

УДК 574.

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2019-21-07>

С. М. СНИГИРЕВ¹, канд. биол. наук, **А. В. ЧЕРНЯВСКИЙ¹**, **Е. А. НАУМ¹**,
А. А. ГАЛКИНА¹, **В. И. МЕДИНЕЦ¹**, канд. физ.-мат. наук, с. н. с., **Е. И. ГАЗЕТОВ¹**,
О. П. КОНАРЕВА¹, **П. М. СНИГИРЕВ¹**

¹Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

пров. Маяковского 7, м. Одеса, 65082, Україна

E-mail: snigirev@te.net.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3287-2519>

chernyavskiy.alexandr@gmail.com

naum_elizaveta@mail.ru

naska.halaim@gmail.com

medinets@te.net.ua

gazetov@gmail.com

o.konareva@onu.edu.ua

snigirev@te.net.ua

<https://orcid.org/0000-0002-2840-1418>

<http://orcid.org/0000-0001-7543-7504>

<https://orcid.org/0000-0002-5362-1973>

<https://orcid.org/0000-0001-5109-1975>

СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ В 2016-2017 ГГ.

Цель. Изучение современного состояния макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный в 2016-2017 гг.

Методы. Стандартные методы отбора, определения, оценки численности и биомассы макрозообентоса.

Результаты. Приведены результаты анализа биоразнообразия, структурных характеристик, таксономического состава макрозообентоса прибрежной зоны острова Змеиный. Исследована сезонная динамика его численности и биомассы. По метрикам макрозообентоса проведена оценка качества морской среды.

Выводы. Всего в 2016-2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный идентифицировано 132 таксона бентосных беспозвоночных 10-ти крупных таксономических групп макрозообентоса. Анализ таксономического состава выявил 1 вид Porifera (0,8%), 7 таксонов Cnidaria (5,3%), 3 таксона Platyhelminthes (2,3%), 1 таксон Nemertea (0,8%), 3 таксона Bryzoa (2,3%), 52 таксона Annelida (39,4%), 25 таксонов Mollusca (18,9%), 35 таксонов Arthropoda (26,5%), 2 таксона Echinodermata (1,4%) и 3 таксона Chordata (2,3%). Из 132 таксонов макрозообентоса 6 - занесены в списки Красной книги Украины, а 8 - в списки Красной книги Черного моря. Численность макрозообентоса изменялась в пределах от $0,317 \times 10^4$ (27.11.2016) до $16,943 \times 10^4$ (19.08.2016) экз./м² на рыхлом субстрате и в пределах от $2,683 \times 10^4$ (17.05.2016) до $30,725 \times 10^4$ (19.08.2016) экз./м² на каменистом; биомасса - от 0,017 (17.05.2017) до 34,857 (19.08.2016) кг/м² на рыхлом субстрате и от 1,531 (27.11.2016) до 46,147 (19.08.2016) кг/м² на каменистом. Максимальное развитие бентоса отмечено в летний период. Качество морской среды по индексам AMBI и M-AMBI оценено как хорошее (Good) в 21, удовлетворительное (Moderate) - в 2 случаях из 23. Средние значения индексов AMBI и M-AMBI для разных сезонов составили: май 2016 года - 2,56 и 0,59 соответственно; август 2016 года - 1,86 и 0,69 соответственно; ноябрь 2016 года - 1,70 и 0,71 соответственно; июнь 2017 года - 1,87 и 0,75 соответственно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макрозообентос, численность, биомасса, качество среды, остров Змеиный

Snigirov S. M., Chernyavskiy A. V., Naum E. A., Galkina A. A., Medinets V. I., Gazetov Ye. I., Konareva O. P., Snigirov P. M.

Odessa National I. I. Mechnikov University, Odessa, Ukraine

ZMIINYI ISLAND COASTAL ZONE MACROZOOBENTHOS STATE IN 2016-2017

Purpose. To study the state of macrozoobenthos in the Zmiinyi Island coastal zone in 2016-2017.

© Снигирев С. М., Чернявский А. В., Наум Е. А., Галкина А. А., Мединец В.И., Газетов Е. И., Конарева О. П., Снигирев П. М., 2019



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Methods. Standard methods of macrozoobenthos sampling, determination, number and biomass estimation.

Results. Results of analysis of biodiversity, structural characteristics and taxonomic composition of macrozoobenthos in the Zmiinyi Island coastal zone have been presented. Seasonal dynamics of its number and biomass has been studied. Assessment of marine environment quality has been performed based on the metrics of macrozoobenthos.

Conclusions. Altogether, 132 taxa of benthic invertebrates belonging to 10 biggest taxonomic groups of macrozoobenthos have been identified in the Zmiinyi Island coastal zone in 2016-2017. Analysis of taxonomic composition identified 1 species of Porifera (0.8%), 7 taxa of Cnidaria (5.3%), 3 taxa of Platyhelminthes (2.3%), 1 taxon of Nemertea (0.8%), 3 taxa of Bryzoa (2.3%), 52 taxa of Annelida (39.4%), 25 taxa of Mollusca (18.9%), 35 taxa of Arthropoda (26.5%), 2 taxa of Echinodermata (1.4%) and 3 taxa of Chordata (2.3%). Out of 132 macrozoobenthos taxa 6 are enlisted in the Red Data Book of Ukraine and 8 – in the Black Sea Red Data Book. Macrozoobenthos number varied from 0.317×10^4 (27.11.2016) to 16.943×10^4 (19.08.2016) ind/m² on soft substrate and from 2.683×10^4 (17.05.2016) to 30.725×10^4 (19.08.2016) ind/m² on rocky substrate; biomass varied from 0.017 (17.05.2017) to 34.857 (19.08.2016) kg/m² on soft substrate and from 1.531 (27.11.2016) to 46.147 (19.08.2016) kg/m² on rocky substrate. Maximal development of benthos was registered in summer period. Quality of marine environment on the AMBI and M-AMBI indices was assessed as Good in 21 cases out of 23 and as Moderate in 2 cases 2 out of 23. Mean values of AMBI and M-AMBI indices for different seasons made respectively: May, 2016 – 2.56 and 0.59; August, 2016 – 1.86 and 0.69; November, 2016 – 1.70 and 0.71; June, 2017 – 1.87 and 0.75.

KEYWORDS: macrozoobenthos, number, biomass, quality of environment, Zmiinyi Island

Снігірьов С. М., Чернявський О. В., Наум Е. О., Галкіна А. О., Медінець В. І., Газстов Є. І.,
Конарева О. П., Снігірьов П. М.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна

СТАН МАКРОЗООБЕНТОСУ В ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ ОСТРОВА ЗМІЙНИЙ У 2016-2017 РР.

Мета. Вивчення сучасного стану макрозообентосу в прибережній зоні острова Зміїний в 2016-2017 рр.

Методи. Стандартні методи відбору, визначення, оцінки чисельності і біомаси макрозообентосу.

Результати. Наведено результати аналізу біорізноманіття, структурних характеристик, таксономічного складу макрозообентосу прибережної зони острова Зміїний. Досліджено сезонну динаміку його чисельності і біомаси. За метриками макрозообентосу проведено оцінку якості морського середовища.

Висновки. Всього в 2016-2017 рр. в прибережній зоні острова Зміїний було ідентифіковано 132 таксони бентосних безхребетних 10-ти великих таксономічних груп макрозообентосу. Аналіз таксономічного складу виявив 1 вид Porifera (0,8%), 7 таксонів Cnidaria (5,3%), 3 таксони Platyhelminthes (2,3%), 1 таксон Nemertea (0,8%), 3 таксони Bryzoa (2,3%), 52 таксони Annelida (39,4%), 25 таксонів Mollusca (18,9%), 35 таксонів Arthropoda (26,5%), 2 таксони Echinodermata (1,4%) та 3 таксони Chordata (2,3%). Зі 132 таксонів макрозообентосу 6 – занесено до списків Червоної книги України, а 8 – до списків Червоної книги Чорного моря. Чисельність макрозообентосу змінювалась в межах від $0,317 \times 10^4$ (27.11.2016) до $16,943 \times 10^4$ (19.08.2016) екз./м² на пухкому субстраті та в межах від $2,683 \times 10^4$ (17.05.2016) до $30,725 \times 10^4$ (19.08.2016) екз./м² на кам'янистому; біомаса – від 0,017 (17.05.2017) до 34,857 (19.08.2016) кг/м² на пухкому субстраті і від 1,531 (27.11.2016) до 46,147 (19.08.2016) кг/м² на кам'янистому. Максимальний розвиток бентосу відмічено в літній період. Якість морського середовища за індексами AMBI та M-AMBI оцінено як хороша (Good) в 21, задовільна (Moderate) – в 2 випадках з 23. Середні значення індексів AMBI і M-AMBI для різних сезонів становили: травень 2016 року – 2,56 і 0,59 відповідно; серпень 2016 року – 1,86 і 0,69 відповідно; листопад 2016 року – 1,70 і 0,71 відповідно; червень 2017 року – 1,87 і 0,75 відповідно.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: макрозообентос, чисельність, біомаса, якість середовища, острів Зміїний

Введение

Первые исследования макрозообентоса прибрежных вод острова Змеиный были проведены А.Д. Нордманом в первой половине XIX столетия [2]. В начале XX столетия бентос прибрежных вод острова изучали Г.О. Соляник, А. Borza, R. Calienescu [2].

В 1993-1999 гг. периодические исследования проводили сотрудники ОФ ИнБЮМ [3, 8]. С 2003 г. по настоящее время комплексные исследования макрозообентоса проводятся научной группой Одесского национального университета имени И.И. Мечни-

кова (ОНУ) [4, 11, 16]. Всего в прибрежной зоне острова Змеиный в период с 2003 по 2015 гг. было зарегистрировано 92 таксона бентосных беспозвоночных: 1 – губки (Porifera) (1,1%), 2 – актинии (Actinia) (2,2%), 1 – турбеллярии (Turbellaria) (1,1%), 1 – немертины (Nemertea) (1,1%), 16 – полихеты (Polychaeta) (17,8%), 1 – олигохеты (Oligochaeta) (1,1%), 2 – мшанки (Bryozoa) (2,2%), 40 – ракообразные (Arthropoda) (43,4%), в том числе 1 – усоногие раки (Cirripedia), 14 – десятиногие раки (Decapoda), 2 – анизоподы (Anizopoda), 6 – изоподы (Izopoda), 15 – амфиподы (Amphipoda) и некоторые другие. Моллюски (Mollusca) были представлены 1 видом панцирных (Polyplacophora) (1,1% таксономического состава), 8 – брюхоногих (Gastropoda) (8,9%) и 15 – двустворчатых (Bivalvia) (15,6%). В пробах также найдены 1 вид офиур (Ophiura) (1,1%) и 3 вида асцидий (Ascidacea) (3,3%).

Было показано [1, 3, 4, 8], что в результате антропогенного эвтрофирования и ряда других факторов макрозообентос северо-западной части Черного моря и, в частности, района о. Змеиный в последние десятилетия претерпел значительные изменения видового состава, численности, биомассы, характера распределения отдельных видов и сообществ. Наиболее значительные изменения были зарегистрированы на рыхлых

субстратах прибрежной зоны острова, а именно на мидийном ракушечнике и песке. С одной стороны, в районе острова достаточно регулярно наблюдалась гибель бентосных организмов в период заморозов, характерных для всей северо-западной части Черного моря. С другой – мидийные биоценозы пострадали от хищного моллюска рапаны (*Rapana venosa*), который в последнее время широко распространился в прибрежной зоне острова: на субстрате мидийный ракушечник (на глубинах 13-23 м) численность и биомасса живых мидий сократилась до 5 особей на 1 м² при общей биомассе 30-40 г на 1 м², а на субстратах песке, ракушечнике (глубина 15 м) живых мидий не было обнаружено вообще. По результатам [4, 11, 16] в 2004-2005 гг. суммарная биомасса макрозообентоса прибрежных вод острова Змеиный составляла не менее 8300 т, при этом доля мидий составляла 70-80%. Результаты исследований [16] показали, что площадь дна, на которой наблюдались плотные скопления мидий, уменьшилась с 78 га в 2004-2005 гг. до 19 га в 2010-2014 гг. При этом, суммарная биомасса макрозообентоса сократилась до 3700 т, что безусловно является следствием негативного влияния хищника рапаны.

Целью настоящих исследований являлось изучение состояния макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный.

Материал и методы исследований

Отбор проб макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный проводился в мае, августе и ноябре 2016 года и в июне 2017 года. Всего отобрано 24 пробы макрозообентоса (18 – в 2016 г. и 6 – в 2017 г.) на 18 станциях на глубинах от 0,5 до 32,5 м (рис.1).

Отбор пробы макрозообентоса проводили с использованием бентосной рамки, размером 10X10 см (S=0.01 м²) и размером сит – 150 мкм с погружением донные осадки до 5 см в трех повторностях [5, 7, 17, 18]. Пробу донных осадков с макрозообентосом фиксировали раствором 4% формалина [5, 7, 17, 18] и далее в полиэтиленовом пакете транспортировали в лабораторию.

Численность рапанов и крупных подвижных ракообразных на площади равной

1 м² на разных участках дна подсчитывали визуально [17, 18]. Также визуально оценивалась структура и состояние донного субстрата.

Одновременно с отбором проводом проводились измерения in-situ электропроводности (Е, мкСм/см), температуры (Т, °С), водородного показателя (рН, ед. рН), содержания растворенного в воде кислорода (О₂ %, мг/дм³) по стандартным методам наблюдений, отбора и обработки образцов, которые подробно описаны в монографии [4]. Определение местоположения станций отбора проб макрозообентоса проводилось с использованием портативного прибора спутниковой навигации «Magellan Explorist 300».

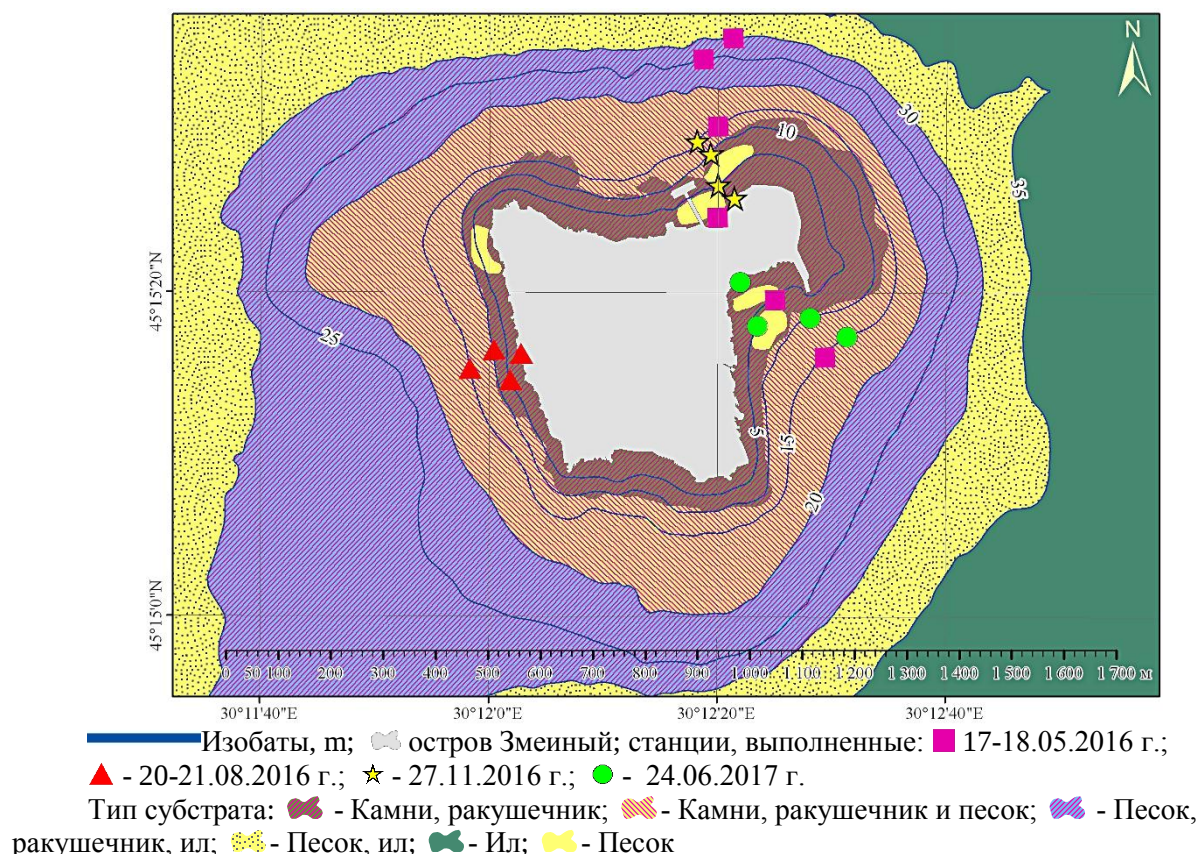


Рис. 1 – Расположение станций отбора проб макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный в 2016-2017 гг.

Первым этапом обработки проб макрозообентоса в лабораторных условиях была их промывка с использованием бентосных сит с ячейей 10, 4, 2, 1 и 0,5 мм, в результате чего проба была разбита на подпробы с разными размерами бентосных организмов. Далее отдельно анализировались крупные и мелкие формы донных организмов соответственно: визуально в чашках Петри и в пластиковых поддонах – крупные организмы, а с использованием бинокля МБС-10 и «Prig» и камеры Богорова – мелкие организмы [5, 7, 17, 18].

Видовой состав определялся в соответствии [6, 14, 19].

Для оценки видового разнообразия использовался показатель (индекс) Шеннона (H), а для оценки доминантности групп макрозообентоса – такие характеристики как-то: – встречаемость (O), численность (N), биомасса (B).

Качество морской среды оценивалось по показателям состояния и функциональности бентосного сообщества (обилие видов, биоразнообразие – индекс Шеннона, AMBI и M-AMBI) по шкалам, рекомендованным в работах [13, 14, 17].

Результаты исследования и их обсуждение

Всего в период исследований 2016–2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный было идентифицировано 132 таксона макрозообентоса (табл. 1): май 2016 г – 65 таксонов макрозообентоса, август 2016 г – 72 таксона, ноябрь 2016 г – 64 таксона, июнь 2017 г – 67 таксонов.

Анализ таксономического состава выявил 1 таксон губок Porifera (0,8%), 7 – кни-

дарий Cnidaria (5,3%), 3 – плоских червей Platyhelminthes (2,3%), 1 – немуртин Nemertea (0,8%), 3 – мшанок Bryzoa (2,3%), 52 – кольчатых червей Annelida (39,4%), 25 – моллюсков Mollusca (18,9%), 35 – членистоногих Arthropoda (26,5%), 2 – офиур Echinodermata (1,4%) и 3 по асцидий Chordata (2,3%).

Следует отметить, что по результатам единичных съемок, количество зарегистри-

Таблиця 1

Встречаемость видов макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный в 2016-2017 гг.

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			Май 2016	Август 2016	Ноябрь 2016	Июнь 2017
1.	Porifera gen. sp.	Porifera	+	+	+	+
2.	<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)	Cnidaria	+	+	+	+
3.	<i>Aglaophenia pluma</i> (Linnaeus, 1758)	Cnidaria	-	-	-	+
4.	<i>Diadumene lineata</i> (Verrill, 1869)	Cnidaria	-	+	+	-
5.	<i>Gonothyraea loveni</i> (Allman, 1859)	Cnidaria	-	-	+	-
6.	<i>Hydrodendron gracilis</i> (Fraser, 1914)	Cnidaria	-	+	+	+
7.	<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)	Cnidaria	+	+	+	-
8.	<i>Sagartia elegans</i> (Dalyell, 1848)	Cnidaria	-	+	+	-
9.	Platyhelminthes gen. sp.	Platyhelminthes	-	+	-	+
10.	Polycladida gen. sp.	Platyhelminthes	-	+	+	+
11.	Tricladida gen. sp.	Platyhelminthes	+	+	-	-
12.	Nemertea gen. sp.	Nemertea	+	+	+	+
13.	Bryozoa gen. sp.	Bryozoa	+	-	-	-
14.	<i>Conopeum seurati</i> (Canu, 1928)	Bryozoa	-	+	+	-
15.	<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll, 1803)	Bryozoa	-	+	+	+
16.	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	Annelida	-	+	+	+
17.	<i>Aonides paucibranchiata</i> Southern, 1914	Annelida	+	-	-	-
18.	<i>Aricidea</i> (<i>Aricidea</i>) <i>pseudoarticulata</i> Hobson, 1972	Annelida	-	+	-	-
19.	<i>Aricidea</i> (<i>Strelzovia</i>) <i>claudiae</i> Laubier, 1967	Annelida	-	-	+	+
20.	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	Annelida	-	+	+	+
21.	Capitellidae gen. sp.	Annelida	-	-	-	+
22.	<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	-	+	+	+
23.	<i>Eumida sanguinea</i> (Ørsted, 1843)	Annelida	-	+	-	+
24.	<i>Exogone naidina</i> Ørsted, 1845	Annelida	-	-	+	-
25.	<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	Annelida	-	-	-	+
26.	<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)	Annelida	-	-	-	+
27.	<i>Glycera alba</i> (O. F. Müller, 1776)	Annelida	+	-	+	+
28.	<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	+	-	-
29.	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	Annelida	+	-	+	+
30.	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	Annelida	-	-	+	-
31.	<i>Janua heterostrophia</i> (Montagu, 1803)	Annelida	-	+	-	+
32.	<i>Lagis neapolitana</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	-	-	-
33.	<i>Lindrilus flavocapitatus</i> (Uljanin, 1877)	Annelida	+	+	+	+
34.	<i>Malacoceros fuliginosus</i> (Claparède, 1870)	Annelida	+	-	-	-
35.	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	Annelida	+	-	-	-
36.	<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	Annelida	+	-	-	-
37.	<i>Microspio mecznikowianus</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	-	-	+
38.	<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1865)	Annelida	+	-	-	-
39.	<i>Neanthes fucata</i> (Savigny, 1822)	Annelida	-	-	+	-
40.	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818	Annelida	+	-	-	-
41.	Nereidae gen. sp.	Annelida	-	+	+	+
42.	<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	Annelida	-	+	+	-
43.	Oligochaeta gen. sp.	Annelida	+	+	-	-
44.	<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	Annelida	+	+	+	+
45.	<i>Pholoe inornata</i> (Johnston, 1839)	Annelida	+	-	+	+
46.	<i>Phyllodoce</i> (<i>Anaitides</i>) <i>maculata</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	-	+	-
47.	Phyllodocidae gen. sp.	Annelida	+	-	+	+
48.	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	Annelida	+	-	+	+

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			Май 2016	Август 2016	Ноябрь 2016	Июнь 2017
49.	<i>Polychaeta</i> gen. sp.	Annelida	-	-	+	+
50.	<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	Annelida	+	+	+	+
51.	<i>Prionospio cirrifera</i> (Wirén, 1883)	Annelida	+	+	+	+
52.	<i>Pterocirrus macroceros</i> (Grube, 1860)	Annelida	-	-	-	+
53.	<i>Pygospio elegans</i> (Claparede, 1863)	Annelida	+	-	-	-
54.	<i>Salvatoria limbata</i> (Claparede, 1868)	Annelida	-	+	+	-
55.	<i>Sphaerosyllis bulbosa</i> (Southern, 1914)	Annelida	+	+	+	+
56.	<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	Annelida	-	+	+	+
57.	<i>Spionidae</i> gen. sp.	Annelida	-	+	+	+
58.	<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	Annelida	+	-	-	-
59.	<i>Syllidae</i> gen. sp.	Annelida	-	-	-	+
60.	<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	Annelida	-	-	-	+
61.	<i>Syllis hyalina</i> Grube, 1863	Annelida	+	+	-	-
62.	<i>Syllis prolifera</i> Krohn, 1852	Annelida	-	-	-	+
63.	<i>Syllis</i> gen. sp.	Annelida	-	+	+	-
64.	<i>Syllis variegata</i> Grube, 1860	Annelida	-	-	+	+
65.	<i>Terebellides stroemii</i> Sars, 1835	Annelida	+	-	-	-
66.	<i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Philippi, 1844)	Annelida	-	+	-	-
67.	<i>Xenosyllides violacea</i> Perejaslavzeva in Jakubova, 1930	Annelida	-	-	-	+
68.	<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)	Mollusca	+	-	-	-
69.	<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	Mollusca	+	+	+	-
70.	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	Mollusca	-	-	-	+
71.	<i>Brachystomia eulimoides</i> (Hanley, 1844)	Mollusca	-	+	+	-
72.	<i>Calyptrea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	+	-	-	-
73.	<i>Cardiidae</i> gen. sp.	Mollusca	+	-	-	-
74.	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	-	+	-	-
75.	<i>Flexopecten glaber ponticus</i> (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1889)	Mollusca	-	+	-	-
76.	<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	Mollusca	-	+	+	-
77.	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	Mollusca	+	-	-	-
78.	<i>Lentidium mediterraneum</i> (O. G. Costa, 1830)	Mollusca	-	+	-	-
79.	<i>Lepidochitona cinerea</i> (Linnaeus, 1767)	Mollusca	+	+	+	+
80.	<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi, 1844)	Mollusca	+	+	+	-
81.	<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	-	-	-	+
82.	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	Mollusca	+	+	+	+
83.	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	Mollusca	+	+	+	+
84.	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	Mollusca	-	+	-	-
85.	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	Mollusca	+	-	-	-
86.	<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)	Mollusca	+	-	-	-
87.	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	Mollusca	-	+	+	+
88.	<i>Retusidae</i> gen. sp.	Mollusca	+	-	-	-
89.	<i>Setia valvatoidea</i> (Milaschewitsch, 1909)	Mollusca	-	+	-	-
90.	<i>Tergipes tergipes</i> (Forsskål in Niebuhr, 1775)	Mollusca	-	-	+	-
91.	<i>Tritia pellucida</i> (Risso, 1826)	Mollusca	-	-	-	+
92.	<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	-	-	+	-
93.	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	Arthropoda	+	-	-	-
94.	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	Arthropoda	+	+	+	+
95.	<i>Amphipoda</i> gen. sp.	Arthropoda	-	+	-	-
96.	<i>Ampithoe ramondi</i> (Audouin, 1826)	Arthropoda	-	+	+	+
97.	<i>Apseudopsis ostroumovi</i> Bacescu & Carausu, 1947	Arthropoda	+	-	-	-
98.	<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])	Arthropoda	+	+	+	+

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			Май 2016	Август 2016	Ноябрь 2016	Июнь 2017
99.	<i>Caprella acanthifera</i> (Leach, 1814)	Arthropoda	+	+	+	+
100.	Chironomidae gen. sp.	Arthropoda	-	-	-	+
101.	<i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)	Arthropoda	-	+	-	-
102.	<i>Crassikorophium bonellii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	+	+	-	+
103.	<i>Cymadusa crassicornis</i> (Costa, 1853)	Arthropoda	-	+	-	-
104.	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	Arthropoda	-	-	-	+
105.	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	Arthropoda	-	+	+	-
106.	<i>Dynamene bidentata</i> (Adams, 1800)	Arthropoda	+	+	+	+
107.	<i>Echinogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	+	+	+	+
108.	<i>Erichthonius difformis</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	-	+	-	+
109.	<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966	Arthropoda	-	+	-	-
110.	<i>Halocladius vitripennis</i> (Meigen, 1818)	Arthropoda	+	-	-	-
111.	<i>Hyale perieri</i> (Lucas, 1849)	Arthropoda	+	+	+	+
112.	<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)	Arthropoda	-	-	-	+
113.	<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878	Arthropoda	+	-	-	-
114.	<i>Jaera (Jaera) nordmanni</i> (Rathke, 1837)	Arthropoda	+	+	+	+
115.	<i>Jassa oia</i> (Bate, 1862)	Arthropoda	+	+	+	+
116.	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)	Arthropoda	+	-	-	+
117.	<i>Liocarcinus navigator</i> (Herbst, 1794)	Arthropoda	-	-	-	+
118.	<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	Arthropoda	+	+	+	+
119.	<i>Microdeutopus anomalus</i> (Rathke, 1843)	Arthropoda	+	-	-	-
120.	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (Costa, 1853)	Arthropoda	-	+	+	+
121.	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	Arthropoda	-	+	+	+
122.	<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1816)	Arthropoda	-	+	+	+
123.	<i>Rhithropanopeus harrisi</i> (Gould, 1841)	Arthropoda	+	-	-	-
124.	<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)	Arthropoda	+	+	-	-
125.	<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	Arthropoda	+	+	+	+
126.	<i>Tanais dulongii</i> (Audouin, 1826)	Arthropoda	-	+	+	-
127.	<i>Xantho poressa</i> (Olivier, 1792)	Arthropoda	+	+	+	+
128.	<i>Amphiura stepanovi</i> Chernyavskii, 1861	Echinodermata	+	-	-	-
129.	Holoturia gen. sp.	Echinodermata	-	+	-	-
130.	Ascidia gen. sp.	Chordata	-	+	-	-
131.	<i>Ascidella aspersa</i> (Muller, 1776)	Chordata	+	-	-	-
132.	<i>Branchiostoma lanceolatum</i> (Pallas, 1774)	Chordata	-	+	-	-
	Всего таксонов:	132	65	72	64	67
	Число новых таксонов, которые регистрировались в каждой последующей съемке, по сравнению с предыдущими			42	9	16

рованных таксонов макрозообентоса изменялось от 64 до 72, что составляло от 48 до 55% от общего количества таксонов, которые были обнаружены в пробах в период описываемого эксперимента. При этом пробы каждой очередной съемки содержали новые виды макрозообентоса, которые отсутствовали в предыдущих, что было нами зафиксировано в исследованиях, которые мы провели в Одесском заливе в 2016-2017 гг. [9] и подтверждает универсальность сделанного там вывода о том, что для полной объективной оценки характеристик биоразнообразия макрозо-

обентоса ежеквартальные наблюдения необходимо проводить не менее двух лет [9].

Учитывая, что в соответствии с литературными данными [4, 11] в прибрежной зоне острова Змеиный в период с 2003 по 2015 гг. всего было зарегистрировано только 92 таксона макрозообентоса, можно сделать вывод о том, что с увеличением количества обрабатываемых проб постоянно уточняется и пополняется видовой список, в первую очередь за счет редких немногочисленных видов, а также видов, определение

видовой принадлежности которых сопряжено с определенными трудностями.

Распределение таксонов макрозообентоса по типам донных субстратов неравномерно – на рыхлых субстратах в период исследований регистрировалось 115 таксонов макрозообентоса, что составляло 87,1 % от общего числа обнаруженных таксонов, а на каменистых субстратах – 78 таксонов (59,0 %).

В 2016-2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный регулярно регистрировались 4 вида вселенцев: голландский краб *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841), двустворчатые моллюски анадара *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) и мия *Mya*

arenaria (Linnaeus, 1758), а также брюхоногий моллюск рапана *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846).

Из 132 таксонов бентосных организмов, обнаруженных нами в 2016-2017 гг., 6 – занесены в списки Красной книги Украины [10], 8 – в списки Красной книги Черного моря [12] (табл. 2).

«Краснокнижные» виды крабов довольно часто попадают в жаберные сети во время лова рыбы. Согласно результатам наших исследований (табл.3), наибольшее количество особей крабов в сетях отмечено в декабре.

Таблица 2

Охраняемые виды макрозообентоса прибрежной зоны острова Змеиный

№	Таксон	Охранный статус
1	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758 ^(**)	ККУ, ККЧМ
2	<i>Carcinus mediterraneus</i> Czerniavsky, 1884 ^(*) (Травяной краб)	ККУ, ККЧМ
3	<i>Diogenes pugilator</i> Roux, 1828 (Рак отшельник или диоген)	ККЧМ
4	<i>Eriphia verrucosa</i> Forskal, 1775 (Каменный краб)	ККУ, ККЧМ
5	<i>Macropipus arcuatus</i> (Leach, 1814) ^(*) (Краб плавунец)	ККЧМ
6	<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1793) ^(*) (Мраморный краб)	ККУ, ККЧМ
7	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1758) (Волосатый краб)	ККУ, ККЧМ
9	<i>Xanto poressa</i> (Olivi, 1792) (Ксанто) ^(*)	ККУ, ККЧМ

Примечание: ККУ – Красная книга Украины [10], ККЧМ – Красная книга Черного моря [12];

(*) – вид отмечен визуально, (**) – визуально отмечены створки раковины особи

Таблица 3

Средняя численность крабов в прибрежной зоне острова Змеиный в 2016 – 2017 гг.

Вид	Средняя численность, экз./1 сеть длиной 75 м/1 сутки									Численность экз./м ² (по данным визуальных наблюдений)
	Год, месяц									
	2016									
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	V, VIII, XI
<i>X. poressa</i>	12	11	23	2	2	5	12	9	23	7-23 (D=3-12 м)
<i>M. arcuatus</i>	1	2	1	4	4	2	8	15	29	5-12 (D=10-15 м)
<i>E. verrucosa</i>	1	1	2	2	3	2	2	1	2	2-3 (D=3-12 м)
<i>C. aestuarii</i>	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1-2(D=10-15 м)
<i>P. hirtellus</i>	0	1	0	1	2	2	3	1	0	3-5 (D=3-10 м)
<i>P. mrmoratus</i>	2	1	7	4	3	6	9	1	1	2-57 (D=0 - 0,5 м)
Всего	16	17	33	13	15	17	17	28	54	
2017										
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	VI, VIII
<i>X. poressa</i>	-	8	17	4	8	9	10	6	11	5-15 (D=3-12 м)
<i>M. arcuatus</i>	-	2	0	5	0	0	4	13	8	5-10 (D=10-15 м)
<i>E. verrucosa</i>	-	0	5	3	3	0	2	2	0	до 5 (D=3-12 м)
<i>C. aestuarii</i>	-	1	1	0	1	0	3	1	0	1-2 (D=10-15 м)
<i>P. hirtellus</i>	-	0	0	0	2	3	3	0	0	5-10 (D=3-10 м)
<i>P. mrmoratus</i>	-	0	7	5	3	2	8	1	0	до 50 (D=0 - 0,5 м)
Всего	-	11	30	17	17	14	30	23	19	

Примечание: D – глубина проведения визуальных наблюдений.

Травяной краб *Carcinus aestuarii* Nordo 1847 и каменный краб *Eriphia verrucosa* Forskall, 1755 в прибрежной зоне острова Змеиный относительно немногочисленны, попадают в сети в теплое время года; волосатый краб *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761) является обычным видом; мраморный краб *Pachygrapsus marmoratus* Fabricius, 1787, краб-водолюб *Xantho poressa* (Olivi, 1792), краб-плавунец *Macropipus arcuatus* Leach, 1814 являются массовыми. Краб-водолюб наиболее часто отмечен в сетях в июле и декабре, плавунец – в декабре, мраморный краб – в июле и октябре.

Анализ временных распределений количества идентифицированных таксонов макрозообентоса и индекса биоразнообразия Шеннона (H) на двух типах донных субстратов – рыхлом (ил, песок, ракуша) и каменистом (камни, скалы) показал, что количественные показатели макрозообентоса в прибрежных водах у острова Змеиный имеют четко выраженный сезонный ход (табл. 4).

Количество таксонов макрозообентоса в пробах на рыхлых грунтах на разных глубинах изменялось следующим образом:

- в мае 2016 г от 15 (на глубине 12 м) до 32 (глубина 32,5 м), значение H макрозообентоса в этот период изменялось в пределах от 1,7 до 2,2, при среднем значении $1,9 \pm 0,2$;

- в августе 2016 г от 27 до 46 (глубина 10-15 м), H 1,2-1,7, при среднем значении $1,4 \pm 0,1$;

- в ноябре 2016 г от 18 до 20 (глубина 10-15 м), H 2,2-2,5, при среднем значении $2,3 \pm 0,3$;

- в июне 2017 г от 19 (глубина 5 м) до 33 (глубина 10 м), H 2,0-2,9, при среднем значении $2,6 \pm 0,1$.

На каменистом субстрате отмечена схожая динамика сезонных колебаний количества таксонов макрозообентоса и его биоразнообразия:

- в мае 2016 г от 14 до 16 (глубина от уреза воды до 5 м), значение H макрозообентоса в этот период изменялось в пределах от 1,4 до 1,8, при среднем значении $1,6 \pm 0,1$;

- в августе 2016 г составляло 36 таксонов, H – 1,4-1,7, при среднем значении $1,5 \pm 0,1$;

- в ноябре 2016 г от 19 до 39 (глубина до 5 м), H – 1,1-2,3, при среднем значении $1,8 \pm 0,2$;

- в июне 2017 г от 26 до 34 (глубина до 10 м), H – 1,7-2,3, при среднем значении $2,0 \pm 0,3$.

Анализ представленных данных показал, что практически на всех субстратах повышение температуры воды вызывало повышение количества видов макрозообентоса, так как, по нашим данным, в пробах увеличивалось количество теплолюбивых видов. Напротив, понижение температуры воды вызывало уменьшение числа видов макрозообентоса в пробах, так как, по нашему мнению, происходило перемещение глубины, больше чем глубина отбора бентосной рамкой (5-10 см).

В период исследований общая численность макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный изменялась:

- в мае 2016 г от $0,717 \times 10^4$ до $2,047 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $1,555 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 0,017 до 0,422 кг/м², при среднем значении 0,137 кг/м² соответственно;

- в августе 2016 г от $2,353 \times 10^4$ до $16,943 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $6,610 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 0,061 до 34,857 кг/м², при среднем значении 9,066 кг/м² соответственно;

- в ноябре 2016 г от $0,317 \times 10^4$ до $0,603 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $0,460 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 0,020 до 0,094 кг/м², при среднем значении 0,057 кг/м² соответственно;

- в июне 2017 г от $0,408 \times 10^4$ до $0,740 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $0,626 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 0,043 до 9,001 кг/м², при среднем значении 5,125 кг/м² соответственно.

На каменистом субстрате отмечена схожая динамика сезонных колебаний количественных показателей макрозообентоса:

- в мае 2016 г от $2,683 \times 10^4$ до $3,610 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $3,147 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 7,249 до 13,171 кг/м², при среднем значении 10,210 кг/м² соответственно;

- в августе 2016 г от $27,855 \times 10^4$ до $30,725 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $29,290 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 28,529 до 46,147 кг/м², при среднем значении 37,338 кг/м² соответственно;

- в ноябре 2016 г от $4,593 \times 10^4$ до $10,100 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении

Таблица 4

Количественные характеристики макрозообентоса и физико-химические показатели морской среды в прибрежной зоне острова Змеиный в 2016-2017 гг.

Дата	Код пробы	Глубина, м	Тип субстрата	T, °C	S, %	H	Кол-во таксонов	Сум.числ., 10 ⁴ экз/м ²	Сум.биом., кг/м ²
Рыхлый субстрат									
16.05.16	16Z-1-7-ZB-1	32,5	Песок, ракушечник, ил	6,9	18,030	2,2	32	1,793	0,147
16.05.16	16Z-1-7-ZB-2	32,5	Песок, ракушечник, ил	6,9	18,030	2,0	21	1,640	0,067
17.05.16	16Z-3-4-ZB-3	12,0	Песок, ракушечник	11,5	16,730	1,7	15	2,047	0,422
19.05.16	16Z-1-4-ZB-6	12,0	Песок, ракушечник	11,5	16,730	1,7	18	1,577	0,017
19.05.16	16Z-1-6-ZB-7	25,0	Песок, ракушечник, ил	6,9	18,030	2,0	25	0,717	0,033
20.08.16	16Z-5-3-ZB-10	10,0	Песок, ракушечник	25,3	15,500	1,7	46	16,943	34,857
19.08.16	16Z-5-4-ZB-9	15,0	Песок, ракушечник	24,1	17,000	1,2	33	3,800	1,128
19.08.16	16Z-5-3-ZB-8	10,0	Песок, ракушечник	24,8	16,100	1,4	27	2,353	0,061
27.11.16	16Z-1-4-ZB-13	15,0	Песок, ракушечник	10,8	18,000	2,2	18	0,603	0,020
27.11.16	16Z-1-3-ZB-17	10,0	Песок, ракушечник	10,8	18,000	2,5	20	0,317	0,094
24.06.17	17Z-3-4-ZB-1	15,0	Песок, ракушечник	13,3	17,030	2,9	29	0,740	9,001
24.06.17	17Z-3-3-ZB-2	10,0	Песок, ракушечник	22,5	15,590	2,7	33	0,408	6,329
24.06.17	17Z-3-2-ZB-4	5,0	Песок, ракушечник	23,6	14,500	2,0	19	0,730	0,043
Каменистый субстрат									
17.05.16	16Z-3-2-ZB-4	6,0	Валуны, камни	16,4	14,500	1,4	14	2,683	13,171
18.05.16	16Z-1-2-ZB-5	0,5	Валуны, камни	16,3	14,070	1,8	16	3,610	7,249
20.08.16	16Z-5-2-ZB-11	5,0	Валуны, камни	25,5	15,300	1,4	36	30,725	46,147
20.08.16	16Z-5-1-ZB-12	0,5	Валуны, камни	26,0	15,200	1,7	36	27,855	28,529
27.11.16	16Z-1-3-ZB-14	10,0	Валуны, камни	10,8	18,000	2,1	39	4,780	15,089
27.11.16	16Z-1-2-ZB-15	5,0	Валуны, камни	10,1	18,000	2,3	35	4,593	11,549
27.11.16	16Z-1-1-ZB-16	0,5	Валуны, камни	10,1	18,000	1,1	19	10,100	6,925
24.06.17	17Z-3-3-ZB-3	10,0	Валуны, камни	22,5	15,600	1,7	34	5,747	17,751
24.06.17	17Z-3-2-ZB-5	5,0	Валуны, камни	23,6	14,500	2,3	32	2,697	29,848
24.06.17	17Z-3-1-ZB-6	1,0	Валуны, камни	24,2	14,440	2,0	26	4,570	1,531

$6,491 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 6,925 до 15,089 кг/м², при среднем значении 11,188 кг/м² соответственно;

- в июне 2017 г от $2,697 \times 10^4$ до $5,747 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $4,338 \times 10^4$ экз./м² и в пределах от 1,531 до 29,848 кг/м², при среднем значении 16,377 кг/м² соответственно.

По результатам обработки проб, на прибрежных станциях наиболее высокие значения численности и биомассы макрозообентоса на рыхлых субстратах были отмечены на глубине около 10 м., а на каменистом субстрате на глубинах от 0,5 до 5,0 м, в первую очередь, за счет моллюсков (численность), моллюсков и десятиногих ракообразных (биомасса).

В период исследований в прибрежной зоне острова Змеиный были идентифицированы представители 10 крупных таксономических групп макрозообентоса: Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Bryozoa, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, Chordata (табл. 1).

Наибольший вклад в общую численность и биомассу макрозообентоса как на рыхлых грунтах, так и на каменистом субстрате в прибрежной зоне острова Змеиный вносили представители двух таксономических групп Mollusca и Arthropoda (рис. 2-5).

Средние значения численности и биомассы Mollusca за весь период исследований 2016-2017 гг. в прибрежной зоне острова изменялись в пределах от 83,3 до 36577,8 экз./м² и от 24,81 до 11221,96 мг/м² на рыхлых грунтах, и в пределах от 15133 до 77400 экз./м² и от 10092,66 до 36898,66 мг/м² на каменистом субстрате соответственно. Максимальные значения численности и биомассы Mollusca (рис. 3-5) были зарегистрированы летом 2016 года на каменистых грунтах. Численность Arthropoda на каменистом субстрате достигала величин 209750 экз./м², а на рыхлых грунтах – не превышала 33889 экз./м². Пределы изменения биомассы членистоногих составляли: на каменистом субстрате от 83,78 до 593,72 мг/м², а на рыхлых субстратах от 15,26 до 777,53 мг/м². Пик развития Arthropoda отмечен в летне-осенний период (рис. 2-5). Средние значения численности и биомассы Porifera за весь период исследований 2016-2017 гг. на станциях мониторинга вокруг острова составляли 33,3 экз./м² и 0,05 мг/м² на рыхлых грун-

тах и 583,3 экз./м² и 51,0 мг/м² на каменистом субстрате соответственно. Наибольшие количественные показатели этой группы макрозообентоса были отмечены в летний период 2016 года. Вклад Cnidaria в сообщество макрозообентоса в 2016-2017 гг. был более существенен на каменистом субстрате – от 575,0 до 12677,8 экз./м² и от 1,10 до 19,94 мг/м² соответственно. На рыхлом субстрате численность и биомасса этой группы организмов не превышала 683,3 экз./м² и 0,65 мг/м² соответственно. Вклад Platyhelminthes существенен по численности – 66,7-300 экз./м² на рыхлых грунтах и до 950 экз./м² на каменистом субстрате, но не значителен по биомассе – 0,08-3,71 мг/м² на рыхлом субстрате и 0,17-1,40 мг/м² на каменистом. Вклад других групп не значителен.

Результаты проведенной нами оценки доминантности по трем основным характеристикам (встречаемости, численности и биомассе) основных групп макрозообентоса (табл. 5) показал, что по общему коэффициенту доминантности в порядке его снижения, основные группы макрозообентоса располагались в следующем порядке: Mollusca>Arthropoda>Annelida>Bryozoa>Platyhelminthes>Porifera>Nemertea>Cnidaria>Echinodermata.

Существенных изменений общего коэффициента доминирования отдельных групп макрозообентоса по сезонам не выявлено. Представители Echinodermata и Chordata были отмечены только весной и летом 2016 года.

Результаты оценки современного качества морской среды по индексам AMBI и M-AMBI прибрежной зоны острова Змеиный по метрикам макрозообентоса (табл. 6 и рис. 6), показали, что оценка «хорошее» (Good) была зарегистрирована в 21, а «удовлетворительное» (Moderate) – в 2 случаях из 23.

В среднем для разных сезонов года значения индексов AMBI и M-AMBI составили: в мае 2016 года – $2,56 \pm 1,08$ и $0,59 \pm 0,05$ соответственно; в августе 2016 года – $1,86 \pm 0,17$ и $0,69 \pm 0,07$ соответственно; в ноябре 2016 года – $1,70 \pm 0,57$ и $0,71 \pm 0,12$ соответственно; в июне 2017 года – $1,87 \pm 0,71$ и $0,75 \pm 0,10$ соответственно.

В целом по критериям MSFD качество среды по состоянию макрозообентоса оценено как хорошее в 21 случае из 23. В 2 случаях в мае 2016 года качество оценено как

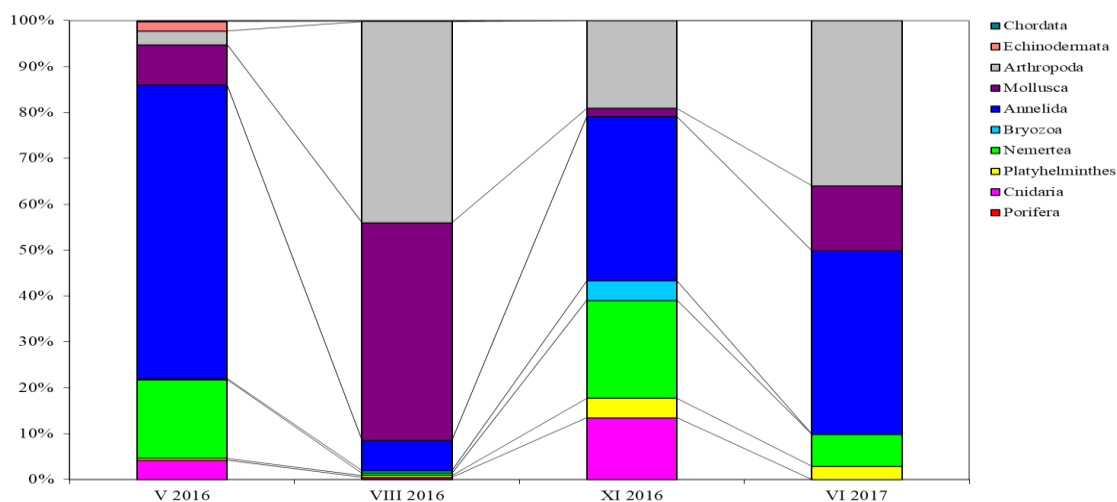


Рис. 2 – Относительный вклад отдельных групп в общую численность макрозообентоса в 2016-2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный в пробах, отобранных на рыхлых донных субстратах (ил, песок, ракушка)

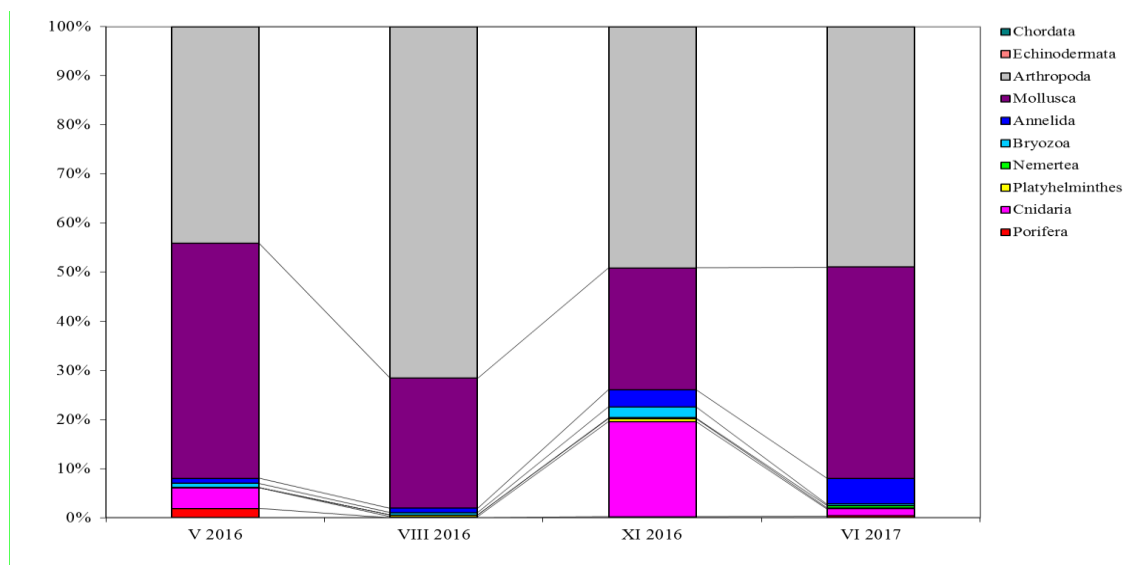


Рис. 3 – Относительный вклад отдельных групп в общую численность макрозообентоса в 2016-2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный в пробах, отобранных на каменистых донных субстратах (камни, валуны, скалы)

плохое. Именно в этот период прибрежные воды у острова испытывали наибольшее влияние стока реки Дунай, что, вероятно, могло негативно отразиться на состоянии бентосных сообществ этого региона. Зависимости показателя качества среды от глубины отбора пробы и от типа донного субстрата не выявлено.

Характеристики макрозообентоса прибрежной зоны острова Змеиный имеют определенные черты сходства с бентосным сообществом Одесского залива [9]. Основу таксономического состава бентоса сравниваемых районов составляют представители крупных групп Mollusca, Arthropoda и

Annelida. Таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса как в прибрежной зоне у острова Змеиный, так и в Одесском заливе имеют четко прослеживающийся сезонный ход с максимальным развитием бентоса в летний период.

В целом по критериям MSFD качество среды по состоянию макрозообентоса оценено как хорошее (GES) как в прибрежных водах у острова (в 91,3% случаев), так и в Одесском заливе (в 80,7% случаев). Зависимости показателя качества среды от глубины отбора пробы, а также от типа субстрата в этих районах не выявлено [9].

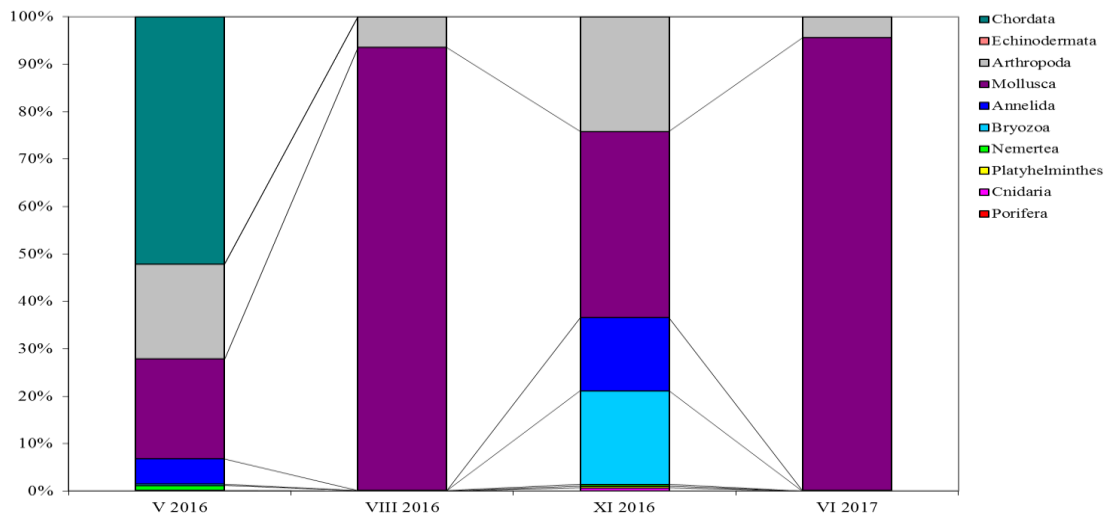


Рис. 4 – Относительный вклад отдельных групп в общую биомассу макрозообентоса в 2016-2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный в пробах, отобранных на рыхлых донных субстратах (ил, песок, ракуша)

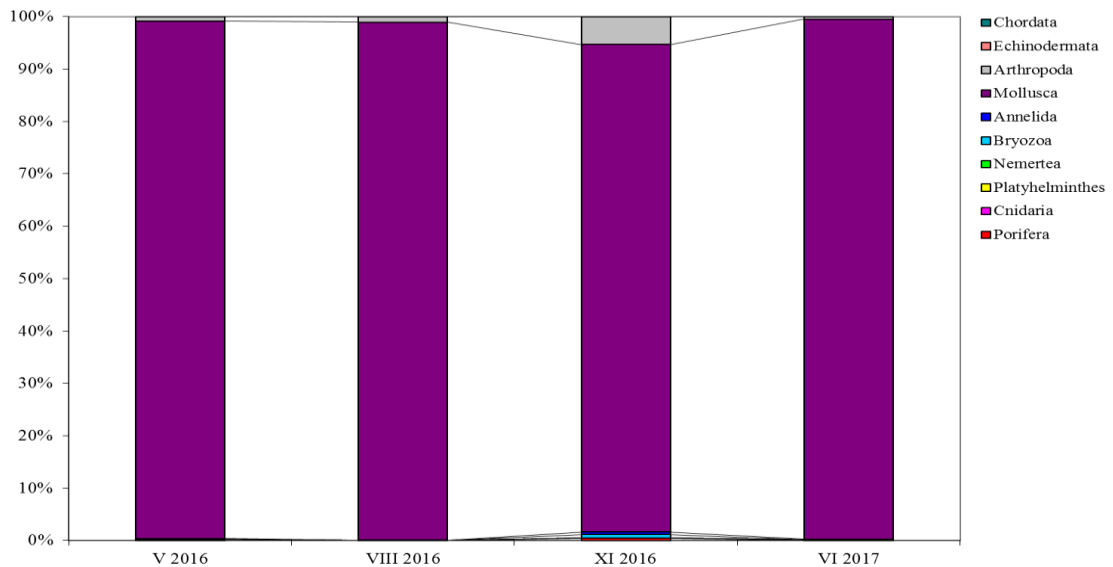


Рис. 5 – Относительный вклад отдельных групп в общую биомассу макрозообентоса в 2016-2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный в пробах, отобранных на каменистых донных субстратах (камни, валуны, скалы)

Выводы

Всего в период исследований 2016 - 2017 гг. в прибрежной зоне острова Змеиный было идентифицировано 132 таксона бентосных беспозвоночных 10 крупных таксономических групп макрозообентоса: Porifera (0,8% таксономического состава), Cnidaria (5,3%), Platyhelminthes (2,3%), Nemertea (0,8%), Bryozoa (2,3%), Annelida (39,4%), Mollusca (18,9%), Arthropoda (26,5%), Echinodermata (1,4%), Chordata

(2,3%). Из 132 таксонов бентосных организмов 6 – занесены в списки Красной книги Украины, 8 – в списки Красной книги Черного моря.

Анализ полученных результатов показал, что таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный имеют четко прослеживающийся сезонный ход с максимальным развитием бентоса в летний

Таблица 5

Доминантность 10 групп макрозообентоса прибрежной зоны острова Змеиный в 2016-2017 гг.

Период исследований	Таксономическая группа																													
	Porifera			Cnidaria			Platyhelminthes			Nemertea			Bryozoa			Annelida			Mollusca			Arthropoda			Echinodermata			Chordata		
	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В	О	Н	В
весна 2016	7	5	4	7	6	7	8	3	1	6	7	3	8	2	5	10	8	6	10	10	10	10	9	8	5	4	2	4	2	9
лето 2016	9	3	3	7	6	8	7	7	5	6	5	4	8	5	7	10	8	6	10	9	10	10	10	9	5	4	1	4	3	2
осень 2016	7	3	7	7	8	4	8	5	5	8	4	3	6	6	8	9	7	6	10	9	10	10	10	9	-	-	-	-	-	-
лето 2017	8	4	5	7	7	8	8	5	4	7	6	3	6	3	7	9	8	6	10	9	10	10	10	9	-	-	-	-	-	-
Общий коэф. доминантности	5,42			6,83			5,50			5,17			5,92			7,75			9,75			9,50			1,75			2,00		

Примечание: О – встречаемость, N – численность, B – биомасса макрозообентоса

Таблиця 6

Оценка качества морских вод по мультиметрическим индексам макрозообентоса прибрежной зоны острова Змеиный в 2016-2017 гг.

Дата	Код станции	Глубина, м	R	H	AMBI	M-AMBI	Качество среды	MSFD статус
16.05.16	16Z-1-7-ZB-1	32,5	32	2,2	3,5	0,66	Good	GES
16.05.16	16Z-1-7-ZB-2	32,5	21	2,0	4,0	0,52	Moderate	Non - GES
17.05.16	16Z-3-4-ZB-3	12,0	15	1,7	1,3	0,60	Good	GES
17.05.16	16Z-3-2-ZB-4	6,0	14	1,4	1,8	0,54	Moderate	Non - GES
18.05.16	16Z-1-2-ZB-5	0,5	16	1,8	1,6	0,64	Good	GES
19.05.16	16Z-1-4-ZB-6	12,0	18	1,7	2,2	0,56	Good	GES
19.05.16	16Z-1-6-ZB-7	25,0	25	2,0	3,5	0,58	Good	GES
19.08.16	16Z-5-3-ZB-8	10,0	27	1,4	2,0	0,79	Good	GES
19.08.16	16Z-5-4-ZB-9	15,0	33	1,2	1,9	0,63	Good	GES
20.08.16	16Z-5-3-ZB-10	10,0	46	1,7	1,8	0,63	Good	GES
20.08.16	16Z-5-2-ZB-11	5,0	36	1,4	2,0	0,69	Good	GES
20.08.16	16Z-5-1-ZB-12	0,5	36	1,7	1,6	0,73	Good	GES
27.11.16	16Z-1-4-ZB-13	15,0	18	2,2	2,6	0,60	Good	GES
27.11.16	16Z-1-3-ZB-14	10,0	39	2,1	1,7	0,83	Good	GES
27.11.16	16Z-1-2-ZB-15	5,0	35	2,3	1,6	0,82	Good	GES
27.11.16	16Z-1-1-ZB-16	0,5	19	1,1	1,0	0,59	Good	GES
27.11.16	16Z-1-3-ZB-17	10,0	20	2,5	1,6	0,73	Good	GES
24.06.17	17Z-3-4-ZB-1	15,0	29	2,9	2,1	0,82	Good	GES
24.06.17	17Z-3-3-ZB-2	10,0	33	2,7	1,9	0,84	Good	GES
24.06.17	17Z-3-2-ZB-4	5,0	19	2,0	1,4	0,76	Good	GES
24.06.17	17Z-3-3-ZB-3	10,0	34	1,7	3,0	0,57	Good	GES
24.06.17	17Z-3-2-ZB-5	5,0	32	2,3	1,9	0,78	Good	GES
24.06.17	17Z-3-1-ZB-6	1,0	26	2,0	0,9	0,75	Good	GES

Примечание: R – обилие вида; H – индекс биоразнообразия по Шеннону; AMBI и M-AMBI значения индексов AMBI и M-AMBI; Good – «хорошее», Moderate – «удовлетворительное» качество среды, GES (Good Environmental Status) – хороший природный статус

период. По результатам единичных съемок выявлено, что количество зарегистрированных таксонов на съемках менялось в пределах от 64 до 72, что составляло от 48 до 55% от общего количества таксонов, которые были обнаружены во всех пробах в период с июня 2016 г. до июня 2017 г. В мае 2016 года в пробах было отмечено 65 таксонов макрозообентоса, в августе – 72 таксона, в ноябре – 64 таксона, в июне 2017 года – 67 таксонов.

Был подтвержден зафиксированный нами в Одесском заливе в 2016-2017 гг. факт появления в каждой очередной съемке новых видов макрозообентоса, которые отсутствовали в предыдущих, что позволяет нам утверждать, что в разных районах для

полной объективной оценки характеристик биоразнообразия макрозообентоса ежеквартальные наблюдения необходимо проводить не менее двух лет.

На рыхлом субстрате отмечено 115 таксонов макрозообентоса (87,1 % обнаруженных у острова таксонов). Макрозообентос каменистого субстрата менее разнообразен – 78 таксонов (59,0 %). Число таксонов макрозообентоса в пробах на рыхлых грунтах на разных глубинах изменялось от 15 до 46; значение H макрозообентоса изменялось от 1,2 до 2,9. На каменистом субстрате отмечена схожая динамика сезонных колебаний количества таксонов макрозообентоса (от 14 до 39) и его биоразнообразия (H изменялся от 1,1 до 2,3).

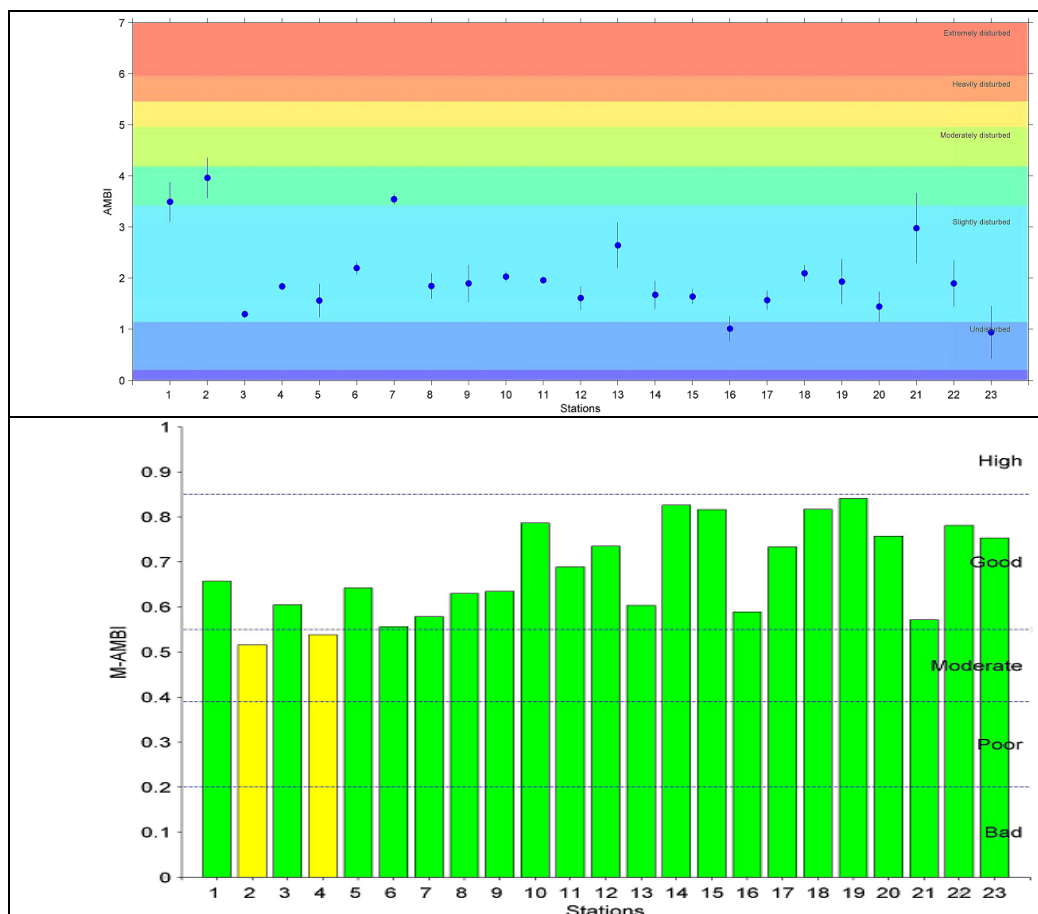


Рис. 6 – Экологический статус (ES) донных сообществ прибрежной зоны острова Змеиный, оцененный по индексам AMBI и M-AMBI

Количественные характеристики макрозообентоса в прибрежной зоне острова Змеиный изменялись в широких пределах: численность – от $0,317 \times 10^4$ (27.11.2016) до $16,943 \times 10^4$ (19.08.2016) экз./м² (рыхлые субстраты) и от $2,683 \times 10^4$ (17.05.2016) до $30,725 \times 10^4$ (19.08.2016) экз./м² (каменистые субстраты); биомасса – от 0,017 (17.05.2017) до 34,857 (19.08.2016) кг/м² (рыхлые субстраты) и от 1,531 (27.11.2016) до 46,147 (19.08.2016) кг/м² (каменистые субстраты).

Величины индексов AMBI и M-AMBI в 23 пробах макрозообентоса, которые характеризуют качество морской среды как «хорошее» были зафиксированы в 21 пробах. Средние значения индексов AMBI и M-AMBI в разные сезоны года составляли: в мае 2016 года – $2,56 \pm 1,08$ и $0,59 \pm 0,05$ соответственно; в августе 2016 года – $1,86 \pm 0,17$ и $0,69 \pm 0,07$ соответственно; в ноябре 2016 года – $1,70 \pm 0,57$ и $0,71 \pm 0,12$ соответственно; в июне 2017 года – $1,87 \pm 0,71$ и $0,75 \pm 0,10$ соответственно. В 91% проб по обилию видов; индекс Шеннону; AMBI и M-AMBI

качество морской среды соответствует оценке «хорошее» (GES). Лишь в 9% проб (май 2016 г.) наблюдалось «плохое» (Non – GES) состояние макрозообентоса.

Характеристики макрозообентоса прибрежной зоны острова Змеиный имеют определенные черты сходства с бентосным сообществом Одесского залива. Таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса в прибрежной зоне у острова Змеиный, также как и в Одесском заливе [9], имеют четко прослеживающийся сезонный ход с максимальным развитием бентоса в летний период.

Авторы благодарят Министерство образования и науки Украины и международный (EU-UNDP) проект EMBLAS – II (Улучшение мониторинга природной среды Черного моря) за финансовую поддержку в получении экспериментальных данных, что позволило нам в рамках научного проекта «Провести морские экосистемные исследования и разработать научную основу для внедрения директивы ЕС по морской стратегии», выполнить настоящее исследование.

Литература

1. Бушуев С. Г., Куракин А. П., Чичкин В. Н. Оценка запасов промысловых беспозвоночных (мидия, рапана) в прибрежной зоне о. Змеиный. *Екологічні проблеми Чорного моря: матеріали VI-го Симпозіуму*, (11 – 12 лист. 2004 р.), Одеса: ОЦНТЕІ, 2004. С. 80-84.
2. Виноградов К. А. Очерки по истории отечественных гидробиологических исследований на Черном море. / Отв. ред. Я. В. Ролл. АН УССР. Ин-т гидробиологии. Одес. биол. ст. Киев: Изд-во АН УССР, 1958. 152 с.
3. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Миничева Г. Г. и др. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Киев: Наукова думка, 2006. 701 с.
4. Медінець В. І., Чічкин В. М., Снігірев С. М. Макрозообентос. *Острів Зміїний. Екосистема прибережних вод*: монографія / за ред. В. І. Медінця. Одесса: «Астропринт», 2008. С. 144-158
5. Методические указания №36 / Под. Ред. Л. П. Жданова. Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 66.
6. Определитель фауны Черного и Азовского морей / Под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. Киев: Наук. Думка, 1968. Т.1, 1969. Т.2, 1972. Т.3.
7. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. А. В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 190 с.
8. Синегуб И. А. Макрозообентос прибрежных вод острова Змеиный (Черное море). *Екологіческая безопасність прибережної і шельфової зон і комплексне використання ресурсів шельфа*. НАН України, МГІ, ОФ ІнБЮМ. Севастополь, 2001. С. 301-315.
9. Снігірев С. М., Чернявський А. В., Наум Е. А., Галкіна А. А., Медінець В. І., Газетов Е. І., Конарева О. П., Снігірев П. М. Состояние макрозообентоса в прибрежных водах Одесского залива в 2016-2017 гг. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. Вип. 31. С. 40-56.
10. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
11. Чичкин В. Н., Куракин А. П. Митилиды о. Змеиный. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Біологія. Спец. Вип. «Гідроекологія»*. 2005. Вип. 4 (27). С. 264-266.
12. Black Sea Red Data Book / Ed. by H. J. Dumont. New York: United Nations Office for Project Services, 1999. 413 p.
13. Borja, A., 2006. The new European Marine Strategy Directive: Difficulties, opportunities, and challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 239-242.
14. Borja, Á., I. Galparsoro, X. Irigoien, A. Iriondo, I. Menchaca, I. Muxika, M. Pascual, I. Quincoces, M. Revilla, J. Germán Rodríguez, M. Santurtún, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 2011. 62: 889-904.
15. Poppe G. T. and Goto Y. (1991) European seashells. Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda. Volume 1. Wiesbaden: Hemmen, 352 pp.
16. Snigirev S. , Medinets V. , Chichkin V., Sylantyev S. Rapa whelk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea. *Aquatic Invasions*. 2013. Vol. 8, No 3, P. 289-297.
17. Todorova V., Prodanov, B., Dimitrov L., Kotev I. (2013) Initial Assessment of the marine environmental status according to art. 8 of the Regulation for marine environmental protection. URL:https://www.academia.edu/10234304/INITIAL_ASSESSMENT_OF_THE_TECHNOGENIC_PRESSURE_IN_THE_MEDIOLITTORAL_ZONE_OF_THE_BULGARIAN_BLACK_SEA_COAST
18. Todorova V. and Konsulova T., Manual for quantitative sampling and sample treatment of marine-soft bottom macrozoobenthos. 2005. 38 p.
19. World Register of Marine Species (WoRMS). URL: <http://www.marinespecies.org/>

References

- Bushuev, S. G., Kurakin, A. G., Chichkin, V. N. (2004). Assessment of stock of commercial invertebrates (rapa whelk, mussels) in the Zmiinyi Island coastal zone. *Ecological Problems of the Black Sea: 6th Symposium, 11 – 12 October, 2004*. Odessa: OTsNTEI. 80-84. (In Russian).
- Vinogradov, K. A. (1958). Sketch-book on the history of hydrobiological studies of the Black Sea. Kiev: Publisher of the Academy of Sciences of the UkrSSR. (In Russian).
- Zaitsev, Yu. P., Aleksandrov, B. G., Minicheva, G. G. et al. (2006) North-Western Black Sea: hydrology and ecology. Kiev: Naukova Dumka. 701. (In Russian).
- Medinets, V. I., Chichkin, V. M., Snigirev, S. M. (2008). Zmiinyi Island: Ecosystem of coastal waters : Monograph. Odessa, Astroprynt. (In Ukrainian).

- Zhdanov, L. P. (Ed.). Methodological guidelines No.36. (1971). Leningrd : Gidrometeoizdat. (In Russian).
- Mordukhay-Boltovsky F. D. (Ed.). (1972). Identification guide of the Azov and Black Seas fauna. Kiev. Naukova Dumka, 1-3. (In Russian).
- Tsyban A. V. (Ed.). (1980). Manual on methods of biological analysis of sea water and sediments. Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian).
- Sinegub, I. A. (2001). Macrozoobenthos of the Zmiinyi Island (Black Sea) coastal waters. In : *Environmental safety of the coastal and shelf zones and integrated management of shelf resources* (pp. 301-315). NASU, MHI, OB IBSS. Sevastopol. (In Russian).
- Snigirev, S. M., Chernyavskiy, A. V., Naum, E. A., Galkina, A. A., Medinets, V. I., Gazyetov, Ye. I., Konareva, O. P., Snigirev, P. M. (2019). State of macrozoobenthos in Odessa Bay coastal waters in 2016-2017. *Man and environment. Issues of neoecology*, (31), 40-56. (In Russian).
- Akimov, I. A. (Ed.). (2009). Red Data Book of Ukraine. Fauna. Kyiv: Globalkonsalting. (In Ukrainian).
- Chichkin, V. N., Kurakin, A. P. (2005). Mussels of the Zmiinyi Island. *Proceedings of Ternopol National Pedagogical University. Series: Biology. Special edition "Hydroecology"*, 4 (27), 264-266. (In Russian).
- Dumont, H. J. (Ed.). (1999). Black Sea Red Data Book. New York: United Nations Office for Project Services.
- Borja, A., (2006). The new European Marine Strategy Directive: Difficulties, opportunities, and challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 239-242.
- Borja, Á., Galparsoro, I., Irigoien, X., Iriondo, A., Menchaca, I., Muxika, I., Pascual, M., Quincoces, I., Revilla, M., Germán Rodríguez, J., Santurtún, M., Solaun, O., Uriarte, A., Valencia, V., Zorita, I. (2011). Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 889-904.
- Poppe, G.T. and Goto, Y. (1991). European seashells. Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogaster, Gastropoda. 1. Wiesbaden: Hemmen.
- Snigirov, S., Medinets, V., Chichkin, V., Sylantyev, S. (2013). Rapa whelk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea. *Aquatic Invasions*, 8 (3), 289-297.
- Todorova, V., Prodanov, B., Dimitrov, L., Kotsev, I. (2013) Initial Assessment of the marine environmental status according to art. 8 of the Regulation for marine environmental protection. Retrieved from https://www.academia.edu/10234304/INITIAL_ASSESSMENT_OF_THE_TECHNOGENIC_PRESSURE_IN_THE_MEDIOLITTORAL_ZONE_OF_THE_BULGARIAN_BLACK_SEA_COAST
- Todorova, V. and Konsulova, T. (2005). Manual for quantitative sampling and sample treatment of marine-soft bottom macrozoobenthos.
- World Register of Marine Species (WoRMS). (2019). Retrieved from <http://www.marinespecies.org/>

Надійшла до редколегії 11.10.2019

Прийнята 20.12.2019