Характеристика сучасного стану іхтіофауни Хаджибейського лиману. *Академику Л.С. Бергу – 130 лет* : сб. научн. ст. Бендери : Есо-TIRAS, 2006. С. 62–65.
11. Гопченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р. Оценка наполнения Хаджибейского лимана поверхностными водами и долгосрочное прогнозирование его состояния в весенний период года. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья / ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. Одесса : ТЕС, 2011. С. 69–207.
12. Гуменюк Г.Б. Порівняльна характеристика вмісту концентрацій важких металів у складових

7. Покращення гідроекологічних умов у водах Паліївської затоки можливе за умови інтенсифікації їх водообміну з прилеглою частиною Хаджибейського лиману шляхом розчищення і періодичного відкриття шандорів, каналів у греблях, зменшення відміток порогів у них, забезпечення своєчасного і регулярного їх обслуговування.

- гідроекосистеми Хаджибейського лиману. *Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Одеса, 18–20 листопада 2015 р. Одеса : ТЕС, 2015. С. 44–47.
13. Дядичко В.Г., Харитонova Ю.В., Гаркуша О.П. Фіто- та зоопланктон Хаджибейського лиману (2016 р., 2021–2023 рр.). *Гідробіологічний журнал*. 2024. Т. 60. № 4. С. 3–22.
14. Дятлов С.Є., Кошелев О.В., Запорожець С.О. Донні відкладення південної частини Хаджибейського лиману в умовах хронічного забруднення. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія : Біологія*. 2017. 2 (69). С. 60–64.
15. Коваленко О.В. Флора водоростей України. Т. І. Синьо-зелені водорості. Вип. 1. Порядок хроококальні. Київ : Арістей, 2009. 397 с.
16. Куцоконь Ю.К., Квач Ю.В. Українські назви міног і риб фауни України для наукового вжитку. *Біологічні студії*. 2012. 6(2). С. 199–220.
17. Малаховський В.А. Зміна іхтіоцену Хаджибейського лиману (1979–1992 рр.) та подальший його розвиток. *Фауна та екологія тварин*. 1992. Т. 1. С. 40–46.
18. Митропольский В.И., Мордухай-Болтовской Ф.Д. Макрозообентос. *Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов*. М. : Наука, 1975. С. 158–170.
19. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Зоопланктон и его продукция. Л. : ЗИН, 1984. 35 с.
20. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксик та ін. Київ : Мінекоресурсів України. 2001. 48 с.
21. Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами : Наказ Міндовкілля № 173 від 05.03.2023. Додаток 3. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173926-21#Text>.
22. Нестерова Д.А. Методические рекомендации для отбора проб и обработки морского фитопланктона: препринт. Одесса : ОБИВСС НАНУ, 1988. 18 с.
23. Оцінка наповнення Хаджибейського лиману поверхневими водами та довгострокове прогнозування його стану у весняний період року. Водний баланс Хад-

жибейського лиману за різних умов його існування. Звіт з НДР заключний (наук. кер. Є.Д. Гопченко). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту. ДР № 0109U004793, 2009. 158 с.

24. Оцінка гідроекологічного стану верхньої частини Хаджибейського лиману від с. Єгоровка до с. Алтестове та розробка рекомендацій по поліпшенню водного режиму та відновленню її біологічних ресурсів. Звіт з НДР заключний (наук. кер. Н.С. Лобода). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту. ДР № 0111U010351, 2011. 263 с.

25. Правила промислового рибальства в басейні Чорного моря, затв. Наказом Мінагрополітики України за № 1284 від 15.06.2023 р., зареєстр. Мін'юст України за № 1253/40309 від 25.07.2023 р.

26. Режим рибогосподарської експлуатації частини Хаджибейського лиману, розташованого на території Біляївського, Роздільнінського та Іванівського районів Одеської області (2017–2026 рр.) (нова редакція). 2017. Розроблено: «Укррибпроект», погоджено: Державне агентство рибного господарства України. 9 с.

27. Снігірьов С.М., Фіногенов О.Л. Сучасний стан промислової іхтіофауни Хаджибейського лиману. *Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології* : зб. наук. ст. IV Міжнар. наук.-практ. конф., 9–11 жовтня 2013 р. Тернопіль : Вектор, 2013. С. 256–258.

28. Снігірьов С.М., Бушуєв С.Г., 2015. Перспективи рибогосподарського використання Хаджибейського лиману. *Рибогосподарська наука України*. 2015. 3(33). С. 5–17.

29. Старушенко Л.І., Бушуєв С.Г. Причорноморські лимани Одещини та їх рибогосподарське використання. Одеса : Астропрінт, 2001. С. 87–99.

30. Тучковенко Ю.С., Козлов М.О. Водний баланс Хаджибейського лиману у сучасний період. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2017. 21. С. 66–77.

31. Тучковенко Ю.С., Сапко О.Ю., Тучковенко О.А. Характеристика станцій біологічного очищення стічних вод міста Одеса як джерел біогенного забруднення морського середовища в сучасний період. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. 25. С. 127–135.

32. Тучковенко Ю.С., Хохлов В.М., Лобода Н.С. Вплив змін клімату на водний баланс квазіакричних лиманів північно-західного Причорномор'я. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2022. 29. С. 32–47.

33. Тучковенко Ю.С. Комплексне вирішення проблеми забезпечення доброго екологічного стану морського середовища на прилеглій до північної частини міста Одеса ділянці узбережжя. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. (31). С. 22–32.

34. Шакірзанова Ж.Р. Оцінка стану Хаджибейського лиману і прогнозування можливих рівнів води у ньому. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2015. 16. С. 156–163.

35. Шерман І.М., Кутіщев С.В. Основи екології і технології рибництва в умовах астатичної мінералізації. Київ : Вища освіта, 2007. 143 с.

36. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев : Наукова думка, 1990. 208 с.

37. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Eds.: P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Rugell : Gantner Verlag, 2006. 713 p.

38. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2. Bacillariophyta / Eds.: P.M. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Rugell : Gantner Verlag, 2009. 413 p.

39. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 3. Chlorophyta / Eds.: P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Rugell : Gantner Verlag, 2011. 510 p.

40. Garkusha O.P. Features of the phytoplankton in the Khadzhibei Estuary (northern coast of the Black Sea) in the modern period (2016–2021). *55th European Marine Biology Symposium* : Book of abstract, 19–23 September 2022, Gdańsk, Poland. P. 83.

41. Hoppenrath M., Elbrachter M., Drebes G. Marine phytoplankton. Kleine Senckenberg Reihe, 2009. 264 p.

42. Moncheva S., Parr B. Manual for Phytoplankton Sampling and Analysis in the Black Sea. 2010. URL: [http://www.blacksea-commission.org/Downloads/Phytoplankton\\_%20Manual-Final-1.pdf](http://www.blacksea-commission.org/Downloads/Phytoplankton_%20Manual-Final-1.pdf).

43. Terenko G.V., Hushchyna K.G. *Planktothrix agardhii* (Cyanoprokaryota) toxic blooms in Khadzhibey Estuary (Ukraine). *Marine ecosystems: research and innovations* : Book of abstracts of International scientific conference, 27–29 October 2021, Odessa, Ukraine. Odessa – Istanbul, 2021. P. 80.

44. World Register of Marine Species. 2024. [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org). URL: <https://www.marinespecies.org>.

## References

- Adobovskiy, V.V., Bogatova, Yu.I., Bolshakov, V.N., Volya, E.G., Vorobyova, L.V., Garkavaya, G.P. et al. (2006). Hadzhibeyskij liman [Hadjibey Estuary]. *Severo-zapadnaya chast' Chernogo morya: biologiya i ekologiya – The North-Western Part of the Black Sea: Biology and Ecology*. / Zaitsev, Yu.P., Aleksandrov, B.G., Minicheva, G. G. (Eds). (pp. 391–401). Kiev: Naukova dumka [in Russian].
- Belenkova, N.I. (2000). Fitoplankton Odeskoyi zatoki ta Hadzhibeyskogo limanu [Phytoplankton of the Odessa Bay and the Chadhibey Estuary]. *Visnyk Odes'koho derzhavnoho universytetu – Bulletin of Odessa State University*, 5(1), 117–121 [in Ukrainian].
- Bogatova, Yu.I., Sekundak, L.Yu. & Kirsanova, E.V. (2017). Kachestvo vodnoy sredy Khadzhibeyskogo limana letom 2016 goda [Quality of aquatic environment

of Khadzhibey Estuary in summer, 2016]. *Visnik Odes'kogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu – Bulletin of Odessa state environmental university*, 21, 78–85 [in Russian].

4. Briantseva, Yu.V., Liakh, O.M., & Sierhieieva, A.V. (2005). Raschet obemov i ploshadej poverhnosti odnokletochnykh vodoroslej Chernogo morya [Calculation of volumes and surface areas of unicellular algae of the Black Sea]. Sevastopol [in Russian].

5. Bubnova, N.P., & Kholikova, N.I. (1980). Metody izucheniya makrozoobentosa [Methods of studying macrozoobenthos]. *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnykh vod i donnykh otlozhenij – Guide to methods of hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments*. (pp. 21–38). Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].

6. Varigin, O.Yu. (2024). Suchasnyy stan makrozoobentosu Khadzhybeys'koho lymanu (Pivnichne Prychornomor'ya) [The current condition of the macrozoobentos of the Khadzhibey Estuary (Northern Black Sea region)]. *Naukovyy visnyk Chernivets'koho universitetu. Biologiya (Biologichni systemy) – Scientific herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems)*, 16(3), 313–318 [in Ukrainian].

7. Vetrova, Z.I. (1986). *Flora vodoroslej kontinental'nykh vodoyemov Ukrainy SSR. Evglenofitovyye vodorosli [Flora of algae of the continental waters of Ukraine]*. Is. 1. Kiev : Naukova dumka [in Russian].

8. *Vodnyy balans Khadzhybeys'koho lymanu za riznykh umov yoho isnuvannya – Water balance of Khadzhibey Estuary under various conditions of its existence*. (2011). Final research report (Research leader Ye.D. Gopchenko). Database of the State Scientific Organisation “Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information”, Library of Odessa State Environmental University, State registration No. 0111U010352 [in Ukrainian].

9. Volodkovych, Yu.L. (1980). Metody izucheniya morskogo bentosa [Methods of studying marine benthos]. *Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoy vody i donnykh otlozhenij – Manual of methods of biological analysis of sea water and bottom sediments*. (pp. 150–165). Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].

10. Volya, E.G., Druchyn, O.I., & Chernikov, G.B. (2006). Kharakterystyka suchasnogo stanu ikhtiofauny Khadzhybeys'koho lymanu [Characteristics of the current state of the ichthyofauna of the Khadzhibey Estuary]. *Akademiku L.S. Bergu – 130 let – Academician L.S. Berg – 130 years: Collection of scientific articles*. (pp. 62–65). Bendery: Eco-TIRAS [in Ukrainian].

11. Gopchenko, E.D., & Shakirzanova, Zh.R. (2011). Otsenka napolneniya Khadzhibeyskogo limana poverkhnostnyimi vodami i dolgosrochnoye prognozirovaniye yego sostoyaniya v vesenniy period goda [Assessment of the filling of the Khadzhibey Estuary with surface waters and long-term forecasting of its condition in the spring period of the year]. *Aktual'nye problemy limanov severo-zapadnogo Prichornomor'ya – Actual problems of estuaries of North-West of the Black Sea*. (pp. 69–207 pp). Odessa: TES [in Russian].

12. Humeniuk, G.B. (2015). Porivnyal'na kharakterystyka vmistu kontsentratsiy vazhkykh metaliv u skladovykh hidroekosystemy Khadzhybeys'koho

lymanu [Comparative characteristics of heavy metal concentrations in components of the hydroecosystem of Khadzhibey Estuary]. Proceedings from: *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsia «Pryrodno-resursnyi potentsial Kuialnytskoho ta Khadzhybeyskoho lymaniv, terytorii mizhlymannia: suchasnyi stan, perspektyvy rozvytku» – All-Ukrainian theoretical and practical conference “Natural resource potential of the Kuyalnytskyi and Khadzhibey estuaries, inter-estuary territories: current state, development prospects”*. (pp. 44–47). Odessa: TES [in Ukrainian].

13. Dyadichko, V.G., Kharytonova, Yu.V., & Garkusha, O.P. (2024). Fito- ta zooplankton Hadzhibeyskogo limanu (2016, 2021–2023) [Phyto- and zooplankton communities of the Khadzhibey Estuary (2016, 2021–2023)]. *Hidrobiologichnyy zhurnal – Hydrobiological Journal*, 60 (4), 3–22 [in Ukrainian].

14. Dyatlov, S.Ye., Koshelev, A.V. & Zaporozhets, S.A. (2017). Donni vidkladennya pivdennoyi chastyny Khadzhybeys'koho lymanu v umovakh khronichnoho zabrudnennya [Bottom sediments of southern part of Khadzhibey Estuary in terms of chronic anthropogenic pollution]. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universitetu. Seriya: Biologiya – Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 2(69), 60–64 [in Ukrainian].

15. Kovalenko, O.V. (2009). *Flora of algae of Ukraine. Volume I. Blue-green algae. Issue 1. Chroococcales order*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].

16. Kutsokon, Yu.K., & Kvach, Yu.V. (2012). Ukrayins'ki nazvy minoh i ryb fauny Ukrayiny dlya naukovoho vzhytku [Ukrainian names of lampreys and fish of the fauna of Ukraine for scientific use]. *Naukovyy visnyk Chernivets'koho universitetu. Biologiya (Biologichni systemy) – Scientific herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems)*, 6(2), 199–220 [in Ukrainian].

17. Malakhovsky, V.A. (1992). Zmina ikhtiotsenu Khadzhybeys'koho lymanu (1979–1992 rr.) ta podal'shyy yoho rozvytok [Change in the ichthyocenosis of the Khadzhibey Estuary (1979–1992) and its further development]. *Fauna ta ekologiya tvaryn – Fauna and ecology of animals*, 1, 40–46 [in Ukrainian].

18. Mytropolskyi, V.I., & Mordukhai-Boltovskoi, F.D. (1975). Makrozoobentos [Macrozoobenthos]. *Metodika izucheniya biogeocenozov vnutrennih vodoemov – Methods of studying biogeocenoses of inland water bodies*. (pp. 158–170). Moscow: Nauka [in Russian].

19. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh. Zooplankton i ego produkciya [Methodological recommendations for collecting and processing materials in hydrobiological studies. Zooplankton and its products]*. (1984). Leningrad: ZIN [in Russian].

20. Romanenko, V.D., Zhukynskyi, V.M., Oksiuk, O.P. et al. (2001). *Metodyka vstanovlennia i vykorystannia ekologichnykh normatyviv yakosti poverkhnevyykh vod sushi ta estuariiv Ukrainy [Methodology for establishing and using ecological standards for the quality of surface waters of land and estuaries of Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].

21. Metodychni rekomendatsii z rozroblennia normatyviv hranychno dopustymoho skydannia

- zabrudnuiiuchykh rečovyn u vodni obiekty iz zворотnymy vodamy [Methodological recommendations for the development of standards for maximum permissible discharge of pollutants into water bodies with return waters]. (2023). Nakaz Mindovkillia № 173 vid 05.03.2023. Dodatok 3 – Order of the Ministry of Environment No. 173 dated 05.03.2023. Appendix 3. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173926-21#Text> [in Ukrainian].
22. Nesterova, D.A. (1988). Metodicheskie rekomendacii dlya otbora prob i obrabotki morskogo fitoplanktona [Guidelines for sampling and processing of marine phytoplankton]. Odessa: OBISS NASU [in Russian].
23. Otsinka napovnennya Khadzhybeys'koho lymanu poverkhnevymy vodamy ta dovrostrokove prohnouyannya yoho stanu u vesnyanyy period roku. Vodnyy balans Khadzhybeys'koho lymanu za riznykh umov yoho isnuvannya – Assessment of surface water filling of Khadzhibey Estuary and long-term forecasting of its condition in the spring period of the year. Water balance of Khadzhibey Estuary under different conditions of its existence. (2009). Final research report (Research leader Ye.D. Gopchenko). Database of the State Scientific Organisation “Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information”, Library of Odessa State Environmental University, State registration No. 0109U004793 [in Ukrainian].
24. Otsinka hidroekologichnoho stanu verkhnyoi chastyny Khadzhybeys'koho lymanu vid s. Yehorovka do s. Altestove ta rozrobka rekomendatsiy po polipshennyu vodnoho rezhymu ta vidnovlennyu yiyi biolohichnykh resursiv – Assessment of hydroecological state of the upper part of Khadzhibey Estuary from Yegorovka to Altestove and development of recommendation on improvement of water regime and renovation of its biological resources. (2011). Final research report (research leader N.S. Loboda). Database of the State Scientific Organisation “Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information”, Library of Odessa State Environmental University, State registration № 0111U010351 [in Ukrainian].
25. Pravyla promyslovoho rybal'stva v baseyni Chornoho morya – Rules of commercial fishing in the Black Sea basin. Approved by Order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine No. 1284 dated 06/15/2023, registered by the Ministry of Justice of Ukraine No. 1253/40309 dated 07/25/2023 [in Ukrainian].
26. Rezhym rybohospodars'koyi ekspluatatsiyi chastyny Khadzhybeys'koho lymanu roztashovanoho na terytoriyi Bilyayivs'koho, Rozdil'nins'koho ta Ivanivs'koho rayoniv Odes'koyi oblasti (2017–2026 rr.) (nova redaktsiya) [Regime of fishery exploitation of part of the Khadzhibey Estuary located on the territory of the Biliavskiy, Rozdilnyy and Ivanovskiy districts of the Odessa region (2017–2026) (new edition)]. (2017). Rozrobleno: “Ukrayiproekt”, pohodzheno: Derzhavne ahentstvo rybnoho hospodarstva Ukrayiny, 9 s.
27. Snigirev, S.M., & Finogenov, O.L. (2013). Suchasnyy stan promyslovoyi ikhtiofauny Khadzhybeys'koho lymanu [Current state of the commercial ichthyofauna of the Khadzhibey Estuary]. Proceedings: IV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Suchasni problemy teoretychnoyi ta praktychnoyi ikhtiolohiyi» – IV International Scientific and Practical Conference “Current Problems of Theoretical and Practical Ichthyology”. (pp. 256–258). Ternopil: Vector [in Ukrainian].
28. Snigirev, S.M., & Bushuiev, S.G. (2015). Perspektyvy rybohospodars'koho vykorystannya Khadzhybeys'koho lymanu [Prospects for the fishery use of the Khadzhibey Estuary]. *Rybohospodars'ka nauka Ukrayiny – Fisheries science of Ukraine*, 3(33), 5–17 [in Ukrainian].
29. Starushenko, L.I., & Bushuiev, S.G. (2001). *Black Sea Estuaries of Odessa Region and Their Fisheries Use*. Odessa: Astroprint [in Ukrainian].
30. Tuchkovenko, Yu.S., & Kozlov, M.O. (2017). Vodnyy balans Khadzhybeys'koho lymanu u suchasnyy period [Current water balance of Khadzhibey Estuary]. *Visnyk Odes'koho derzhavnoho ekolohichnoho universytetu – Bulletin of Odessa State Environmental University*, 21, 66–77 [in Ukrainian].
31. Tuchkovenko, Yu.S., Sapko, O.Yu., & Tuchkovenko, O.A. (2020). Kharakterystyka stantsiy biolohichnoho ochyshchennya stichnykh vod mista Odesa yak dzherel biohennoho zabrudnennya mors'koho seredovyshcha v suchasnyy period [Description of biological wastewater treatment plants of city of Odesa as sources of marine environment nutrient pollution in current period]. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 25, 127–135 [in Ukrainian].
32. Tuchkovenko, Yu.S., Khokhlov, V.M., & Loboda, N.S. (2022). Vplyv zmin klimatu na vodnyy balans kvazizakrytykh lymaniv pivnichno-zakhidnoho Prychornomor'ya [Climate change impact on water balance of quasi-closed lagoons in the North-Western Black Sea coast]. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, (29), 32–47 [in Ukrainian].
33. Tuchkovenko, Y.S. (2023). Kompleksne vyrishennya problemy zabezpechennya dobroho ekolohichnoho stanu mors'koho seredovyshcha na pryehlyi do pivnichnoyi chastyny mista Odesa dilyantsi uzberezhzha [A comprehensive solution to the problem of ensuring a good environmental status of the marine environment across the coastal area that is adjacent to the northern part of the City of Odesa]. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, (31), 22–32 [in Ukrainian].
34. Shakirzanova, Zh.R. (2015). Otsinka stanu Khadzhybeys'koho lymanu i prohnouyannya mozhlyvykh rivniv vody u n'omu [Assessment of Khadzhibey Estuary and forecasting possible water level in it]. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 16, 156–163 [in Ukrainian].
35. Sherman, I.M., & Kutishchev, S.V. (2007). *Osnovy ekolohiyi i tekhnolohiyi rybnytstva v umovakh astatychnoyi mineralizatsiyi* [Fundamentals of ecology and technology of fish farming under conditions of astatic mineralization]. Kyiv: Vyshcha osvita [in Ukrainian].
36. Tsarenko, P.M. (1990). *Kratkij opredelitel hlorokokkovykh vodoroslej Ukrainskoj SSR* [A brief guide to chlorococcal algae of the Ukrainian SSR]. Kiyev: Naukova dumka [in Russian].
37. Tsarenko, P., Wasser, S., & Nevo, E. (Eds.). (2006). *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta*,

*Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta*. Rugell: Gantner Verlag.

38. Tsarenko, P., Wasser, S., & Nevo, E. (Eds.). (2009). *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2. Bacillariophyta*. Rugell: Gantner Verlag.

39. Tsarenko, P., Wasser, S., & Nevo, E. (Eds.). (2011). *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 3. Chlorophyta*. Rugell: Gantner Verlag.

40. Garkusha, O.P. (2022). Features of the phytoplankton in the Khadjibei Estuary (northern coast of the Black Sea) in the modern period (2016–2021). Book of abstract: *55th European Marine Biology Symposium*. (p. 83). Gdańsk, Poland.

41. Hoppenrath, M., Elbrachter, M., & Drebes, G. (2009). *Marine phytoplankton*. Kleine Senckenberg Reihe.

42. Moncheva, S., Parr, B. (2010). Manual for Phytoplankton Sampling and Analysis in the Black Sea. Retrieved from: [http://www.blacksea-commission.org/Downloads/Phytoplankton\\_%20Manual-Final-1.pdf](http://www.blacksea-commission.org/Downloads/Phytoplankton_%20Manual-Final-1.pdf).

43. Terenko, G.V., & Hushchyna, K.G. (2021). *Planktothrix agardhii* (Cyanoprokaryota) toxic blooms in Khadzhibey Estuary (Ukraine). Book of abstracts: *International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations”*. (p. 80). Odessa – Istanbul.

44. World Register of Marine Species. 2024. [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org). Retrieved from: <https://www.marinespecies.org>.

## CHARACTERISTICS OF THE CURRENT HYDROECOLOGICAL REGIME OF THE KHADZHIBEY ESTUARY IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AND ANTHROPOGENIC LOADS

**Tuchkovenko Yu.S.**, Dr. Sci., Senior Researcher, **Bogatova Yu.I.**, PhD, Senior Researcher,

**Garkusha O.P.**, PhD, **Martyniuk M.O.**, PhD, **Dyadichko V.G.**, PhD,

**Varigin A.Yu.**, Dr. Sci., Senior Researcher, **Bushuiev S.G.**, PhD, **Demchenko V.O.**, Dr. Sci., Senior Researcher

The article provides a description of the hydroecological regime of the Khadzhibey Estuary based on the results of the analysis of hydrological, hydrochemical and hydrobiological data obtained during field research in 2021–2024 and archival data.

Field research was carried out at 13 coastal stations from the upper reaches of the estuary (Shemetove village) to its lower part (Usatove village). During the specified period, an analysis of the variability of the hydrological and hydrochemical characteristics of the estuary waters, as well as the biotic components of the ecosystem: phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, ichthyofauna, was performed. Changes in the components of the freshwater balance of the estuary that occurred were determined.

It was established that the features of the specified period were determined primarily by the cessation of the flow of return waters to the estuary from the biological wastewater treatment plant “Pivnichna» of the Odesa city. In combination with arid meteorological conditions, this led to a decrease in the average annual water level in the estuary by one meter. The consequences of this for the estuary ecosystem are indicated: deterioration of water quality due to an increase in the concentration of mineral forms of biogenic substances in the waters of the estuary to values that constantly significantly exceeded the maximum permissible values established for water bodies for fishery purposes; an increase in the role of mass exchange with bottom sediments in the formation of hydroecological conditions in the estuary; an increase in phytoplankton biomass in 2023–2024; a steady decrease in the abundance and biomass of zooplankton; deterioration of conditions for the survival and development of juvenile pilengas as the main object of fishing in the reservoir; increase in the average salinity of the water area from 5.93 to 7.35‰, which does not meet the conditions for significant reproduction of freshwater fish species (silver carp, grass carp, carp, silver crucian carp), but does not prevent their successful feeding and weight gain in the case of artificial stocking; promotion of large-scale suffocation, due to a deficiency of dissolved oxygen in the water, the death of fish, shrimp and other aquatic organisms.

It is noted that due to the lack of a runoff Svinna River and artificially limited water exchange with the main part of the estuary, the water quality in the Palievsky Bay is significantly worse than in the estuary. In particular, the salinity of the water in October 2024 reached 107‰. To improve the hydroecological conditions in the bay, it is recommended to improve its water exchange with the adjacent part of the Khadzhibey Estuary by clearing the shandors, channels in the dams, reducing the number of rapids in them, expanding the openings, and their timely and regular maintenance.

**Key words:** Khadzhibey Estuary, influence of factors, hydrological, hydrochemical regimes, hydrobiological indicators, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, ichthyofauna, fish productivity.

## ПАМ'ЯТІ ЛЕОНІДА ГЕОРГІЙОВИЧА МАНІЛА

Ім'я Леоніда Георгійовича Маніла, кандидата біологічних наук, старшого наукового співробітника, добре відоме вітчизняним і зарубіжним ученим, що працюють у галузі океанічної, морської та прісноводної іхтіології, охорони природи та природничої музеології.

Леонід Георгійович Маніло народився 13 липня 1953 року в місті Краснодар (Російська Федерація). Після закінчення в 1975 році Кубанського державного університету розпочав свою трудову діяльність у Кубанському інституті ставкового господарства на посаді молодшого наукового співробітника. З 1976 року продовжив трудову діяльність як дослідник морської та океанічної іхтіофауни в Азово-Чорноморському науково-дослідному інституті (АзЧерНІРО) в м. Керч (АР Крим), пройшовши шлях від старшого лаборанта до виконуючого обов'язки молодшого наукового співробітника відділу сировинних ресурсів риб Індійського океану. З 1977 по 1989 рік брав участь в 11 наукових і науково-пошукових експедиціях із дослідження промислових, сировинних та біологічних ресурсів великих глибин та епіпелагалі відкритої частини та субтропічної зони Індійського океану на суднах «Наука», «Фіолент», «Академік Вернадський» та ін. Зібраний під час експедицій науковий і колекційний матеріал став підставою для вступу в 1983 році до аспірантури Всесоюзного рибного інституту (ВНІРО) м. Москва.

У 1985 році Леонід Георгійович переїздить на постійне проживання до м. Києва. Тут він починає працювати в Українському науково-дослідному інституті рибного господарства у відділі водосховищ, а згодом, у 1986 році, у відділі систематики хребтних та зоомузеї Інституту зоології імені І. І. Шмальгаузена Національної академії наук України на посаді інженера, куратора іхтіологічних фондів (колекція морських та океанічних видів риб).

У 1987 році успішно закінчив аспірантуру, продовжував наукову роботу й отримував нові дані за темою кандидатської дисертації, досліджуючи видовий склад, географічне розповсюдження та батиметричний розподіл прибережних риб Аравійського моря та загалом Індійського океану. Також активно займався таксономічним перевизначенням, упорядкуванням та інвентаризацією фондової колекції океанічних і морських видів риб зоомузею.



Наприкінці 1995 року музейні відділи Інституту зоології імені І. І. Шмальгаузена наказом Президії НАНУ були переведені в Центральний науково-природничий музей (ЦНПМ) НАНУ разом з усіма співробітниками, а в грудні 1996 року ЦНПМ Указом Президента України Л. Д. Кучми отримав статус національної установи – Національний науково-природничий музей (ННПМ) НАНУ.

Як фахівець Леонід Георгійович став відомим за межами України й підтримував наукові зв'язки з колегами з Європи, США, Індії, Пакистану, Африки та інших країн світу. Так, у 1995 році він виконував спільні дослідження риб Аравійського моря з доктором М. Штеманом (ФРН) у Зоологічному музеї Гамбурзького університету.

У 1997 році виходить з друку книга «Рыбы океанов» із раніше започаткованої в музеї серії «Каталог коллекций Зоологического музея ННПМ НАН Украины» (рис. 1). Над цим каталогом Леонід Георгійович працював понад 10 років. Ним було повністю перевизначено та систематизовано всю колекцію океанічних риб, які були у фондах на той час: 987 видів, які належали до 541 роду 86 родин 26 рядів.

У 2001 році ним успішно була захищена кандидатська дисертація за темою «Шельфо-неритическая ихтиофауна Аравийского моря (состав, биоразнообразие, зоогеография, рыболовство) в Институте океанологии РАН. Провідною установою в захисті був Інститут південних морів ім. О. О. Ковалевського (ІнБПМ НАН України). У 2002 році цей захист був підтверджений Вченою радою Інституту гідробіології НАН України.

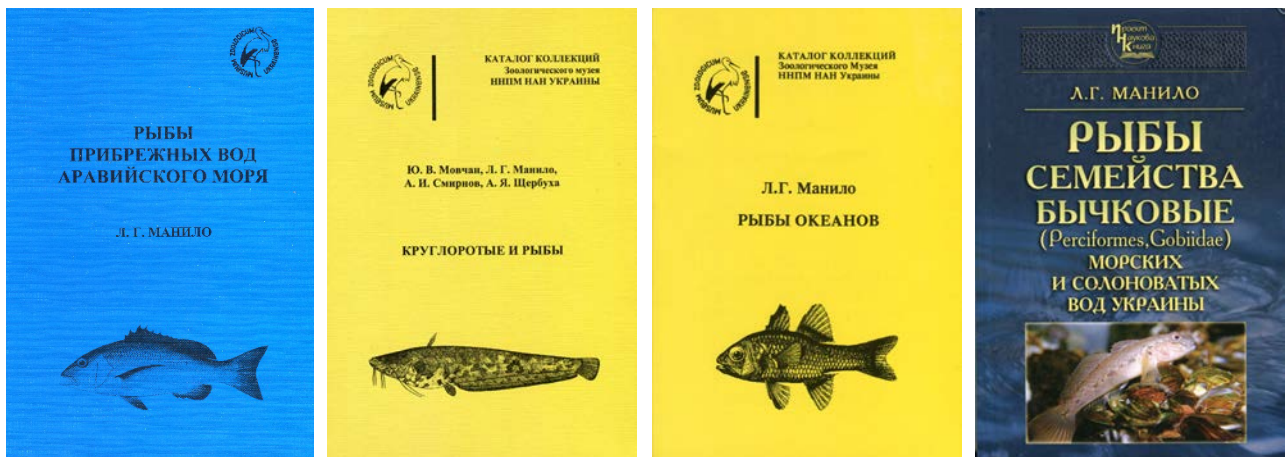


Рис. 1. Книги та каталоги, які були видані Маніло Леонідом Георгійовичем

Подальша діяльність була сконцентрована на музейній роботі. Як науковий куратор іхтіологічних фондів Леонід Георгійович продовжував інвентаризацію та таксономічне впорядкування інших груп риб морської та прісноводної фауни. Як результат цієї роботи у 2001 році вийшов з друку «Каталог типових екземплярів Зоологического музея ННПМ НАН Украины» у співавторстві з науковими кураторами фондів інших груп безхребетних і хребетних тварин за редакцією Є. М. Писанця. У співавторстві з американськими колегами у 2002 році ним був описаний новий вид ската роду *Torpedo* (*Torpedo adenensis*) з Аденської затоки (екземпляр перебуває на експозиції в Зоомузеї ННПМ НАН України). У 2003 році вийшов з друку «Каталог коллекций Зоологического музея ННПМ НАН Украины. Круглоротые и рыбы», співавторами якого були Ю. В. Мовчан, Л. Г. Маніло, А. І. Смирнов, А. Я. Щербуха. У 2004 році була опублікована монографія «Рыбы прибрежных вод Аравийского моря (систематический состав, таксономическое разнообразие, распространение, рыболовство) за матеріалами кандидатської дисертаційної роботи.

Із січня 2004 р. по квітень 2005 р. як біолог-змішник брав участь у роботі 9-ї антарктичної експедиції на українській антарктичній станції «Академік Вернадський». За вагомий внесок у дослідження тваринного світу Аргентинських островів і сумлінне виконання наукової програми 9-ї антарктичної експедиції у 2006 році був нагороджений Національним антарктичним науковим центром пам'ятною

медаллю з нагоди 10-ї річниці антарктичної станції «Академік Вернадський».

У жовтні 2006 року рішенням Вищої атестаційної комісії (ВАК) України на підставі рішення Вченої ради Інституту рибного господарства НААН України Манілу Леоніду Георгійовичу було присуджено вчене звання старшого наукового співробітника за спеціальністю «Іхтіологія».

З 2006 року Леонід Георгійович розпочинає дослідження однієї з найбільш чисельних родин у фауні Чорного й Азовського морів – Бичкові. На основі опрацювання результатів власних наукових досліджень і матеріалів, зібраних під час польових експедиційних досліджень, у 2014 році Леонідом Георгійовичем була опублікована монографія «Рыбы семейства бычковые (Perciformes, Gobiidae) морских и солоноватых вод Украины».

Леонід Георгійович, як висококваліфікований фахівець у сфері океанічної, морської та прісноводної іхтіології, активно долучався до підготовки випусків Червоної книги України. Так, за його участю та в співавторстві підготовлено понад 15 описів морських видів риб, які внесені до нового переліку Червоної книги України. Загалом науковий доробок Леоніда Георгійовича нараховує понад 90 наукових публікацій.

Талановитий вчений Л. Г. Маніло був чуйною людиною, добрим сім'янином, другом, щирим порадиником і безкорисливим наставником.

Пішов із життя Леонід Георгійович 17 жовтня 2024 року на 72 році.

Наукове періодичне видання

# МОРСЬКИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

MARINE  
ECOLOGICAL JOURNAL

---

**Том XVIII**  
**ном. 1-2 • 2024**

Коректура • Ізак В. В.  
Комп'ютерна верстка • Кузнєцова Н. С.

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсет. Цифровий друк. Ум.-друк. арк. 6,98.  
Підписано до друку 25.12.2024.  
Замов. № 1224/848. Наклад 100 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1  
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: mailbox@helvetica.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

Scientific publication

# MARINE ECOLOGICAL JOURNAL

МОРСЬКИЙ  
ЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

**Vol. XVIII**  
**No. 1–2 • 2024**

Format 60x84/8. Times New Roman Font.  
Offset. Digital printing. Conventional printed sheet 6,98.  
Passed for printing: 25.12.2024.  
Order № 1224/848. Edition of 100 copies.

Publishing House “Helvetica”  
65101, Ukraine, Odessa, st. Englezi, 6/1  
Phone +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: mailbox@helvetica.ua  
Certificate of publishing entity  
ДК № 7623 as of 22.06.2022