

**Ю. В. Харитонова**<sup>1,2</sup>, аспірант, інженер

<sup>1</sup>Одеський Національний Університет ім. І. І. Мечникова, кафедра гідробіології та загальної екології

вул. Дворянська 2, 65082, Одеса, Україна

<sup>2</sup>Інститут морської біології Національної академії наук України

вул. Пушкінська 37, 65048 Одеса, Україна, e-mail: kharytonova\_julia@ukr.net

### **АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ВОД УКРАЇНСЬКОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ІНДИКАТОРАМИ ЗООПЛАНКТОНУ (НА ПРИКЛАДІ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ)**

За результатами багаторічного моніторингу стану зоопланктону в межах узмор'я української частини Дунаю, проаналізовано якість водного середовища перехідних вод в районі взаємодії «річка-море». Якість води визначали в різні сезони року за п'ятибальною шкалою екологічного стану від відмінного до поганого, у відповідність до критеріїв Водної Рамкової Директиви ЄС. У період з 2004 по 2017 рік екологічний стан перехідних вод в районі дельти Дунаю за інтегральним станом зоопланктону змінювався від середнього до доброго.

**Ключові слова:** зоопланктон; якість води; перехідні води; дельта Дунаю.

Відповідно до Морської стратегії Водної рамкової директиви ЄС (Marine Strategy Framework Directive – MSFD), перехідні (або транзитні) води – це водні маси в гирлах річок, які частково засолені через свою близькість до прибережних вод і значною мірою схильні до впливу стоку прісних вод [14].

Українська частина дельти (1240 км<sup>2</sup>) становить близько 22 % її загальної площі. Довжина дельти по її головному, Кілійському рукаву – 115 км, протяжність морського краю дельти приблизно 180 км, середня ширина узмор'я – 6–10 км [4].

В. С. Большаковим (1970) був запропонований термін "пригирловий район", який він визначив, як прилеглий до гирла цієї річки район моря, в якому опріснення поверхневого шару цілком відсутнє, хоча воно не є постійним.

Для Чорного моря, в центральних частинах якого солоність поверхневого шару знаходиться в діапазоні 17,5–18,3 ‰, прийнято вважати зовнішнім кордонном пригирлового району максимально віддалене значення середньомісячної ізогаліни 17 ‰ при її змінненні протягом року [3].

Перехід від прісної річкової води до морської відбувається не рівномірно, а з утворенням зон підвищених градієнтів солоності – гідрофронтів, які утворюються на такій відстані від берега, де вплив стічних вод стає дуже незначним – до 10 км від гирла [3].

Середньо річний стік Дунаю становить 203–210 км<sup>3</sup>/рік, що забезпечує 36 %

припливу прісних вод у Чорне море і близько 77 % прісноводного стоку до його північно-західної частини [3, 4].

Морський берег Дунаю є зоною постійної взаємодії річкових і морських вод, в результаті чого змінюються їх властивості, утворюються водні маси з новою якістю [4].

Антропогенний вплив різного типу, що приводить до евтрофікації та забруднення водойм, змінює основні характеристики всіх компонентів водної екосистеми. Одним з найважливіших компонентів, структурно і функціонально пов'язаних з іншими, є угруповання зоопланктону. Згідно MSFD, новий підхід для визначення якості водного середовища базується на більшій значущості біологічних показників порівняно з хімічними. Крім того, для більш детальної оцінки якості води, аналогічно Водній Рамковій Директиві (Water Frame Directive – WFD), стали використовувати п'ятибальну шкалу: висока (High), гарна (Good), середня (Medium), низька (Poor), погана (Bad) якість [2, 5, 10, 14] (табл. 1).

Таблиця 1

**Класифікація екологічного стану перехідних вод згідно з нормативами Водної Рамкової Директиви (згідно з [5, 14])**

| Якість                       | Висока (High)   | Добра (Good)  | Середня (Medium)   | Низька (Poor)   | Погана (Bad)  |
|------------------------------|---|---|--|---|---|
| Ступінь відхилення від норми | Відсутня або зміни біологічних, фізико-хімічних та гідроморфологічних елементів якості дуже незначна (еталон) | Слабке відхилення біологічних елементів якості води від еталонних значень | Помірне відхилення біологічних елементів якості води від еталонних значень | Сильне відхилення біологічних елементів якості води від еталонних значень | Критичне відхилення біологічних елементів якості води від еталонних значень |

Основними проблемними питаннями методики визначення якості водного середовища за біологічними показниками фітопланктону, зоопланктону, фітобентосу та зообентосу, які повинні бути розроблені для ключових компонентів водної екосистеми (criteria elements), є:

1. Обґрунтування еталонних умов (referent conditions) якості водного середовища, прийнятих як показники гарних екологічних умов за WFD.

2. Пошук ключових показників (характеристик, метрик) стану згаданих життєвих форм.

3. Температурні параметри виділення сезонів (біологічної зими, весни, літа та осені) [2, 5, 10, 14].

Метою роботи є визначення порогових значень інтегрального показника стану зоопланктону для встановлення якості перехідних вод України, на прикладі морського узбережжя дельти Дунаю.

### Матеріал та методика дослідження

Географічним об'єктом екологічного моніторингу була пригирлова зона дельти Дунаю. Для визначення якості води проби зоопланктону відбирали з 2004 по 2017 рік у різні періоди року. Визначали якість води за середньомісячними значеннями, які включали дані з 26 станцій (весна – 51, літо – 119, осінь – 96 зібраних проб). Для збору зоопланктону використовували планктонні сітки з діаметром вхідного отвору 36 см і вічком газу 150 мкм [1]. Визначення якісного складу зоопланктону проводили за найбільш поширеними визначниками [8, 9, 13].

При виділенні біологічних сезонів у морі та перехідних водах, що важливо для визначення якості води з урахуванням сезонних змін кількісного розвитку зоопланктону, особливе значення приділяли температурі води, що відбувалось при зміні гідрофізичних умов [1, 2]:

Зима – Т води  $< 8^{\circ}\text{C}$  (відсутність термокліну).

Весна – Т води  $8 + 16^{\circ}\text{C}$  (формування термокліну).

Літо – Т води  $> 16^{\circ}\text{C}$  (термоклін).

Осінь – Т води  $16 - 8^{\circ}\text{C}$  (заглиблення термокліну).

Основні поняття, що використовували при оцінці якості водного середовища дельти Дунаю:

1. Метрика (metric) – це те, що може бути виміряне, тобто різні характеристики, які використовуються при оцінці якості водного середовища.

2. Гарний (Good Ecological Status – GES, Good Environmental Status – GenS) або поганий (Not Good Ecological Status – Not GES) екологічний стан. Для визначення GES водних екосистем в рамках MSFD був розроблений огляд методологічних стандартів, який включає опис індикаторів для 11 дескрипторів.

3. Первинні (еталонні) умови, що були до впливу людини (reference period, pristine conditions).

4. Відносна екологічна якість середовища (Ecological Quality Ratio – EQR) – це відношення значення метрики в районі досліджень до її еталонного значення (reference conditions), що знаходиться у межах від 0 до 1 [2, 5, 10].

На сьогодні відомо близько 300 індексів, або індикаторів стану водного середовища за хімічними та біологічними характеристиками [11], шість з яких відносяться до зоопланктону і прийняті для екологічного моніторингу Чорного моря та прилеглих акваторій [11].

Для визначення якості перехідних вод дельти Дунаю за показниками стану зоопланктону були вибрані такі характеристики (метрики) [2, 13]:

1. Загальна біомаса зоопланктону (B),  $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

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

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

4. Індекс біологічного різноманіття Шеннона, який визначали за чисельністю (H'),  $\text{біт}\cdot\text{екз}^{-1}$ .

Інтегральний показник стану зоопланктону ( $K_p$ ) обчислювався з урахуван-

ням всіх чотирьох згаданих вище метрик за формулою М. Д. Бурштейна [15]:

$$K_f = (K_{\min})^{a_0.5} \cdot (K_1^{a_1} \cdot K_2^{a_2} \cdot \dots \cdot K_n^{a_n})^{1/2n}$$

де  $K_1, K_2, K_n$  – метрики (різні характеристики зоопланктону);  $a_1, a_2, a_n$  – вагові коефіцієнти метрик;  $n$  – кількість метрик. Умови:  $0 < K_i \leq 1$  та  $0 < a_i \leq 1$ .

Оскільки інтегральний показник стану зоопланктону повинен, в першу чергу, показувати стан водного середовища для охорони та відтворення біологічного різноманіття, вагові коефіцієнти для кожної з метрик визначалися за значенням коефіцієнта кореляції кількісних значень цієї метрики з індексом Шеннона за чисельністю ( $H'$ ). Значення для всіх метрик, які були використані при визначенні значення  $K_f$ , були розраховані на основі бази первинних даних за період з 2004 по 2017 рік.

Вагове значення самого  $H'$  приймалося рівним 0.9, так як не могло бути рівним одиниці. Використані підходи для обчислення інтегрального показника стану зоопланктону аналогічні розрахунку сінфітосозологічного індексу, який відображає ступінь раритету рослинних угруповань за кількісними та якісними показниками [7].

Граничні значення для п'яти класів якості водного середовища знаходили за допомогою формули обчислення процентилей в програмі Microsoft EXCEL.

### Результати досліджень та їх обговорення

В результаті багаторічного моніторингу (в період з 2004 по 2017 рік) [6] були проаналізовані отримані дані гідрологічних і біологічних показників зоопланктону в українській частині дельти Дунаю.

Дане дослідження допомогло визначити якість води за середньомісячними значеннями, які включали дані з 12 до 26 станцій (всього 266 проб) в різні періоди року. Граничні значення інтегрального показника зоопланктону, який визначав якість водного середовища відповідно до останньої методології MSFD за п'ятибальною шкалою, були розраховані за допомогою процентилей для кожного сезону (табл. 2).

В результаті отриманих даних (рис. 1), гарний (Good) екологічний стан перехідних вод було зареєстровано навесні і восени 2004 і 2005 року. У період між 2006 та літом 2007 року якість води в районі дельти Дунаю помітно погіршилась до поганого (Bad). Починаючи з 2008 року, екологічний стан перехідних вод покращився до середнього (Moderate) класу. У 2010 році якість води знову знизилась до найнижчого (Poor). З літа 2011 ситуація змінюється в кращий бік, і влітку 2013 якість води досягла класу гарного (Good). Восени 2015 року якість знову знизилась до середнього (Moderate). Надалі (осінь 2015 – літо 2016) цей клас якості перехідних вод був постійним. Восени 2016 відзначалося значне зниження якості води, але починаючи з літа 2017 року якість знову покращилась до класу гарного (Good).

Таблиця 2

Значення інтегрального показника стану зоопланктону для визначення якості перехідних вод української дельти Дунаю (розробка автора)

| Високе | Добре         | Середнє       | Низьке        | Погане |
|--------|---------------|---------------|---------------|--------|
| Весна  |               |               |               |        |
| >0,483 | 0,483 – 0,437 | 0,436 – 0,365 | 0,364 – 0,268 | <0,268 |
| Лето   |               |               |               |        |
| >0,584 | 0,584 – 0,513 | 0,512 – 0,411 | 0,410 – 0,376 | <0,376 |
| Осінь  |               |               |               |        |
| >0,663 | 0,663 – 0,620 | 0,619 – 0,539 | 0,538 – 0,473 | <0,473 |

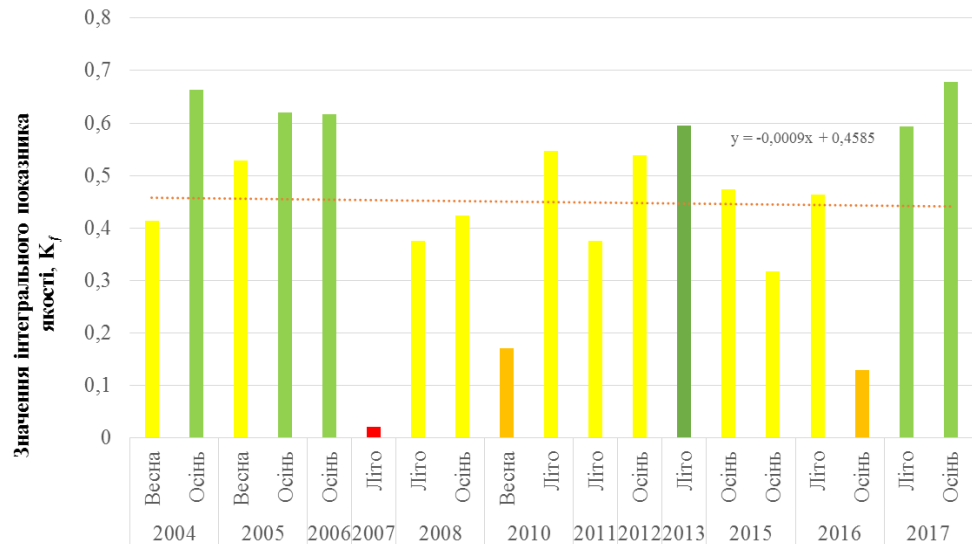


Рис. 1. Багаторічна динаміка зміни екологічного стану перехідних вод України на узбережжі дельти Дунаю (розробка автора)

■ – добрий, ■ – середній, ■ – низький, ■ – поганий

Перехідні води дельти Дунаю мають різні показники якості води в залежності від сезону року. Якщо порівняти показники якості з 2004 по 2017 рік, влітку і навесні вони значно нижче, ніж восени та взимку. Цю тенденцію можна розглядати як результат зміни в кліматі, вплив весняних паводків та антропогенного впливу, а також виникнення евтрофікації в весняно-літній період.

Водний стік річки Дунай формується на величезній території водозбору з різними фізико-географічними умовами. Багаторічна мінливість стоку в верхині дельти Дунаю визначається двома основними факторами. З одного боку – кліматичними, а з другого – впливом господарської діяльності на водозбір-

ній площі. Зміни кліматичних умов дуже впливають на гідрологічні процеси в гирлової області Дунаю. Зміни температури повітря визначають термічний і льодовий режим внутрішньо дельтових водойм. Крім цього, в дельті Дунаю постійно відбувається перерозподіл стоку, посилене антропогенною діяльністю, і пов'язані з ним гідроморфологічні зміни. Загалом, від атмосферних опадів і випаровування залежить водний баланс дельти та її водойм [12]. І від цих зовнішніх факторів середовища безпосередньо залежать якісні показники зоопланктону та, отже, показники якості води.

### Висновки

1. Багаторічний моніторинг якості перехідних вод в українській частині дельти Дунаю показав, що в період з 2004 по 2017 рік екологічний клас якості змінювався від середнього до хорошого.

2. За розрахованим значенням інтегрального показника стану зоопланктону було встановлено, що тільки літо 2007 та осінь 2016 року були найбільш забрудненими періодами.

Стаття надійшла до редакції 9.09.2019

### Список використаної літератури

1. Александров Б. Г. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Черного моря / Б. Г. Александров – Киев: Наукова думка, 2008. – 343 с.
2. Александров Б. Г. Імплементация Директивы ЕС про Морську стратегію для Державного моніторингу зоопланктону морських вод України / Б. Г. Александров, Ю. В. Харитонova // Матеріали Всеукраїнської наук. конф. «Євроінтеграція екологічної політики України» (м. Одеса, 29 – 31 травня 2019 р., ОДЕКУ). – Одеса, 2019. – С. 28–37.
3. Большаков В. С. Трансформация речных вод в Черном море / В. С. Большаков. – Киев: Наукова думка, 1970. – 328 с.
4. Газетов Е. И. Влияние стока реки Дунай на отдельные гидрологические характеристики Северо-Западной части Черного моря в 2004 – 2013 годах / Е. И. Газетов, О. Р. Андрианова, В. И. Мединец, Р. Р. Белевич, В. Н. Морозов // Одесса: Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. – 2015. – Т. 20, Вип. 4. – С. 22–32.
5. Загальна стратегія впровадження Водної Рамкової Директиви (2000/60/ЕС). Керівний документ №5 «Перехідні і прибережні води – Типологія, еталонні умови і системи класифікації» / Бюро офіційних публікацій Європейського співтовариства. – Люксембург, 2003. – 145 с.
6. Заключні звіти про фактично виконані обсяги експедиційних досліджень з науково-дослідної роботи «Контрольні моніторингові спостереження в процесі експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море (морська частина) (2007–2017 роки) НАНУ ДУ «Інститут морської біології НАН України». – Одеса, 2017. – 138 с.
7. Зелена книга України / [під ред. Я.П. Дідуха]. – К.: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
8. Кутикова Л. А. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.
9. Определитель фауны Черного и Азовского морей / [отв. ред. В. А. Водяницкий; сост.: В. Д. Брайко, М. Бэческу, К. А. Виноградов; рук. работы Ф. Д. Мордухай-Болтовский; АН УССР; Ин-т биологии южных морей]. – Киев: Наукова думка, 1968. – 1972. – 343 с.

10. Пояснения по разработке типологии прибрежных и переходных водных объектов в соответствии с Водной Рамочной Директивой и Указания по мониторингу таких водных объектов в соответствии с экологическим законодательством ЕС. – Грузия, 2015. – 36 с.
11. Сіохін В. Д. Оцінка ландшафтного та біологічного різноманіття інтегральними біологічними індикаторами та маркерами // В. Д. Сіохін, Б.Г. Александров, Й. І.Черничко, Д. В. Дубина, А. М. Волох, О. В. Мацюра, І. А. Мальцева, Ю. О. Андриющенко, П. І. Горлов, С. М. Подорожний, М. В. Чесалін, Т. Л. Чесаліна, С. В. Винокурова, Т. О. Кирикова, О. М. Долинна, Є. В. Сальнікова – Буденко Сіохін. – Мелітополь: МДПУ імені Б. Хмельницького, 2014. – 153 с.
12. Черой А. И. Возможные климатические изменения в дельте Дуная, Юго-западная часть Украины / А. И. Черой // Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. Т 18, вип. 3(19) – Одесса, 2013. – С. 50–56.
13. Borja A. Overview of integrative assessment of marine systems: the ecosystem approach in practice/A. Borja, M. Elliott, J. H. Andersen, T. Berg, J.Carstensen, B. S. Halpern, A. Heiskanen, S. Korpinen, J. S. Stewart Lawndes, G. Martin, N. Rodriguez – Ezpeleta // *Frontiers in Marine Science*. – 2016. – Vol. 3, Article 20. – P. 1–20.
14. DIRECTIVE2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 2008. (MSFD, 2008/56/EC).
15. State of Environment Report of the Western Black Sea based on Joint MISIS cruise (SoE – BS) / [Ed. by Moncheva S. and Boicenco L]. – MISIS Joint Cruise Scientific4Report. 2014. – 401p.

**J. V. Kharitonova**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Odesa National Mechnykov University, Department of Hydrobiology and General Ecology

2, Dvorianska str., Odesa, 65082, Ukraine.

<sup>2</sup>Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine  
Pushkinska str. 37, 65048 Odesa, Ukraine, e-mail: kharytonova\_julia@ukr.net

## **ANALYSIS OF TRANSITION WATERS OF THE UKRAINIAN BLACK SEA SHELF BY ZOOPLANKTON INDICATORS (ON THE EXAMPLE OF THE DANUBE DELTA)**

### **Abstract**

**Problem.** The Ukrainian part of the Danube Delta is a zone of constant interaction between river and sea waters, resulting in changes in their properties and formation of water masses with new qualities.

According to the EU Maritime Strategy for the EU Water Framework Directive (MSFD), the new approach for determining the quality of the aquatic environment is based on the superiority of biological indicators over chemical ones. In addition, for a more detailed assessment of the quality of the aquatic environment, in accordance with the Water Framework Directive, a five-point assessment of water quality was introduced: High, Good, Medium, Low and Bad.

The *aim* of work is to determine the ecological quality class of transitional waters by the integral index of zooplankton in the Ukrainian part of the Danube Delta.

**Results.** To determine the water quality, zooplankton samples were taken from 2004 to 2017 at different times of the year. Water quality was determined by monthly aver-

age values, which included the data from 26 stations (spring – 51, summer – 119, autumn – 96 collected samples). The following characteristics (metrics) were selected to determine the quality of transitional waters of the Danube Delta according to indicators of zooplankton: total zooplankton biomass, *Noctiluca scintillans* biomass (%) of total biomass, Copepoda biomass (%) of total biomass and Shannon index by number. **Conclusion.** As a result of long-term monitoring (from 2004 to 2017), the obtained data of hydrological and biological indices of zooplankton in the Ukrainian part of the Danube Delta were analyzed. A long-term analysis of the quality of the Ukrainian part of the Danube Delta showed that from 2004 to 2017 the environmental quality class varied from medium to good. According to the calculated value of the integral indicator of the status of zooplankton, it was found that only summer 2007 and autumn 2016 were the most polluted periods.

**Keywords:** zooplankton; water quality; transitional water; Danube Delta.

## References

1. Aleksandrov B. G. (2008) *Hydrobiological bases of management of the Black Sea coastal ecosystems* [Gidrobiologicheskie osnovy upravleniya sostoyaniem pribrezhnykh ehkositsem Chernomorya], Kiev, Naukovadumka, 343p.
2. Aleksandrov B. G., Kharitonova Yu. V. (2019) «Implementation of the EU Marine Strategy Directive for the state monitoring of marine zooplankton in Ukraine» [Implementatsiya Direktivi ES pro Mors'ku strategiyu dlya Derzhavnogo monitoringu zooplanktonu mors'kikh vod Ukraïni], Odesa, ODEKU, pp. 28 – 37.
3. Bol'shakov V. S. (1970) *Transformation of river waters in the Black Sea* [Transformatsiya rechnykh vod v Chernommore], Kiev, Naukovadumka, 328p.
4. Gazetov E. I., Andrianova O. R., Medinets R. R., Morozov V. N., Belevich V. I. (2015) «Influence of the Danube River runoff on individual hydrological characteristics of the Northwestern Black Sea in 2004-2013» [Vliyaniye stoka reki Dunaj na otdel'nye gidrologicheskie kharakteristiki Severo-Zapadnoj chasti Chernomorya v 2004 – 2013], Odessa, Visnik ONU. Ser.: Geografichni ta geologichni nauki, T. 20, Vip. 4. pp. 22-32.
5. Overall strategy for the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 5 "Transitional and Coastal Waters - Typology, Reference Conditions and Classification Systems". Bureau of Official Publications of the European (2003) [Zagal'na strategiya vprovadzhennya Vodnoï Ramkovoï Direkti] (2000/60/EC). Kerivnij dokument №5 «Perekhichni i pribrezhnyvodi – Tipologiya, etalonniumovi i sistemiklasifikatsii», Lyuksemburg, 145 p.
6. Final reports on the actually accomplished volumes of expeditionary research on "Control monitoring observations in the course of the operation of the deep-sea Danube - Black Sea (seapart)" (2007-2017) of NASU "Institute of Marine Biology of NAS of Ukraine" (2017) [Zaklyuchni zvitii pro faktichno vikonani obsyagi ekspeditsijnikh doslidzhen' z naukovo-doslidnoi roboti «Kontrol'ni monitoringovi sposterezheniya v protsesi ekspluatatsii glibokovodnogo sudnovogo khodu Dunaj-Chornemore (mors'ka chastina) (2007–2017 roki) NANU DU «Institut mors'koi biologii NAN Ukraïni»], Odesa, 138 p.
7. Didukha Ya. P. *Green Paper of Ukraine* (2009) In editor Didukha Ya. P. [Zelena kniga Ukraïni] K., Al'terpres, 448 p.
8. Kutikova L. A., Starobogatov Ya. I. (1977) *Determinant of fresh water in vertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos)* [Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh evropejskoj chasti SSSR (plankton i bentos)] L., Gidrometeoizdat, 1977.
9. Vodyanitskij V. A., Brajko V., BehcheskuD. M., Vinogradov D., Mordukhaj-Boltovskij F. (1968-



- 1972) *The determinant of the fauna of the Black and Azov seas*. In editor: Vodyanitskij V. A. [Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogomorej], Kiev: Naukovadumka, 343 p.
10. Explanations for the development of typology of coastal and transitional water bodies in accordance with the Water Framework Directive and Guidelines for monitoring such water bodies in accordance with EU environmental legislation (2015) [Poyasneniya po razrabotke tipologii prikolgicheskim zakonodatel'stvom pribrezhnykh i perekhodnykh vodnykh ob'ektov v sootvetstvii s Vodnoj Ramochnoj Direktivoj i Ukazaniya po monitoringu takikh vodnykh ob'ektov v sootvetstvii], Lyuksemburg, 36 p.
  11. Siokhin V. D., Aleksandrov B. G., Chernichko J. I., Dubina D. V., Volokh A. M., Matsyura O. V., Mal'tseva I. A., Andryushhenko YU. O., Gorlov P. I., Podorozhnyj S. M., Chesalin M. V., Chesalina T. L., Vinokurova S. V., Kirikova T. O., Dolinna O. M., Sal'nikova–Budenko Siokhin S. V. (2014) «Assessment of landscape and biological diversity by integrated biological indicators and markers» [Otsinka landshaftnogo ta biologichnogo rizmomanitya integral'nimi biologichnimi indikatorami ta markerami]. Melitopol', MDPU imeni B. Khmel'nits'kogo, 153 p.
  12. Cheroj A. I. (2013) «Possible climate change in the Danube Delta, Southwestern Ukraine» [Vozmozhnye klimaticheskie izmeneniya v del'te Dunaya, yugo-zapadnaya chast' Ukrainy] Visnik ONU. Ser. Geografichni ta geologichni nauki. T 18, vip. 3(19), Odessa, pp. 50-56.
  13. Borja A., Elliott M., Andersen, T., Berg J., Carstensen B. S., Halpern, A., Heiskanen S., Korpinen J. S., Stewart Lawndes G., Martin G., Rodriguez-Ezpeleta, N. (2016) Overview of integrative assessment of marine systems: the ecosystem approach in practice. *Frontiers in Marine Science* Vol. 3, Article 20, pp. 1-20.
  14. DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy (MSFD, 2008/56/EC), (2008).
  15. Moncheva S. (2014) *State of Environment Report of the Western Black Seabased on Joint MISIS cruise (SoE–BS)*. In editor: Moncheva S., Boicenco L., MISIS Joint Cruise Scientific 4 Report. 401 p.