



УДК 574.5(262.5.05)
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.25>

АБІОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕКОСИСТЕМ МИСІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

О. К. Виноградов¹, Ю. І. Богатова², І. О. Синьогуб³

У статті проаналізовано та узагальнено відомості про утворення, трансформацію та абіотичні особливості кам'яних мисів у бідній твердими субстратами північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ). Дослідження екосистем мисів (ЕМ) – тверді субстрати, гідродинаміка, якість водного середовища, проводили в Одеському морському регіоні у 1991–2021 рр. У літературних джерелах миси, як особливий тип екосистем, раніше не розглядалися. Відповідно до сучасних уявлень, кам'яні миси є компонентами глобального прибережно-шельфового біотопу перифіталі. У ПЗЧМ вони формуються в контактній зоні «суша – море – атмосфера» у процесі трансгресії, зсувів та розмиву м'яких ґрунтів. Кам'яні миси виконують роль каркасу берегової лінії, утримуючи піщані пересипи лиманів та пляжі від розмиву під час уздовжберегової міграції наносів. ЕМ знаходяться в динамічному зв'язку з пухкими донними ґрунтами, що примикають до них, відрізняються найбільшою біотопічною різноманітністю серед усіх прибережних екосистем. Для ЕМ характерна стабільність (десятиліття, століття) великих уламків, мінливість (тижні, місяці) пухких опадів та висока динамічність водної маси (години, доби). Миси знаходяться під впливом вітрів, хвиль, течії, що забезпечує вентиляцію їх екосистем, переешкоджає накопиченню метаболітів, зараженню всієї водної товщі H_2S і розвитку гострої гіпоксії, створює сприятливі умови для гідробіонтів з різних систематичних груп за температурою, солоністю, вмістом розчиненого O_2 , величиною рН. У випадках виходу сірководню на прибережні мілководдя, ЕМ стають резерватами для гідробіонтів, що населяють сусідні екосистеми. Показано, що миси відіграють надзвичайно важливу роль у збереженні біот і самі потребують спеціальної охорони.

Ключові слова: миси, твердий субстрат, перифіталі, абіотичні особливості, північно-західна частина Чорного моря.

¹ доктор біологічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
(ДУ «Інститут морської біології НАН України», м. Одеса)
ORCID: 0000-0002-5031-6316

² кандидат географічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
(ДУ «Інститут морської біології НАН України», м. Одеса)
e-mail: bogatovayu@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0753-1122

³ старший науковий співробітник
(ДУ «Інститут морської біології НАН України», м. Одеса)
ORCID: 0000-0003-4787-1332

ABIOTIC FEATURES OF CAPE ECOSYSTEMS OF THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA

O. K. Vinogradov, Yu. I. Bogatova, I. O. Synyogub

The information on the formation, transformation and abiotic features of rocky capes in the northwestern part of the Black Sea (NWBS) poor with hard substrata was analyzed and summarized. Studies of cape ecosystems (CE) – solid substrates, hydrodynamics, water environment quality, were conducted in 1991–2021 in the sea region of Odessa. Literature sources have not previously considered capes as a special type of ecosystems. According to current consensus, rocky capes are components of the global coastal-shelf biotope of the periphytal. In the NWBS they are formed in the «land – sea – atmosphere» contact zone during the process of transgression, landsliding and erosion of soft soils. Rocky capes act as skeleton for the coastline, protecting the sandy banks of estuaries and beaches from erosion during the longshore migration of sediments. CE are in dynamic relationship with the loose bottom soils adjacent to them and are characterized by the greatest biotope diversity among all coastal ecosystems. CE are characterized by the stability (decades, centuries) of large fractions, the variability (weeks, months) of loose deposits and the high dynamics (hours, days) of the water mass. Capes are under the influence of winds, waves and currents, all of which provide ventilation of their ecosystems. They also prevent the accumulation of metabolites, the contamination of the entire water column with H₂S and the development of acute hypoxia. Finally, they create favorable conditions for hydrobionts from different systematic groups in terms of temperature, salinity, dissolved O₂ content and pH value. In cases of H₂S release into coastal shallow waters, CE become a refuge for the hydrobionts inhabiting adjacent ecosystems. Overall, CE play an extremely important role in the preservation of biota and therefore require special protection measures.

Key words: capes, hard substrate, periphytal, abiotic features, northwestern part of the Black Sea.

Вступ

Серед усіх морських прибережних біогеоценозів найбільшою різноманітністю біотопів і біот відрізняються коралові та скелясто-кам'янисті (Briggs, 1995; Veron, 1995; Шуйський, 2000; Протасов, 2011). У прибережній зоні Світового океану з глибинами до 65 м тверді субстрати займають лише 4% площі дна (Hall, 2002).

Котловина Чорного моря формувалась як міжгірська геосинкліналь, що прогиналась між гірськими системами Криму на півночі, Кавказу на сході та Понтійськими горами на півдні. Береги тут скелясто-кам'янисті (Vespremeanu & Golumbeanu, 2018; Bosneagu, 2022). Північно-західна частина Чорного моря (ПЗЧМ) розташована на захід від лінії, яка з'єднує великі кам'янисті миси Тарханкут (Україна) та Каліакра (Болгарія), і на відміну від інших регіонів бідна на кам'янисті субстрати. Тверді субстрати у ПЗЧМ зосереджені переважно у екосистемах мисів, розташованих перпендикулярно до берегової лінії та у грядях випирання, які утворюються при зсувах паралельно берегу. Використовуючи ландшафтно-біотопічний підхід, ми виділяємо у прибережній смузі ПЗЧМ схожі за багатьма ознаками групи екосистем: 1 – мисів, 2 – піщаних заток між мисами, 3 – піщаних пересипів лиманів, 4 – лиманів та лагун, 5 – гирл річок. Серед

них тільки в екосистемах мисів (ЕМ) є великі скупчення різних за розмірами уламків каміння, які смугою простягаються до глибин 8–10 м і височіють над дном на різну висоту. На скупченнях формуються поселення водоростей-макрофітів і двостулкових молюсків, які з одного боку є компонентами біоценозів, а з іншого – є субстратом для різних гідробіонтів. З усіх боків миси оточені пухкими ґрунтами і мають вигляд анклавів. Утворюються миси в ПЗЧМ як результат трансгресії, зсувів, розмиву берегів штормовими хвилями і течіями. Біотопи мисів входять до складу прибережно-шельфового біотопу, а пухких ґрунтів – бенталі. Кам'янисті ділянки мисів знаходяться в динамічному зв'язку з оточуючими пухкими ґрунтами то наступаючи на них, то відступаючи. Між ними утворюються перехідні екотонні зони де є як тверді субстрати, так і плями пухких ґрунтів. Завдяки цьому в ЕМ є умови виживання для представників епіфауни і інфауни. Ми пропонуємо розглядати миси ПЗЧМ як особливий тип екосистем з найбільшим різноманіттям біотопів і біоценозів серед усіх природних прибережних екосистем.

У ПЗЧМ, якщо рухатись с заходу на схід, найбільш примітними є миси: Каліакра, Бурнаський, Санжейський, Великий Фонтан, Малий Фонтан, Ланжерон, Одеський Північний, Дофінівський,

Григорівський, Сичавський, Карабуш, Аджияск, Очаківський, Прибійний та Тарханкут. Миси ПЗЧМ знаходяться на різних стадіях руйнування і на різній відстані один від одного. Для фізичної географії кожний мис це ландшафт, а для екологів це екосистема. Морський берег є контактною зоною «суша – море – атмосфера», а миси є часткою його літоконтура (Зайцев, 2008). У літературних джерелах миси ПЗЧМ, як особливий тип екосистем, раніше не розглядалися. Такий підхід було запропоновано нами у 2017 р. (Vinogradov et al., 2018; Виноградов та ін., 2020).

Метою цієї статті було на підставі аналізу опублікованих даних, фондових матеріалів Інституту морської біології НАН України та багаторічних натурних спостережень узагальнити абіотичні особливості екосистем мисів ПЗЧМ, а також привернути увагу дослідників до їх вивчення.

Об'єкт дослідження – екосистеми мисів.

Актуальність досліджень пов'язана з наростаючим антропогенним впливом на прибережні екосистеми та дефіцитом твердих субстратів (ТС) природного походження у ПЗЧМ. У випадках негативних процесів, які можуть протікати у прилеглих екосистемах, ЕМ стають резерватами для різних видів гідробіонтів, останнім прихистком для рідкісних і зникаючих видів.

Отримана інформація може бути використана при розробці заходів охорони та реконструкції прибережних екосистем перифіталі.

Матеріал та методи

Дослідження ЕМ проводили в Одеському морському регіоні ПЗЧМ у 1991–2021 рр. з травня по жовтень на мисах Великий Фонтан, Малий Фонтан, Ланжерон, Одеський Північний. Головними методами були: візуальні спостереження за допомогою легковололазного спорядження, стандартні визначення прозорості, температури, солоності, вмісту розчинених у воді O_2 , H_2S , величини рН.

Результати та обговорення

Геоморфологічні особливості екосистем мисів

Миси у ПЗЧМ виникають на відкритих ділянках берегів в наслідок дії різних природних чинників – трансгресія, коливання рівня моря, шторми, течії та інші. Кореневі частини мисів складаються із червоних глин, які легко розмиваються, і шарів понтійського вапняку і височіють над рівнем моря на 30–40 м і більше, прикриваючи

миси від північних вітрів. Надводні і підводні частини мисів складаються із великих монолітів, брил, валунів. У підводній частині мисів, крім великих уламків оброблених морем, є скупчення гальки і піску різної крупності. При сильних штормах, дрібні валуни і галька бомбардують великі уламки руйнуючи їх, а пісок їх шліфує. Для представників епіфауни і риб головними якостями великих уламків, як субстратів, є твердість і нерухомість. На глибинах до 2 м сильні шторми знищують майже повністю перифітон. Смуги з великих уламків простягаються до глибин 8–10 м, де дія штормів вже малопомітна, але там уламки поступово заносяться пухкими ґрунтами. Великі уламки височують над дном на різну висоту, утворюючи складний рельєф. Між камінням, під камінням і щілинах виникають різні укриття, які використовуються гідробіонтами (Карапеткова і Живков, 2006; Мовчан, 2011).

На рис. 1 і 2 показана узагальнена схема ЕМ при розгляді зверху та збоку. Ми виділяємо кореневу частину, що висунута з кліфу і знаходиться на бенчі; саме тіло мису, що частково знаходиться над і під водою; переферійні (бічні) частини разом з екотонними зонами, та край. До ЕМ відноситься і водна товща.

У зазначеній водній товщі також виділяємо присубстратний шар до 1 м, а на ділянках с глибинами більше 3 м – поверхневий шар завтовшки 2 м. У цих шарах відбуваються зміни деяких важливих для гідробіонтів абіотичних факторів. При глибинах 5–10 м у товщі води в штільову погоду у весняно-літній період може формуватися пікноклін, що ускладнює вертикальне перемішування води і може призводити до гіпоксії і виходу сірководню із пухких опадів.

Вплив абіотичних особливостей ЕМ не обмежується площею зайнятою ними, а поширюється на прилегли екосистеми з пухкими ґрунтами (Begun et al., 2022). Надводні частини мисів створюють вітрові та хвильові тіні, а підводні – гальмують придонні течії, створюють умови для апвелінгу з одного боку, та даунвелінгу з іншого, і таким чином формують трофічні зони і розподіл зообентосу.

Площа підводних частин мисів, наприклад, Каліакра, Констанца, Великий Фонтан, Аджияск, Тарханкут, може становити десятки гектарів. З часом миси руйнуються і пухкі ґрунти повністю їх ховають.

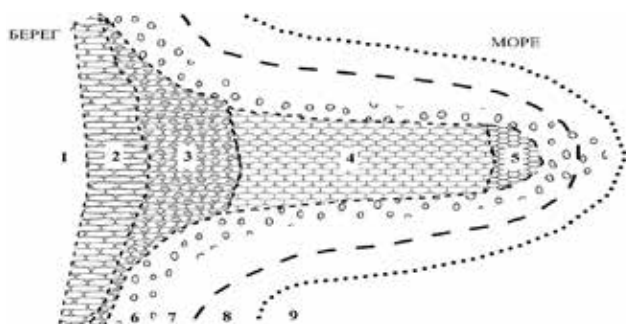


Рис. 1. Узагальнена схема екосистеми розпластаного кам'яного мису (вид зверху): 1 – кліф, 2 – бенч, 3 – надводна частина тіла мису, 4 – підводна частина тіла мису, 5 – край підводної частини, 6 – глибово-валунно-гальковий пояс, 7 – піщаний, піщано-черепашковий пояс, 8 – мулисто-піщаний пояс, 9 – пояс окислених та неокислених мулів

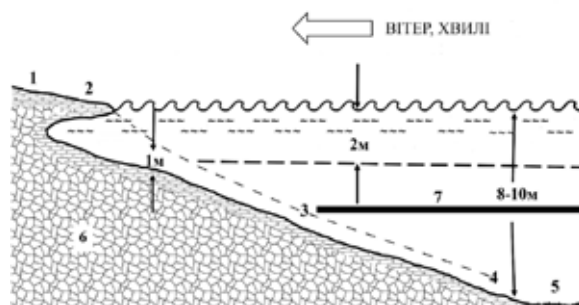


Рис. 2. Узагальнена схема екосистеми розпластаного кам'яного мису (вид збоку): 1 – коренева частина, 2 – надводна частина, 3 – підводна частина, 4 – край підводної частини, 5 – пухкі опади, 6 – тіло мису, 7 – пікноклін, 1 м – присубстратний шар води, 2 м – приповерхневий шар води, 8–10 м – глибина на краю мису

У мисів, які добре збереглися, є більш-менш чітка межа з оточуючими пухкими осадами. Співвідношення площ біотопів ТС та пухких ґрунтів у екосистемах різних мисів і у їх різних частинах можуть значно відрізнятися. Усі миси ПЗЧМ оточені пухкими ґрунтами, роль яких зростає в напрямку бічної периферії мисів і при віддаленні від берега. У міру віддалення від берега в море гранулометричний склад пухких опадів закономірно змінюється від крупно- до дрібнозернистих. Крупний пісок змінюється окисленим мулом, а далі недоокисленим.

Абіотичні особливості мисів

Найбільш важливими абіотичними особливостями середовища, як прибережної периферії, так і бенталі вважаються: характер донних субстратів, тиск (глибина), гідродинаміка, осушка, температура, солоність, освітленість, вміст O_2 , H_2S , величина рН.

Абіотичні відмінності ЕМ стають зрозумілішими при порівнянні їх з екосистемами пухких ґрунтів. О.О. Протасов (2011) порівняв значення головних абіотичних факторів для периферії та бенталі у відсотках від їх суми і показав, що для периферії значення таких чинників як субстрат, температури і світло складають 80 %, а для бенталі – 40%, тому що для бенталі головні фактори – субстрат, тиск (глибина) і кисень.

Спостереження свідчать, що навіть при наявності ТС, але рухомого, усі інші фактори для перифітонних організмів відходять на другий план. Також на нерухомому ТС при низькій гідродинаміці не вини-

кають багатовидові біоценози. На ТС на глибині 8–10 м через низку освітленість в ЕМ майже відсутні водорості-макрофіти і пов'язані з ними безхребетні. На глибині до 10 м зміна тиску не відіграє суттєвої ролі для гідробіонтів ЕМ. Коливання рівня моря в ЕМ можуть сягати 2,0 м, що призводить до осушки частини субстратів. Найбільший вплив штормових хвиль на донні субстрати спостерігається на глибинах від 0 до 5–6 м. На берегоутворюючі процеси в ЕМ діють хвилі і уздовжберегові течії, які викликають міграцію пухких наносів, вирівнювання берегової лінії і рельєфу. Завдяки високій обводненості, пухкі опади під дією гравітації набувають властивість плинності. Сповзання на більшій глибині донних опадів спостерігається у мулів, піску і навіть у більшій фракції. Великі хвилі можуть приводити у рух пухкі опади на глибину до 0,5 м, розкриваючи корінні породи бенча.

Гідродинамічний режим на підводних підняттях дна, якими і є кам'янисті ділянки мисів, завжди активніший ніж на рівному дні. Звичайна гідродинаміка підтримує в ЕМ ряд абіотичних факторів і перш за все концентрацію O_2 на сприятливому для гідробіонтів рівні. Кисень також продукується одноклітинними водоростями і водоростями-макрофітами. Його концентрація в ЕМ коливається від 3,0–4,0 до 15,0–17,0 мг·дм⁻³ (Північно-західна ..., 2006).

Прозорість води та освітленість донних субстратів часто залежить від гідродинаміки. Вона може підвищувати каламутність

і знижувати прозорість майже до нуля. Зазвичай прозорість води в ЕМ становить 1,0–2,0 м, а в тиху погоду і взимку перевищувати 3,0 м. Найбільш сприятливі умови освітлення в ЕМ припадають на глибини до 1,0–1,5 м.

Більшість ЕМ в ПЗЧМ у період паводків на річках знаходяться під впливом опріснення. Однак воно зазвичай охоплює приповерхневий шар води завтовшки до 2–3 м, а в придонному шарі солоність може взагалі не змінюватись. У різні сезони і в екосистемах різних мисів солоність може коливатись від 4,0–5,0 до 17,0–17,5‰ (Північно-західна ..., 2006).

У зимовий період в ЕМ на глибинах до 8–10 м температура води від поверхні до дна може знижуватись до 1–2 °С. У літні місяці на поверхні вода нагрівається до 28° С і більше, але вже на глибині 2 м вона рідка перевищує 22 – 23 °С.

Найбільш загрозу для біот прибережних екосистем ПЗЧМ несе періодичний вихід сірководню на мілководдя. Це явище спостерігається на піщаних ділянках берегів і призводить до масової загибелі безхребетних і риб. Сірководень утворюється в поверхневому шарі (1–2 м) пухких ґрунтів з великою концентрацією органічних речовин. На кам'янистих ділянках мисів він не утворюється і не накопичується. Сірководень надходить у прибережну зону із придонного шару глибоководної частини моря. Кам'янисті біотопи мисів височіють над рівним дном і під дію сірководню не потрапляють.

Величина рН морської води пов'язана з впливом температури, солоності, фотосинтезу, дихання, відкладення у опади іонів буферних систем (в основному карбонатів), газового обміну з атмосферою. Якщо в літку

у всій ПЗЧМ в останні роки величина рН коливається в діапазоні 7,7–9,3, то в ЕМ, завдяки їх абіотичним особливостям, вона зазвичай не перевищує 8,9 і не знижується нижче значення 7,7 (Північно-західна ..., 2006).

Можна констатувати, що не тільки наявність великих площ ТС і різноманіття екологічних ніш, а й більш сприятливі для гідробіонтів гідрологічні та гідрохімічні особливості мисів створюють умови для високого біорізноманіття. Враховуючи вказане, такі оселища потребують особливої охорони (Глумачний ..., 2017; Національний ..., 2018).

Однак, у зв'язку зі збільшеним забрудненням ПЗЧМ пластиком та іншим сміттям антропогенного походження, миси, завдяки своєму розташуванню та складності рельєфу дна, стали для них пастками та накопичувачами.

Висновки

Враховуючи абіотичні відмінності мисів ПЗЧМ від прибережних екосистем пухких ґрунтів їх слід розглядати як особливі екосистеми, які входять до прибережно-шельфового біотопу перифіталі.

В екосистемах мисів складаються і підтримуються на протязі більшості сезонів року найбільш сприятливі умови для виживання прибережних гідробіонтів із різних систематичних груп.

Завдяки абіотичним особливостям екосистем мисів, при виникненні негативних явищ у прилеглих до мисів екосистемах з пухкими ґрунтами, вони можуть ставати природними резерватами для рухомих безхребетних і риб.

Миси відіграють надзвичайно важливу роль у збереженні біот і самі потребують спеціальної охорони.

Список використаної літератури

- Виноградов К.О. Іхтіофауна північно-західної частини Чорного моря. Київ : Вид-во АН УРСР, 1960. 115 с.
- Виноградов О.К., Богатова Ю.І., Синьогуб І.О. Роль портів і судноплавства у формуванні морських біот (неповносолоні моря Європи). Київ : Наукова думка, 2020. 455 с.
- Зайцев Ю.П. Чорноморські береги України. Київ : Академперіодика, 2008. 242 с.
- Карпеткова М., Живков М. Рибите в Болгария. София : Гея-либрие, 2006. 215 с.
- Мовчан Ю.В. Риби України (визначник-довідник). Київ : Золоті ворота, 2011. 420 с.
- Національний каталог біотопів України. Київ: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. С. 13–35.
- Протасов А.А. Життя у гідросфері. Нариси із загальної гідробіології. Київ : Академперіодика, 2011. 704 с.
- Північно-західна частина Чорного моря: біологія та екологія. Київ: Наукова думка, 2006. 701 с.
- Глумачний посібник оселищ Резолюції №4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони (офіційна версія 2015 р.). Київ. 2017. 124 с.

Шуйський Ю.Д. Типи берегів Світового океану. Одеса : Астропринт, 2000. 480 с.

Begun T., Teacă A., Mureşan M., Quijón P. A., Menabit S., Surugiu V. Habitat and macrozoobenthic diversity in marine protected areas of the southern Romanian Black Sea coast. *Front. Mar. Sci.*, 2022. V. 9. P. 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.845507>.

Bosneagu R. Hydrobiological Elements Specific to the Black Sea: Black Sea Ecology /In: The Black Sea from Paleogeography to Modern Navigation. Springer, Cham. 2022. P. 295–315. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-88762-9>.

Briggs J.C. Global Biogeography. Elsevier. 1995. 454 p.

Hall S.J. The continental shelf benthic ecosystem: Current status, agents for change and future prospects. *Environmental conservation*. 2002. 29 (3). P. 350–374. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000243>.

Veron J.E.N. Corals in Space & Time. The Biogeography & Evolution of the Scleractinia. Ithaca, London: Cornell University Press (Comstock). 1995. 321 p.

Vespremeanu E., Golumbeanu M. The Black Sea: Physical, Environmental and Historical Perspectives. Springer Geography. Springer, Cham. 2018. 150 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70855-3>.

Vinogradov A.K., Bogatova Y.I., Synegub I.A. Periphytal zone subsystem of the marine ports aquatories. In: Ecology of Marine Ports of the Black and Azov Sea Basin. Springer, Cham. 2018. P. 173–227. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63062-5>.

References (translated & transliterated)

Vynogradov, K.O. (1960). Ikhtiofauna pivnichno-zakhidnoji chastyny Chornogho morja [Ichthyofauna of the northwestern part of the Black Sea]. Kyiv: Vyd-vo AN URSR [in Ukrainian].

Vynogradov, O.K., Boghatova, Ju.I., & Synjoghub, I.O. (2020). Rolj portiv i sudnoplavstva u formuvanni morsjkykh biot (nepovnosoloni morja Jevropy) [The role of ports and shipping in the formation of marine biota (non-saline seas of Europe)]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].

Zaytsev, Yu.P. (2008). Chernomorskiye berega Ukrainy [Black Sea coast of Ukraine]. Kyiv: Akadempriodika [in Ukrainian].

Karpetkova, M., & Zhyvkov, M. (2006). Rybyte v Bolgharyja [Fish of Bulgaria]. Sofyja: Ghejalybrye [in Bulgarian].

Movchan, Yu.V. (2011). Ryby Ukrainy (vyznachnyk-dovidnyk) [Fishes of Ukraine (reference guide)]. Kyiv: Zoloti vorota [in Ukrainian].

Kuzemko, A.A., Didukh, Ja.P., Onyshhenko, V.A., & Sheffer, Ja. (Eds.). (2018). Nacionaljnyj katalog biotopiv Ukrajinny [National catalog of biotopes of Ukraine]. Kyiv: FOP Klymenko Ju.Ja [in Ukrainian].

Protasov, A.A. (2011). Zhyttia u hidrosferi. Narysy iz zahalnoi hidrobiolohii [Life in the hydrosphere. Essays on general hydrobiology]. Kyiv: Akadempriodika [in Ukrainian].

Zaytsev, Yu.P., Aleksandrov, B.G., & Minichtva, G.G. (Eds.). (2006). Pivnichno-zakhidna chastyna Chornoho moria: biolohiia ta ekolohiia [North-Western Part of the Black Sea: Biology and Ecology]. Kyiv: Naukova Dumka [in Ukrainian].

Kuzemko, A., Sadoghursjka, C., & Vasylyjuk, O. (Eds.). (2017). Tlumachnyj posibnyk oselyshh Rezoljuciji № 4 Bernsjkoji konvenciji, shho znakhodjatsja pid zaghrozoju i potrebutj specialjnykh zakhodiv okhorony (oficijna versija 2015 roku) [Interpretive manual of settlements of Resolution № 4 of the Berne Convention, which are under threat and require special protection measures]. Kyiv [in Ukrainian].

Shujskyj, Ju.D. (2000). Typy bereghiv Svitovogho okeanu [Types of coasts of the World Ocean]. Odesa: Astroprynt [in Ukrainian].

Begun, T., Teacă, A., Mureşan, M., Quijón, P.A., Menabit, S., & Surugiu, V. (2022). Habitat and macrozoobenthic diversity in marine protected areas of the southern Romanian Black Sea coast. *Front. Mar. Sci.*, 9, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.845507> [in English].

Bosneagu, R. (2022). Hydrobiological Elements Specific to the Black Sea: Black Sea Ecology /In: The Black Sea from Paleogeography to Modern Navigation. Springer, Cham. P. 295–315. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-88762-9> [in English].

Briggs, J.C. (1995). Global Biogeography. Elsevier. 454 p. [in English].

Hall, S.J. (2002). The continental shelf benthic ecosystem: Current status, agents for change and future prospects. *Environmental conservation*, 29 (3), 350–374. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000243> [in English].

Veron, J.E.N. (1995). Corals in Space & Time. The Biogeography & Evolution of the Scleractinia. Ithaca, London: Cornell University Press (Comstock). 321 p. [in English].

Vespremeanu, E., & Golumbeanu, M. (2018). The Black Sea: Physical, Environmental and Historical Perspectives. Springer Geography. Springer, Cham. 150 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70855-3> [in English].

Vinogradov, A.K., Bogatova, Y.I., & Synegub, I.A. (2018). Periphytal zone subsystem of the marine ports aquatories. In: Ecology of Marine Ports of the Black and Azov Sea Basin. Springer, Cham. P. 173–227. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63062-5> [in English].

Отримано: 26.03.2024

Прийнято: 05.04.2024