

УДК 574.583

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

¹ Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

проект. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна

E-mail: snigirev@te.net.ua <https://orcid.org/0000-0003-3287-2519>

chernyavskiy.alexandr@gmail.com

naum_elizaveta@mail.ru

naska.halaim@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2840-1418>

medinets@te.net.ua <http://orcid.org/0000-0001-7543-7504>

gazetov@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5362-1973>

o.konareva@onu.edu.ua <https://orcid.org/0000-0001-5109-1975>

snigirev@te.net.ua

СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА В 2016-2017 ГГ.

Цель. Изучение современного состояния макрозообентоса в прибрежных водах Одесского залива в 2016-2017 гг. **Методы.** Стандартные методы отбора, определения, оценки численности и биомассы макрозообентоса. **Результаты.** Приведены результаты анализа биоразнообразия, структурных характеристик и таксономического состава макрозообентоса прибрежных вод Одесского залива. Исследована сезонная динамика его численности и биомассы. По метрикам макрозообентоса проведена оценка качества морской среды. **Выводы.** Всего в 2016-2017 гг. в Одесском заливе идентифицирован 121 таксон бентосных беспозвоночных. Таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса имеют четко прослеживающийся сезонный ход с максимальным развитием бентоса в летний период. В пробах весной 2016 года было зарегистрировано 75 таксонов макрозообентоса, летом – 82 таксона, осенью – 60 таксона, а летом 2017 года – 62 таксона. Основу макрозообентосного сообщества составляли моллюски (Mollusca) с доминированием вида *M. galloprovincialis*, а также представители членистоногих (Arthropoda) и кольчатых червей (Annelida). Значительный вклад в видовой состав макрозообентоса вносили представители групп мшанки (Bryozoa), немертины (Nemertea) и плоские черви (Platyhelminthes). Вклад губок (Porifera), кишечнополостных (Cnidaria) и форонид (Phoronida) в бентосные сообщества Одесского залива был незначителен. В 2016-2017 гг. в Одесском заливе обнаружены 3 вида вселенцев – двусторчатые моллюски *Anadara kagoshimensis* и *Mya arenaria*, а также брюхоногий моллюск *Rapana venosa*. Из 121 таксонов макрозообентоса, 4 занесены в списки Красной книги Украины, 6 – в списки Красной книги Черного моря. На разных субстратах в период исследований отмечено практически равное количество таксонов макрозообентоса. В пробах на рыхлых грунтах число таксонов на разных глубинах изменялось от 5 до 40; при значениях индекса биоразнообразия Шеннона (H) – 1,7-2,9; на смешанном субстрате – от 19 до 48 видов; при H – 1,3-2,8. Численность и биомасса макрозообентоса изменялась на рыхлых грунтах в пределах от $0,070 \times 10^4$ до $3,227 \times 10^4$ экз./м² и от 0,002 до 5,361 кг/м²; а на каменистом субстрате – от $0,667 \times 10^4$ до 170×10^4 экз./м² и от 0,088 до 46,811 кг/м² соответственно. Качество морской среды, оцененное по индексам AMBI и M-AMBI, рассчитанных во всех 26 пробах, оценено как высокое (High) в 4, хорошее (Good) в 17, как среднее (Moderate) в 5 случаях из 26. Средние значения индексов AMBI и M-AMBI для разных сезонов года составили: первая декада июня 2016 года – $1,84 \pm 0,07$ и $0,69 \pm 0,04$ соответственно; август 2016 года – $1,66 \pm 0,12$ и $0,84 \pm 0,05$ соответственно; ноябрь 2016 года – $2,62 \pm 0,13$ и $0,60 \pm 0,02$ соответственно; июнь 2017 года – $2,72 \pm 0,11$ и $0,73 \pm 0,05$ соответственно).

Ключевые слова: макрозообентос, численность, биомасса, биоразнообразие, Одесский залив

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

MACROZOOBENTHOS STATE IN ODESSA BAY COASTAL WATERS IN 2016-2017

Purpose. Study of macrozoobenthos contemporary state in Odessa Bay coastal waters in 2016-2017. **Methods.** Standard methods of macrozoobenthos sampling, determination, estimation of number and biomass. **Results.** The results of macrozoobenthos biodiversity, structural characteristics and taxonomic composition in Odessa bay coastal waters have been presented. Seasonal dynamics of its number and biomass. has been studied. Assessment of marine environment quality has been performed on the metrics of macrozoobenthos. **Conclusions.** Altogether 121 taxa of benthic invertebrates were identified in Odessa Bay in 2016-2017. Taxonomic

composition and quantitative indicators of macrozoobenthos had clear seasonal variation with maximal development of benthos in summer period. In spring of 2016, 75 taxa of macrozoobenthos were registered in samples, in summer – 82 taxa, in autumn – 60 taxa, in summer of 2017 – 62 taxa. The basis of macrozoobenthos community was formed by mollusks (Mollusca) with domination of species *M. galloprovincialis*, as well as representatives of Arthropoda and Annelida. Significant input into macrozoobenthos species composition was made by representatives of the following groups: Bryozoa, Nemertea and Platyhelminthes. Contribution of Porifera, Cnidaria and Phoronida to Odessa Bay benthic communities was insignificant. In 2016-2017 3 alien species were registered in Odessa Bay – bivalves *Anadara kagoshimensis* and *Mya arenaria*, as well as gastropod *Rapana venosa*. Out of 121 macrozoobenthos taxa 4 were listed in the Red Data Book of Ukraine and 6 – in the Black Sea Red Data Book. During the period of studies practically equal quantities of macrozoobenthos taxa were found on different substrates. In samples from loose substrates the number of taxa at different depths varied from 5 to 40 with Shannon diversity index (H) making 1.7-2.9; on mixed substrate – from 19 to 48 species with $H = 1.3-2.8$. Macrozoobenthos number and biomass varied on loose substrates from 0.070×10^4 to 3.227×10^4 ind/m² and from 0.002 to 5.361 kg/m² and on stony substrate – from 0.667×10^4 to 170×10^4 ind/m² and from 0.088 to 46.811 kg/m² respectively. Quality of marine environment estimated using AMBI and M-AMBI indices calculated for all the 26 samples was assessed as High in 4 cases, Good in 17 cases and Moderate in 5 cases out of 26. Mean values of the AMBI and M-AMBI indices for different seasons of year were as follows: first decade of June 2016 – 1.84 ± 0.07 and 0.69 ± 0.04 respectively; August 2016 – 1.66 ± 0.12 and 0.84 ± 0.05 respectively; November 2016 – 2.62 ± 0.13 and 0.60 ± 0.02 respectively; June 2017 – 2.72 ± 0.11 and 0.73 ± 0.05 respectively.

Key-words: macrozoobenthos, number, biomass, biodiversity, Odessa Bay

Снігір'єв С.М., Чернявський О.В., Наум Е.О., Галкіна А.О., Медінець В.І., Газетов Є.І., Конарева О.П., Снігір'єв П.М.

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

СТАН МАКРОЗООБЕНТОСУ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ В 2016-2017 РР.

Мета. Дослідження сучасного стану макрозообентосу в прибережних водах Одеської затоки в 2016-2017 рр. **Методи.** Стандартні методи відбору зразків, визначення, оцінки чисельності і біомаси макрозообентосу. **Результати.** Наведено результати аналізу біорізноманіття, структурних характеристик і таксономічного складу макрозообентосу прибережних вод Одеської затоки. Досліджено сезонну динаміку його чисельності та біомаси. За метриками макрозообентосу проведено оцінку якості морського середовища. **Висновки.** Всього в 2016-2017 рр. в Одеській затоці ідентифіковано 121 таксон бентосних безхребетних. Таксономічний склад і кількісні показники макрозообентосу мають сезонний хід, що чітко просліджується, з максимальним розвитком бентосу в літній період. У зразках навесні 2016 року було зареєстровано 75 таксонів макрозообентосу, влітку – 82 таксони, восени – 60 таксонів, а влітку 2017 року – 62 таксони. Основу макрозообентосного угруповання склали молюски (Mollusca) з домінуванням виду *M. galloprovincialis*, а також представники членистоногих (Arthropoda) і кільчастих червів (Annelida). Значний внесок до видового складу макрозообентосу вносили представники груп мохуваток (Bryozoa), немуртин (Nemertea) і плоскі черви (Platyhelminthes). Внесок губок (Porifera), кнідарій (Cnidaria) і форонід (Phoronida) у бентосні угруповання Одеської затоки був незначним. В 2016-2017 рр. в Одеській затоці виявлено 3 види вселенців – двостулкові молюски *Anadara kagoshimensis* і *Mya arenaria*, а також червоногий молюск *Rapana venosa*. З 121 таксонів макрозообентосу 4 - занесені до списків Червоної книги України, 6 – до списків Червоної книги Чорного моря. На різних субстратах в період досліджень відмічалась практично рівна кількість таксонів макрозообентосу. В зразках на пухких ґрунтах число таксонів на різних глибинах змінювалось від 5 до 40; при значеннях індексу біорізноманіття Шеннона (H) – 1,7-2,9; на змішаному субстраті – від 19 до 48 видів; при H – 1,3-2,8. Чисельність і біомаса макрозообентосу змінювалась на пухких ґрунтах в границях від $0,070 \times 10^4$ до $3,227 \times 10^4$ екз./м² і від 0,002 до 5,361 кг/м²; а на кам'янистому субстраті – від $0,667 \times 10^4$ до 170×10^4 екз./м² і від 0,088 до 46,811 кг/м² відповідно. Якість морського середовища, оцінена за індексами AMBI і М-AMBI, розрахованими у всіх 26 зразках, оцінено як високе (High) в 4, хороше (Good) в 17 і як середнє (Moderate) в 5 випадках з 26. Середні значення індексів AMBI і М-AMBI для різних сезонів року становили: перша декада червня 2016 року – $1,84 \pm 0,07$ і $0,69 \pm 0,04$ відповідно; серпень 2016 року – $1,66 \pm 0,12$ і $0,84 \pm 0,05$ відповідно; листопад 2016 року – $2,62 \pm 0,13$ і $0,60 \pm 0,02$ відповідно; червень 2017 року – $2,72 \pm 0,11$ і $0,73 \pm 0,05$ відповідно.

Ключові слова: макрозообентос, чисельність, біомаса, біорізноманіття, Одеська затока

Введение

Исследования макрозообентоса северо-западной части Черного моря (СЗЧМ), включая Одесский залив, имеют долгую историю [2, 3, 5, 8, 11]. Согласно современным представлениям, сводный список видов макрозообентоса СЗЧМ насчитывает

419 таксонов различных беспозвоночных организмов [3, 5], из них: червей – 146, ракообразных – 111, моллюсков – 84 и прочих – 78 таксонов. Как отмечали Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Заика В.Е., Синегуб И.А., Шурова Н.М. и многие другие

гидробиологи [5], особенно быстрые и неблагоприятные преобразования бентоса были отмечены в 70 – 80-е годы прошлого столетия и коснулись в первую очередь СЗЧМ. Принято считать [1, 5], что наиболее заметные фаунистические и биоценотические изменения черноморского бентоса вызваны развитием промышленности и коммунального хозяйства крупных припортовых городов, общим и локальным загрязнением морских вод, строительством гидротехнических сооружений, антропогенным эвтрофированием, экологическим следствием марикультуры и морского промысла, интродукцией агрессивных видов-вселенцев. При этом наиболее масштабным, как по охваченной акватории, так и по степени экологических последствий, оказалось эвтрофирование [3, 6], которое способствует возникновению и расширению зон гипоксии в Черном море. В зависимости от длительности и интенсивности гипоксии ежегодная гибель представителей макрозообентоса в СЗЧМ может составлять от 30,0 до 90,0% [3]. При кратковременных заморах в первую очередь гибнут ракообразные виды макро- и мейобентоса, а также другие представители подвижной эпифауны. При длительной гипоксии наступает гибель двустворчатых моллюсков, а также других, более устойчивых к недостатку кислорода организмов [3]. Большой ущерб донным биоценозам северо-западной части Черного моря был нанесен при проведении промысла рыб с применением донных тралов, в результате которого произошло за-

илиние значительных площадей песчаных и ракушечных грунтов шельфа [3]. При этом в первую очередь, пострадали биоценозы мидий и других двустворчатых моллюсков. Влияние других видов техногенного воздействия на донные биоценозы – рефулирования песка, дноуглубительных работ, дампинга грунта, берегоукрепительных работ, постройки и обслуживания гидротехнических сооружений носит сравнительно локальный характер [3, 5]. Так, например, влияние дампинга прослеживается в радиусе от 300 до 700 м от центра свалки [3] и зависит, главным образом, от локальных течений. В зависимости от объема сбрасываемого грунта видовое разнообразие бентоса в местах дампинга может сократиться в 2 – 5 раз, плотность и биомасса – в 2 – 12 раз и выше. Как следствие интенсивного развития судоходства, в акваторию Черного моря с балластными водами и в обрастаниях корпусов судов были занесены виды-вселенцы, причем наиболее интенсивное выявление их началось с 1960-х годов. Интродукция новых для фауны Черного моря видов является в большинстве случаев негативной формой воздействия на экосистему бентали [1, 3, 5]. Такие вселенцы как: *Polydora limicola*, *Mya arenaria*, *Anadara inaequalis*, *Rapana venosa* и некоторые другие в настоящее время стали массовыми видами в Черном море и, в частности, в СЗЧМ [1, 3, 5, 8, 16].

Целью настоящих исследований являлось изучение состояния макрозообентоса в прибрежной зоне Одесского залива.

Материал и методы исследований

Отбор проб макрозообентоса в Одесском заливе в районе гидробиологической станции Одесского национального университета имени И.И. Мечникова (ОНУ) проводился в июне, августе и ноябре 2016 года и в июне 2017 года. Всего было отобрано 26 проб макрозообентоса (21 в 2016 г, и 5 в 2017 г) на глубинах от 1,7 до 13,5 м (рис. 1).

Пробы макрозообентоса отбирали, используя легководолазную технику при помощи бентосной рамки, размером 10X10 см ($S=0.01 \text{ м}^2$), размер сита – 150 мкм, с заглублением в грунт до 5 см в трех повторностях по общепринятой методике [4, 9, 17, 18]. Пробу целиком помещали в по-

лиэтиленовый пакет и фиксировали раствором 4% формалина [4, 9, 17, 18].

Регистрацию проводили визуально. Отдельно на разных участках дна (площадью 1 м²) визуально подсчитывали общее количество особей рапаны и крупных подвижных ракообразных. Рассчитывали среднее значение численности крупных организмов бентоса на 1 м².

При отборе проб макрозообентоса на всех станциях визуально оценивали структуру и состояние субстрата, а также проводили измерения электропроводности (Е, мкСм/см), температуры (Т, °С), водородного показателя (рН, ед. рН), содержания растворенного в воде кислорода (O₂ %, мг/дм³)

по стандартным методам наблюдений, отбора и обработки образцов, которые подробно описаны в монографии [8] с использованием портативного мультиметра «НАСН». Координаты станций отбора определяли с помощью портативных приборов спутниковой навигации «Garmin» и «Magellan Explorist 300»; глубину – с помощью ручного лота. В лабораторных условиях пробы промывали при помощи

бентосных сит с ячейей 10, 4, 2, 1 и 0,5 мм, разбивая их на подпробы. Крупные формы макрозообентоса просматривали невооруженным глазом в чашках Петри и в пластиковых поддонах, а мелкие формы – с использованием бинокля МБС-10 и «Prior» в чашках Петри и в камере Богорова [4, 9, 17, 18]. Определение видовой принадлежности проводили в соответствии с рекомендациями [7, 15].

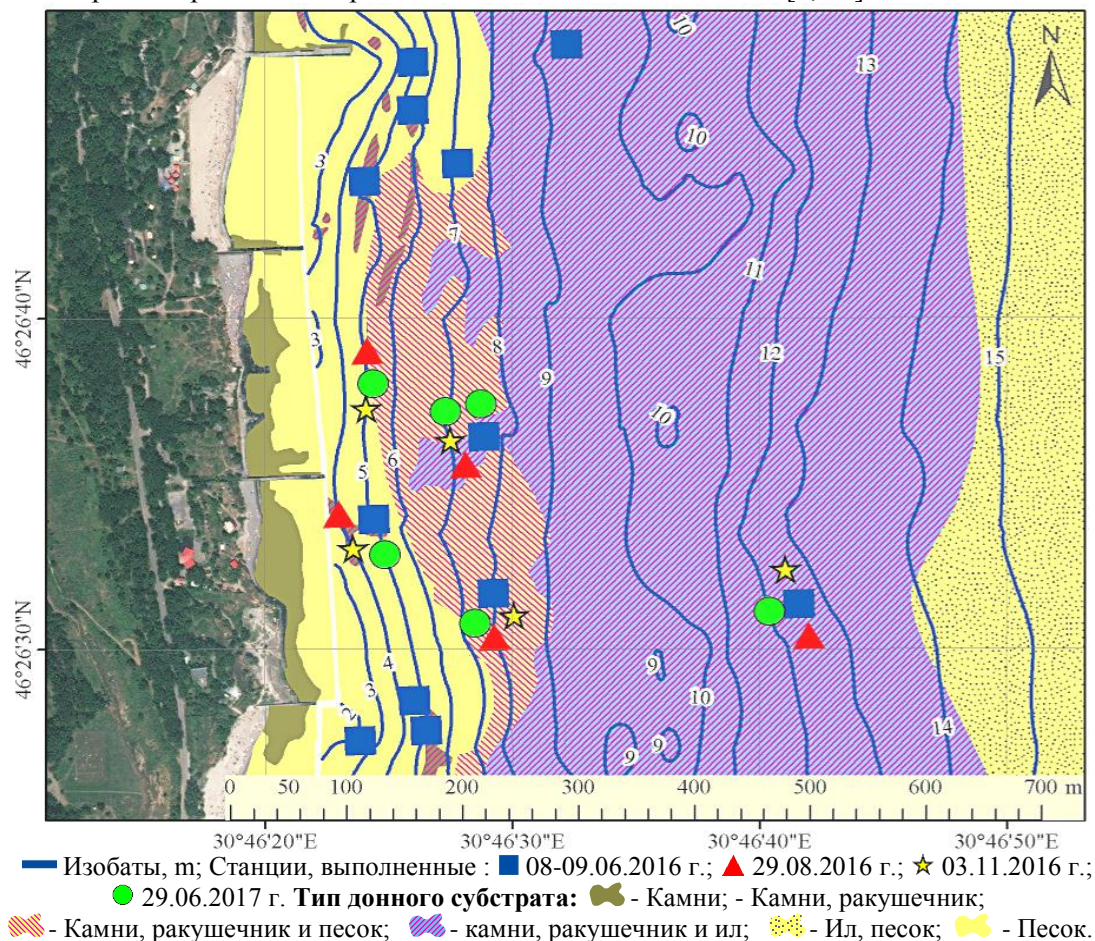


Рис. 1 – Расположение станций отбора проб макрозообентоса в прибрежной зоне Одесского залива в 2016-2017 гг

Видовые списки приведены в соответствии с Всемирным реестром морских видов World Register of Marine Species (WoRMS) [19] Для каждого вида проводилось определение численности и биомассы в каждой пробе. Видовое разнообразие оценивалось с помощью показателя (индекса) Шеннона (H). Доминантность групп макрозообентоса оценивали по трем характеристикам – встречаемость (O), численность (N), биомасса (B), по каждой из которых

выставлялся балл (0-9 для Одесского залива). Общий коэффициент доминантности рассчитывался как среднее значение этих характеристик.

Оценку качества среды по состоянию макрозообентоса проводили с использованием мультиметрических индексов (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 Одесском заливе был идентифицирован 121 таксон бентосных беспозвоночных (табл. 1). Анализ данных исследований показал, что в : в июне, августе и ноябре 2016 года в пробах было определено 75, 82 и 60, а в июне 2017 года 62 таксона макрозообентоса соответственно.

Анализ таксономического состава выявил 1 вид губок Porifera (0,8%), 2 – таксона Cnidaria (1,7%), 3 таксона плоских червей Platyhelminthes (2,5%), 1 таксон немуртин Nemertea (0,8%), 3 таксона губок

Bryozoa (2,5%), 1 таксон форонид Phoronida (0,8%), 45 таксонов кольчатых червей Annelida (37,2%), 24 таксона моллюсков Mollusca (19,8%), 41 таксон членистоногих Arthropoda (33,9%). При этом следует отметить, что по результатам единичных съемок, количество зарегистрированных таксонов макрозообентоса изменялось от 60 до 75, что составляло от 50 до 62% от общего количества таксонов, которые были обнаружены в пробах в период с июня 2016 г. до июня 2017 г.

Таблица 1
Встречаемость видов макрозообентоса в Одесском заливе 2016-2017 гг.

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			VI 2016	VIII 2016	XI 2016	VI 2017
1	Porifera gen. sp.	Porifera	+	-	-	-
2	<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)	Cnidaria	+	-	-	+
3	<i>Sagartia elegans</i> (Dalyell, 1848)	Cnidaria	+	-	-	-
4	Platyhelminthes gen. sp.	Platyhelminthes	-	+	+	-
5	Polycladida gen. sp.	Platyhelminthes	+	+	+	+
6	Tricladida gen. sp.	Platyhelminthes	+	+	+	-
7	Nemertea gen. sp.	Nemertea	+	+	+	+
8	Bryozoa gen. sp.	Bryozoa	+	-	-	-
9	<i>Conopeum seurati</i> (Canu, 1928)	Bryozoa	-	+	-	-
10	<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll, 1803)	Bryozoa	-	+	+	+
11	<i>Phoronis euxinicola</i> Selys-Longchamps, 1907	Phoronida	-	+	-	-
12	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	Annelida	-	+	+	-
13	<i>Aonides paucibranchiata</i> Southern, 1914	Annelida	-	+	+	+
14	<i>Aricidea (Strelzovia) claudiae</i> Laubier, 1967	Annelida	-	+	+	+
15	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	Annelida	+	+	+	+
16	Capitellidae gen. sp.	Annelida	-	-	-	+
17	<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	+	+	-
18	<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	Annelida	-	+	-	-
19	<i>Exogone naidina</i> Örsted, 1845	Annelida	+	+	-	+
20	<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	Annelida	-	+	-	-
21	<i>Genetyllis nana</i> (de Saint Joseph, 1908)	Annelida	-	+	-	-
22	<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)	Annelida	-	-	+	-
23	<i>Glycera alba</i> (O. F. Müller, 1776)	Annelida	+	+	+	+
24	<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	+	+	+
25	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	Annelida	-	+	+	-
26	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	Annelida	+	-	-	-
27	<i>Hesionides arenaria</i> Friedrich, 1937	Annelida	-	-	+	-
28	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	Annelida	+	+	+	+
29	<i>Lagis neapolitana</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	+	+	+
30	<i>Lindrilus flavocapitatus</i> (Uljanin, 1877)	Annelida	+	+	-	+
31	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	Annelida	-	-	-	+
32	<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	Annelida	+	-	-	-
33	<i>Microspio mecznikowianus</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	-	-	-
34	<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1865)	Annelida	+	+	+	+
35	<i>Neanthes fucata</i> (Savigny, 1822)	Annelida	-	-	+	-
36	Nereidae gen. sp.	Annelida	+	+	+	+

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			VI 2016	VIII 2016	XI 2016	VI 2017
37	<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	Annelida	+	+	-	+
38	<i>Oligochaeta</i> gen. sp.	Annelida	+	+	+	+
39	<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	Annelida	+	+	+	-
40	<i>Pholoe inornata</i> (Johnston, 1839)	Annelida	+	+	+	-
41	<i>Phyllodoce (Anaitides) maculata</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	+	-	+
42	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	Annelida	+	+	+	+
43	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	Annelida	+	+	-	+
44	<i>Polychaeta</i> gen. sp.	Annelida	-	+	-	-
45	<i>Polycirrus jubatus</i> Bobretzky, 1869	Annelida	+	+	-	-
46	<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	Annelida	+	+	-	+
47	<i>Polyophthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	Annelida	+	-	-	-
48	<i>Prionospio cirrifera</i> (Wirén, 1883)	Annelida	+	+	+	+
49	<i>Pseudopolydora antennata</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	+	+	+
50	<i>Pterocirrus macroceros</i> (Grube, 1860)	Annelida	-	+	+	-
51	<i>Pygospio elegans</i> (Claparede, 1863)	Annelida	-	-	-	+
52	<i>Salvatoria limbata</i> (Claparède, 1868)	Annelida	+	+	+	-
53	<i>Sphaerosyllis bulbosa</i> (Southern, 1914)	Annelida	+	+	+	+
54	<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	Annelida	+	+	+	-
55	<i>Spionidae</i> gen. sp.	Annelida	+	+	+	+
56	<i>Syllides longocirratu</i> s (Örsted, 1845)	Annelida	-	+	-	-
57	<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)	Mollusca	-	+	+	+
58	<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	Mollusca	+	+	+	+
59	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	Mollusca	-	+	-	-
60	<i>Brachystomia eulimoides</i> (Hanley, 1844)	Mollusca	-	+	-	+
61	<i>Brachystomia scalaris</i> (MacGillivray, 1843)	Mollusca	-	-	+	-
62	<i>Cardiidae</i> gen. sp.	Mollusca	+	-	-	-
63	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)	Mollusca	+	+	-	-
64	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	+	+	+	+
65	<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Mollusca	-	+	-	-
66	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	Mollusca	+	+	-	+
67	<i>Lentidium mediterraneum</i> (O. G. Costa, 1830)	Mollusca	+	+	+	-
68	<i>Macomangulus tenuis</i> (da Costa, 1778)	Mollusca	+	-	-	-
69	<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi, 1844)	Mollusca	+	-	-	-
70	<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	+	+	-	+
71	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	Mollusca	+	+	+	+
72	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	Mollusca	+	+	+	+
73	<i>Parthenina terebellum</i> (Philippi, 1844)	Mollusca	-	-	+	-
74	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	Mollusca	-	+	+	+
75	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	Mollusca	+	+	+	-
76	<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)	Mollusca	-	+	-	+
77	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	Mollusca	+	-	+	-
78	<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)	Mollusca	+	+	-	-
79	<i>Rissoa splendida</i> (Eichwald, 1830)	Mollusca	-	+	-	-
80	<i>Setia valvatooides</i> (Milaschewitsch, 1909)	Mollusca	+	+	-	+
81	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	Arthropoda	+	+	+	+
82	<i>Ampelisca</i> gen. sp.	Arthropoda	-	-	-	+
83	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	Arthropoda	+	+	+	+
84	<i>Amphipoda</i> gen. sp.	Arthropoda	-	+	+	+
85	<i>Ampithoe ramondi</i> (Audouin, 1826)	Arthropoda	+	+	+	+
86	<i>Apherusa bispinosa</i> (Spence Bate, 1857)	Arthropoda	-	-	+	+
87	<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])	Arthropoda	+	+	+	+

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			VI 2016	VIII 2016	XI 2016	VI 2017
88	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (Spence Bate, 1857)	Arthropoda	+	-	-	-
89	<i>Caprella acanthifera</i> (Leach, 1814)	Arthropoda	+	+	-	-
90	Chironomidae gen. sp.	Arthropoda	-	-	-	+
91	Corophium gen. sp.	Arthropoda	-	+	+	-
92	<i>Crassikorophium bonellii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	-	-	-	+
93	Cumacea gen. sp.	Arthropoda	+	+	-	+
94	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	Arthropoda	+	+	+	+
95	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	Arthropoda	+	+	-	-
96	<i>Echinogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	-	-	+	-
97	<i>Erichthonius difformis</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	-	-	+	-
98	<i>Gammarellus carinatus</i> (Rathke, 1843)	Arthropoda	-	-	-	+
99	<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966	Arthropoda	-	-	+	+
100	Gammarus gen. sp.	Arthropoda	+	-	-	-
101	<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)	Arthropoda	+	+	-	-
102	<i>Halocladius vitripennis</i> (Meigen, 1818)	Arthropoda	+	-	-	-
103	<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)	Arthropoda	+	+	+	+
104	<i>Iphinoe elisae</i> Băcescu, 1950	Arthropoda	-	+	-	+
105	<i>Iphinoe maeotica</i> Sowinskyi, 1893	Arthropoda	+	-	-	-
106	<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878	Arthropoda	+	+	-	-
107	<i>Jassa oca</i> (Bate, 1862)	Arthropoda	-	-	+	+
108	<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)	Arthropoda	+	-	-	-
109	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)	Arthropoda	+	-	-	-
110	<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	Arthropoda	+	+	+	+
111	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (Costa, 1853)	Arthropoda	+	+	+	+
112	Microdeutopus gen. sp.	Arthropoda	-	+	-	-
113	<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853	Arthropoda	+	-	-	-
114	<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate & Westwood, 1868)	Arthropoda	+	+	-	+
115	<i>Phthisica marina</i> Slabber, 1769	Arthropoda	-	+	-	-
116	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	Arthropoda	-	+	+	+
117	<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1816)	Arthropoda	-	-	+	-
118	<i>Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne</i> (Bate, 1858)	Arthropoda	-	-	-	+
119	Pseudocuma gen. sp.	Arthropoda	+	-	-	+
120	<i>Stenosoma capito</i> (Rathke, 1837)	Arthropoda	+	+	+	-
121	<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	Arthropoda	+	+	-	+
	Всего таксонов	121	75	82	60	62
	Число новых таксонов, которые регистрировались в каждой последующей съемке, по сравнению с предыдущими			27	11	8

При этом в каждой очередной съемке обнаруживались новые виды макрозообентоса, которые не регистрировались в предыдущих съемках. Этот факт позволил нам сделать вывод о том, что для полной объективной оценки характеристик биоразнообразия необходимо не менее двух лет проводить ежеквартальные наблюдения за состоянием макрозообентоса.

Учитывая, что в соответствии с литературными данными [3, 5] ранее в Одес-

ском морском регионе в период с 1994 по 2015 г. всего было зарегистрировано 98 таксонов макрозообентоса, из которых: червей и моллюсков – по 27, ракообразных – 37, представителей других групп – 7, можно сделать вывод о том, что в 2016–2018 гг. биологическое разнообразие макрозообентоса Одесском заливе, по сравнению с 1994-1999 гг. и 2005-2015 гг. [5], увеличилось в 1,8 раза (с 53 до 93 таксонов), средняя численность также увеличи-

лась в 1,5 раза, а средняя биомасса уменьшилась почти в 2,1 раза. При этом следует отметить, что в 2016-2017 гг. перестали встречаться представители 5 таксонов, но в то же время были обнаружены 45 таксонов, которые не регистрировались до 2015 года.

В 2016-2017 гг. в Одесском заливе регулярно обнаруживались 3 вида вселенцев – двустворчатые моллюски анадара *Anadara kagoshimensis* и мия *Mya arenaria*, а также брюхоногий моллюск рапана *Rapana venosa*. Численность анадары и мии была незначительной (1-2 экз./м²). По визуальным наблюдениям рапана в Одесском заливе была достаточно широко распространена (в среднем до 7 экз./м²). При этом ее наибольшие скопления отмечены в местах концентрации мидии.

Из 121 таксона макрозообентоса, обнаруженных нами в 2016-2017 гг., 4 - занесены в списки Красной книги Украины [10], 6 – в списки Красной книги Черного моря [12]. «Краснокнижные» рак-отшельник *D. pugilator* и краб плавунец *M. arcuatus* являются массовыми видами, травяной краб *S. mediterraneus* и краб-водолюб *X. poressa* – обычные виды; волосатый краб *P. hirtellus* относительно немногочисленный вид. Следует отметить, что в местах отбора проб макрозообентоса в Одесском заливе на дне неоднократно обнаруживались хитиновые покровы особей *U. pusilla*, которые зарываются глубоко в песок и не попадают в пробоотборник.

Анализ количества идентифицированных таксонов в отдельных пробах в различные сезоны года показал, что колебания числа таксонов в прибрежном районе Одесского залива составляют от 5 до 48 организмов макрозообентоса (табл. 2). Распределение количества таксонов макрозообентоса на разных глубинах и в различных субстратах было неравномерно. В случаях, когда каменистый субстрат был заилен и засыпан мелким песком, общее количество таксонов макрозообентоса, отобранных на рыхлых и твердых (каменистых) субстратах было практически равным: 99 и 96 таксонов соответственно.

Минимальное количество таксонов макрозообентоса фиксировалось в пробах, отобранных на рыхлых субстратах, на глубинах от 2 до 3 м, где наиболее ощутимо

антропогенное воздействие, так как район исследований находится в рекреационной (пляжной зоне) г. Одессы.

Анализ временных распределений количества идентифицированных таксонов макрозообентоса, индекса Н на двух типах донных субстратов – рыхлом (песок, ил, ракуша) и каменистом (камни, валуны, песок, ракуша) показал, что количественные показатели макрозообентоса в прибрежной зоне Одесского залива имеют четко выраженный сезонный ход.

Количество таксонов макрозообентоса в пробах на рыхлых грунтах (табл. 2) на разных глубинах изменялось следующим образом:

- в первой декаде июня 2016 г.: от 5 (на глубине 2,5 м) до 37 (глубина 13,0 м) при среднем значении 17 ± 4 , значение индекса Н макрозообентоса в этот период изменялось в пределах от 1,40 до 2,70, при среднем значении $2,04 \pm 0,17$;

- в августе 2016 г.: от 34 до 40 (глубина 3-8 м) при среднем значении 37 ± 3 , значение Н - в пределах от 1,90 до 2,70, при среднем значении $2,30 \pm 0,40$;

- в ноябре 2016 г.: от 8 до 19 (глубина до 8 м) при среднем значении 14 ± 5 , значение Н - в пределах от 1,70 до 1,80, при среднем значении $1,75 \pm 0,05$;

- в июне 2017 г.: от 18 до 38 (глубина до 8 м) при среднем значении 28 ± 7 , значение Н - в пределах от 2,00 до 2,90, при среднем значении $2,40 \pm 0,32$;

На каменистом субстрате (табл. 2) отмечена схожая динамика сезонных колебаний количества таксонов макрозообентоса и его биоразнообразия:

- в первой декаде июня 2016 г.: от 26 до 32 (глубина до 13 м) при среднем значении 29 ± 1 , значение Н - в пределах от 2,00 до 2,50, при среднем значении $2,20 \pm 0,11$;

- в августе 2016 г.: 36-48 таксонов (в среднем 42 ± 4), Н – 1,90-2,30, при среднем значении $2,17 \pm 0,16$;

- в ноябре 2016 г.: от 19 до 32 (глубина до 13 м) при среднем значении 25 ± 3 , Н – 1,30-2,60, при среднем значении $1,90 \pm 0,32$;

- в июне 2017 г.: от 22 до 34 (глубина до 13 м) при среднем значении 28 ± 6 , Н – 2,10-2,80, при среднем значении $2,45 \pm 0,35$;

Таблица 2

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

Дата	Код пробы	Глуб., м	Тип субстрата	Т, °С	S, ‰	Н	Кол-во таксонов	Сум.числ., 10 ⁴ экз./м ²	Сум.биом., кг/м ²
Рыхлый субстрат									
08.06.16	16MHBS-09-ZB-1	13,5	Песок, ракушечник, ил	9,6	17,538	1,7	37	3,227	2,970
08.06.16	16MHBS-12-ZB-3	5,5	Песок	18,6	15,059	1,9	11	0,117	0,281
08.06.16	16MHBS-11-ZB-4	2,5	Песок	18,5	15,121	1,4	5	0,050	0,029
09.06.16	16MHBS-01-ZB-7	5,2	Песок	17,7	15,617	2,7	22	0,373	1,455
09.06.16	16MHBS-03-ZB-8	6,5	Песок	17,8	15,555	1,8	8	0,090	0,002
09.06.16	16MHBS-04-ZB-9	5,2	Песок	17,9	15,555	2,1	9	0,070	0,336
09.06.16	16MHBS-05-ZB-10	7,2	Песок, ракушечник	10,1	17,476	2,7	30	1,317	5,361
29.08.16	16MHBS-09-ZB-13	13,5	Песок, ракушечник, ил	16,5	17,480	2,7	40	2,100	0,150
29.08.16	16MHBS-13-ZB-17	3,0	Песок	23,0	16,670	1,9	34	2,717	0,079
03.11.16	16MHBS-09-ZB-18	13,0	Песок, ракушечник, ил	12,0	17,480	1,8	19	2,103	1,201
03.11.16	16MHBS-13-ZB-22	3,0	песок	11,7	17,350	1,7	8	0,220	0,004
29.06.17	17MHBS-09-ZB-1	13,3	Песок, ракушечник, ил	11,5	17,210	2,3	29	1,543	3,933
29.06.17	17MHBS-07-ZB-3	5,0	Песок, ракушечник, ил	17,5	16,730	2,9	38	1,387	3,710
29.06.17	17MHBS-13-ZB-5	3,0	Песок, ил	18,5	16,610	2,0	18	0,343	0,025
Каменистый, смешанный субстрат									
08.06.16	16MHBS-08-ZB-2	8,5	Камни, песок, ракушечник	18,4	15,307	2,0	26	1,270	3,035
08.06.16	16MHBS-10-ZB-5	1,7	Камни, песок	18,5	15,059	2,3	32	3,493	14,164
09.06.16	16MHBS-02-ZB-6	9,2	Валуны, песок, ракушечник	13,5	16,918	2,0	29	1,553	0,758
09.06.16	16MHBS-06-ZB-11	8,2	Валуны, песок, ракушечник	10,8	17,538	2,5	30	2,513	4,627
29.08.16	16MHBS-08-ZB-14	8,5	Камни, песок, ракушечник	22,2	16,800	1,9	43	4,260	0,458
29.08.16	16MHBS-06-ZB-15	8,0	Валуны, песок, ракушечник	22,8	16,670	2,3	36	3,183	6,378
29.08.16	16MHBS-07-ZB-16	4,5	Камни, песок, ракушечник	22,9	16,670	2,3	48	3,660	11,029
03.11.16	16MHBS-08-ZB-19	8,5	Камни, песок, ракушечник	11,8	17,350	2,6	32	0,667	1,743
03.11.16	16MHBS-07-ZB-20	5,0	Камни, песок, ракушечник	11,7	17,350	1,8	25	2,390	14,805
03.11.16	16MHBS-06-ZB-21	8,5	Валуны, песок, ракушечник	11,7	17,350	1,3	19	5,170	46,811
29.06.17	17MHBS-08-ZB-2	8,0	Камни, песок, ракушечник	13,7	17,090	2,8	34	1,123	3,239
29.06.17	17MHBS-06-ZB-4	8,0	Валуны, песок, ракушечник	14,3	17,030	2,1	22	0,730	0,088

Результаты исследований (табл. 2) свидетельствуют о том, что с понижением температуры воды в Одесском заливе число таксонов макрозообентоса уменьшается, вероятно из-за снижения биологической активности многих видов бентоса и закапыванием их в рыхлые грунты более чем на 5-10 см, что существенно затрудняет возможность их отбора бентосной рамкой. Максимальные значения индекса Шеннона (2,9) в июне 2017 года были зафиксированы как на рыхлом, так и на каменистом субстратах. В ноябре 2016 г этот показатель уменьшился до 1,7-1,9, оставаясь высоким (2,6) на отдельных станциях.

Анализ распределения численности и биомассы макрозообентоса (табл. 2) показал, что на рыхлых грунтах они изменялись от $0,070 \times 10^4$ до $3,227 \times 10^4$ экз./м² и от 0,002 до 5,361 кг/м² соответственно; а на каменистом субстрате – от $0,667 \times 10^4$ до 170×10^4 экз./м² и от 0,088 до 46,811 кг/м² соответственно.

Анализ временного распределения численности и биомассы макрозообентоса на рыхлых грунтах (табл. 2) показал, что они изменялись следующим образом:

- в июне 2016 г.: от $0,07 \times 10^4$ до $3,23 \times 10^4$ (глубина 13 м) экз./м² при среднем значении $(0,75 \pm 0,04) \times 10^4$ экз./м² и от 0,002 до 5,361 кг/м², при среднем значении $1,491 \pm 0,670$ кг/м² соответственно;

- в августе 2016 г.: от $2,10 \times 10^4$ до $2,72 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $(2,41 \pm 0,31) \times 10^4$ экз./м² и от 0,079 до 0,150 кг/м², при среднем значении $0,115 \pm 0,040$ кг/м² соответственно;

- в ноябре 2016 г.: от $0,22 \times 10^4$ до $2,10 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $(1,16 \pm 0,09) \times 10^4$ экз./м² и от 0,004 до 1,201 кг/м², при среднем значении $0,602 \pm 0,080$ кг/м² соответственно;

- в июне 2017 г.: от $0,34 \times 10^4$ до $1,54 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $(1,09 \pm 0,47) \times 10^4$ экз./м² и от 0,025 до 3,933 кг/м², при среднем значении $2,550 \pm 1,570$ кг/м² соответственно;

На каменистом субстрате (табл. 2) численность и биомасса макрозообентоса изменялась следующим образом:

- в июне 2016 г.: от $1,27 \times 10^4$ до $3,49 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $(2,21 \pm 0,46) \times 10^4$ экз./м² и от 0,758 до 14,164 кг/м², при среднем значении $5,65 \pm 2,680$ кг/м² соответственно;

- в августе 2016 г.: от $3,18 \times 10^4$ до $4,26 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $(3,70 \pm 0,38) \times 10^4$ экз./м² и от 0,458 до 11,029 кг/м², при среднем значении $5,955 \pm 3,780$ кг/м² соответственно;

- в ноябре 2016 г.: от $0,67 \times 10^4$ до $5,17 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $(2,74 \pm 1,23) \times 10^4$ экз./м² и от 1,743 до 46,811 кг/м², при среднем значении $21,120 \pm 11,590$ кг/м² соответственно;

- в июне 2017 г.: от $0,73 \times 10^4$ до $1,12 \times 10^4$ экз./м² при среднем значении $(0,93 \pm 0,19) \times 10^4$ экз./м² и от 0,088 до 3,239 кг/м², при среднем значении $1,664 \pm 0,590$ кг/м² соответственно.

Были выявлены представители 9 крупных таксономических групп макрозообентоса (Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Bryozoa, Phoronida, Annelida, Mollusca, Arthropoda), относительный вклад каждой из которых в общую численность и биомассу макрозообентоса на разных донных субстратах приведен на рис. 3-6. Наибольший вклад в сообщество макрозообентоса в Одесском заливе вносят представители групп Mollusca (4,6-56,4% - по численности и 88,8-98,2% - по биомассе) Arthropoda (2,0-20,5% по численности и 0,3-10,7% по биомассе) и Annelida (17,0-84,2% - по численности и 0,3-4,9% - по биомассе). Значения численности и биомассы Mollusca за весь период исследований 2016-2017 гг. на станциях отбора проб изменялись в пределах от 550 до 12466,7 экз./м² и от 103,92 до 2456,56 мг/м² на рыхлых грунтах, а также от 2316,67 до 17200 экз./м² и от 1477,7 до 20720,98 мг/м² на каменистом субстрате соответственно. Наибольшие количественные показатели этой группы макрозообентоса были отмечены осенью 2016 года на каменистом субстрате. Численность Arthropoda в 2016-2017 гг. изменялась в пределах от 233,3 до 2550,0 экз./м² на рыхлом субстрате и от 1500 до 7633,3 экз./м² на смешанном. Биомасса членистоногих на каменистом субстрате составляла от 78,3 до 320,8 мг/м², на рыхлых субстратах этот показатель колебался в пределах от 1,69 до 64,21 мг/м². Максимум развития Arthropoda отмечен в летне-осенний период. Биомасса Annelida при относительно высокой численности (до 10033,3 экз./м² на рыхлом субстрате и до 11300,0 экз./м² на каменистом) была незначительна (до 14,92 мг/м² на рыхлом субстрате и до 33,94 мг/м² на смешанном).

Максимальный вклад представителей таких групп, как Porifera, Cnidaria и Platyhelminthes в общую численность макрозообентоса отдельных проб составлял 2,4; 1,6 и 5,0% соответственно. Вклад таксонов групп Nemertea, Bryozoa и Phoronida был менее 1%.

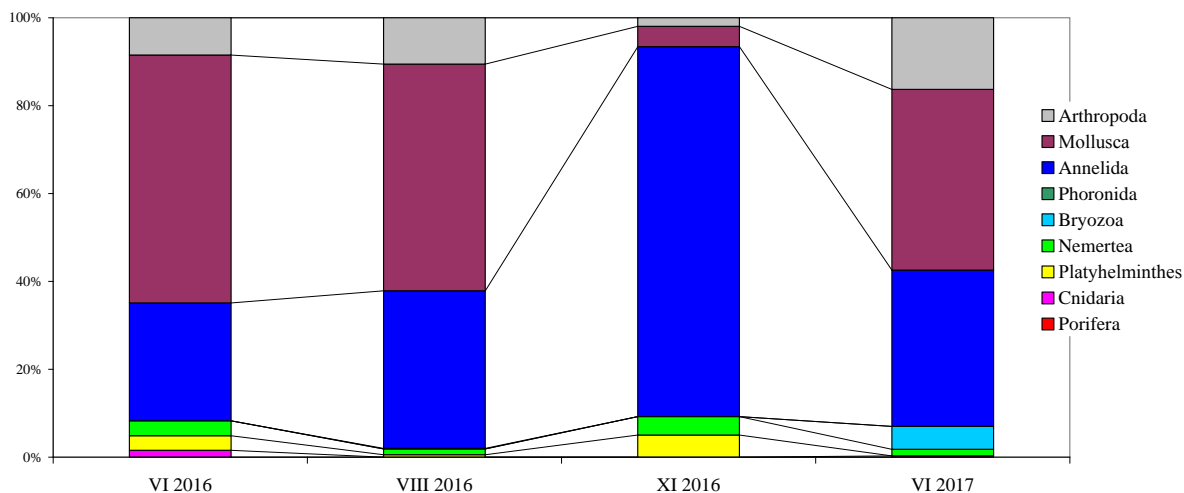


Рис. 2 – Относительный вклад отдельных групп в общую численность макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе в пробах, отобранных на рыхлых донных субстратах (ил, песок, ракуша).

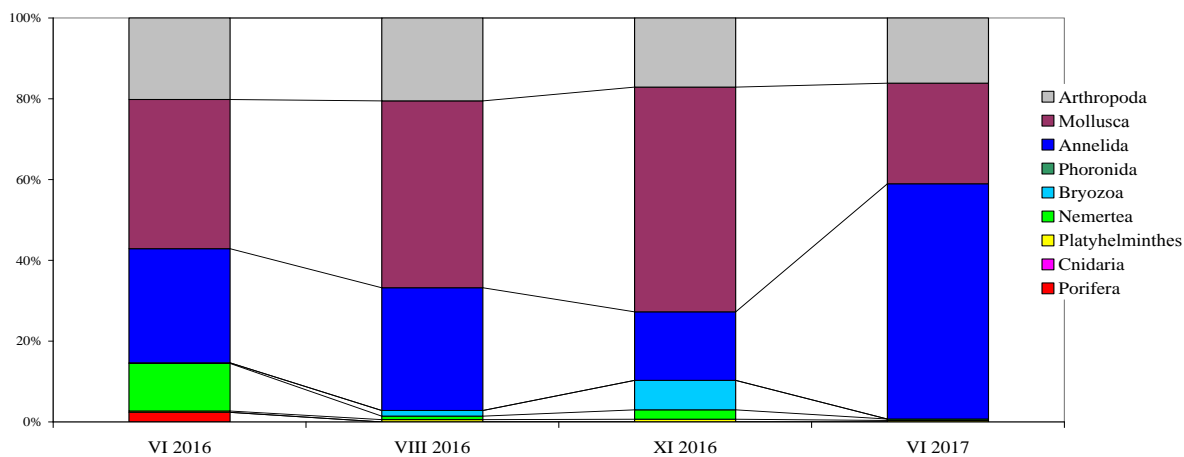


Рис. 3 – Относительный вклад отдельных групп в общую численность макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе для проб, отобранных на каменистом донном субстрате (камни, валуны, ил, песок, ракуша)



Рис. 4 – Относительный вклад отдельных групп в общую биомассу макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе для проб, отобранных на рыхлом донном субстрате (ил, песок, ракуша)

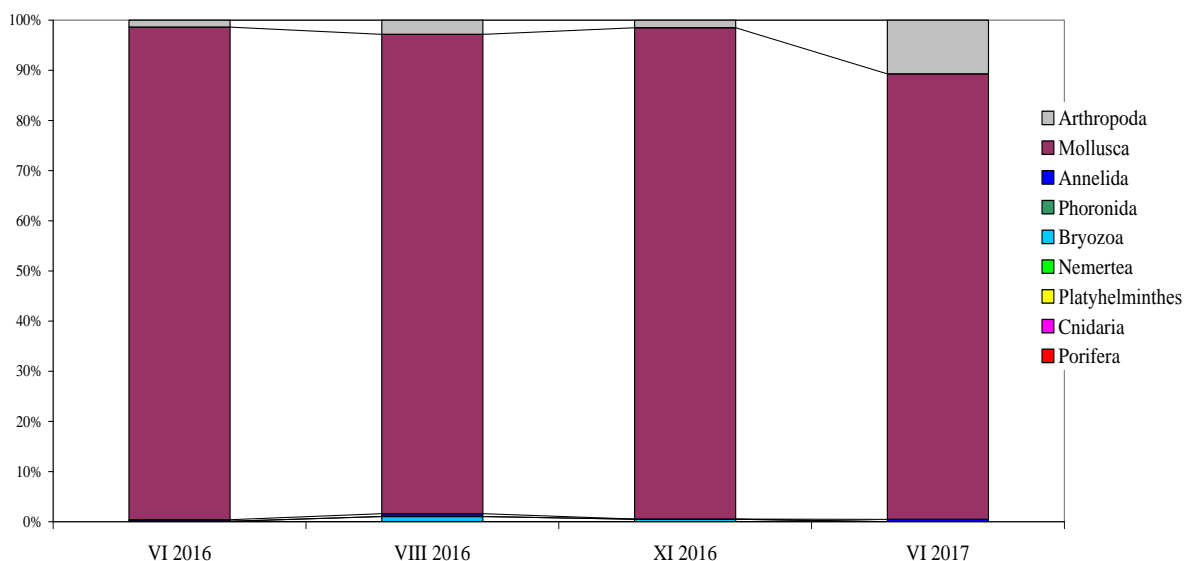


Рис. 5 – Относительный вклад отдельных групп в общую биомассу макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе для проб, отобранных на каменистом донном субстрате (камни, валуны, ил, песок, ракуша)

Результаты проведенной нами оценки доминантности по трем основным характеристикам (встречаемости, численности и биомассе) (табл. 3) показал, что по общему коэффициенту доминантности в порядке его снижения основные группы макрозообентоса располагались в следующем порядке: Mollusca > Arthropoda > Annelida > Bryozoa > Nemertea > Platyhelminthes > Cnidaria > Porifera > Phoronida. Существенных изменений общего коэффициента доминирования для большинства групп макрозообентоса по сезонам не выявлено.

Представители Porifera в пробах были отмечены только весной 2016 года, Cnidaria – в весенний период 2016 и 2017 гг., Phoronida – только летом 2016 года.

По результатам исследования макрозообентоса Одесского залива была проведена оценка качества морской среды по индексам AMBI и M-AMBI (рис. 6, табл. 4). При этом оценка «хорошее» (Good) была получена в 17 случаях, «удовлетворительное» (Moderate) в 5 случаях и «высокое» (High) в 4 случаях из 26. В трех случаях

Таблица 3
Доминантность 9 групп макрозообентоса в Одесском заливе в 2016-2017 гг.

Период исследований	Таксономическая группа																										
	Porifera			Cnidaria			Platyhelminthes			Nemertea			Bryozoa			Phoronida			Annelida			Mollusca			Arthropoda		
	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В
VI 2016	4	5	3	5	3	2	6	4	6	7	6	5	7	2	4	0	0	0	8	8	7	9	9	9	9	7	8
VIII 2016	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	5	5	6	6	7	3	3	3	7	8	6	9	9	9	8	7	8
XI 2016	0	0	0	0	0	0	5	4	5	6	5	4	7	6	7	0	0	0	7	7	6	8	9	9	9	8	8
VI 2017	0	0	0	5	3	4	6	4	5	7	5	3	7	6	7	0	0	0	8	9	6	9	8	9	8	7	8
Общий коэф. доминантности	1,00			1,83			4,75			5,25			6,00			0,75			7,25			8,83			7,92		

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

(июнь и август 2016 года) на прибрежных станциях (глубина 2,5-5,5 м) качество среды по индексу AMBI оценено как «высокое» (High). По индексу M-AMBI качество среды оценено как «высокое» (High) в четырех случаях (август 2016 года и июнь 2017 го-

да) на прибрежных станциях (глубина 4,5-13,5 м). По индексу Шеннона и обилию видов состояние макрозообентоса в большинстве случаев оценено как «неудовлетворительное» (Poor), «удовлетворительное» (Moderate) и «плохое» (Bad).

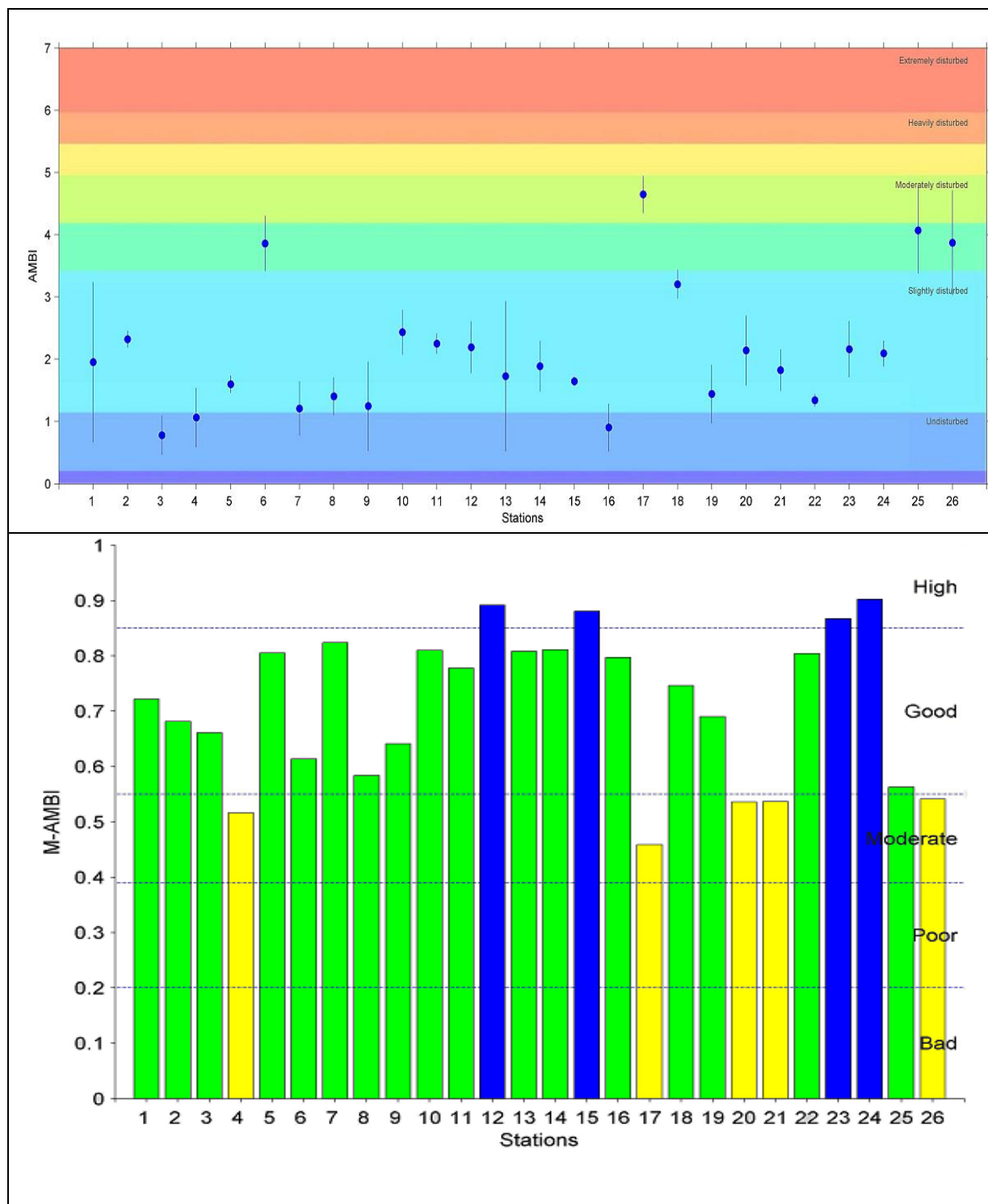


Рис. 6 – Экологический статус (ES) донных сообществ Одесского залива согласно индексам AMBI и M-AMBI

Таблица 4

Оценка качества морских вод по результатам исследования мультиметрических индексов макрозообентоса Одесского залива в период 2016-2017 гг.

Дата	Код станции	Глубина, м	R`	H`	АМБИ	М-АМБИ	Качество среды	MSFD статус
08.06.16	16MHBS-09-ZB-1	13,5	37	1,7	2,0	0,72	Good	GES
08.06.16	16MHBS-08-ZB-2	8,5	26	2,0	2,3	0,68	Good	GES
08.06.16	16MHBS-12-ZB-3	5,5	11	1,9	0,8	0,66	Good	GES
08.06.16	16MHBS-11-ZB-4	2,5	5	1,4	1,1	0,52	Moderate	Non - GES
08.06.16	16MHBS-10-ZB-5	1,7	32	2,3	1,6	0,81	Good	GES
08.06.16	16MHBS-02-ZB-6	9,2	29	2,9	3,9	0,61	Good	GES
09.06.16	16MHBS-01-ZB-7	5,2	22	2,7	1,2	0,82	Good	GES
09.06.16	16MHBS-03-ZB-8	6,5	8	1,8	1,4	0,58	Good	GES
09.06.16	16MHBS-04-ZB-9	5,2	9	2,1	1,2	0,64	Good	GES
09.06.16	16MHBS-05-ZB-10	7,2	30	2,7	2,4	0,81	Good	GES
09.06.16	16MHBS-06-ZB-11	8,2	30	2,5	2,3	0,78	Good	GES
29.08.16	16MHBS-09-ZB-13	13,5	40	2,7	2,2	0,89	High	GES
29.08.16	16MHBS-08-ZB-14	8,5	43	1,9	1,7	0,81	Good	GES
29.08.16	16MHBS-06-ZB-15	8,0	36	2,3	1,9	0,81	Good	GES
29.08.16	16MHBS-07-ZB-16	4,5	48	2,3	1,6	0,88	High	GES
29.08.16	16MHBS-13-ZB-17	3,0	34	1,9	0,9	0,80	Good	GES
03.11.16	16MHBS-09-ZB-18	13,0	19	1,8	4,6	0,46	Moderate	Non - GES
03.11.16	16MHBS-08-ZB-19	8,5	32	2,6	3,2	0,75	Good	GES
03.11.16	16MHBS-07-ZB-20	5,0	25	1,8	1,4	0,69	Good	GES
03.11.16	16MHBS-06-ZB-21	8,5	19	1,3	2,1	0,54	Moderate	Non - GES
03.11.16	16MHBS-13-ZB-22	3,0	8	1,7	1,8	0,54	Moderate	Non - GES
29.06.17	17MHBS-09-ZB-1	13,3	29	2,3	1,3	0,80	Good	GES
29.06.17	17MHBS-08-ZB-2	8,0	34	2,8	2,2	0,87	High	GES
29.06.17	17MHBS-07-ZB-3	5,0	38	2,9	2,1	0,90	High	GES
29.06.17	17MHBS-06-ZB-4	8,0	22	2,1	4,1	0,56	Good	GES
29.06.17	17MHBS-13-ZB-5	3,0	18	2,0	3,9	0,54	Moderate	Non - GES

Примечание: R` – обилие вида; H` – индекс биоразнообразия по Шеннону; АМБИ и М-АМБИ значения индексов АМБИ и М-АМБИ; Good – «хорошее», Moderate – «удовлетворительное» и High – «высокое» качество среды

В среднем для разных сезонов года значения индексов АМБИ и М-АМБИ составили соответственно: в июне 2016 г. – $1,84 \pm 0,07$ и $0,69 \pm 0,04$; в августе 2016 г. – $1,66 \pm 0,12$ и $0,84 \pm 0,05$; в ноябре 2016 г. – $2,62 \pm 0,13$ и $0,60 \pm 0,02$; в июне 2017 г. – $2,72 \pm 0,11$ и $0,73 \pm 0,05$.

В целом по критериям MSFD качество среды по состоянию макрозообентоса

оценено как хорошее – в 21 случае из 26. В 5 случаях (в июне и ноябре 2016 г., а также в июне 2017 г.) качество среды оценено как плохое. При этом в 3 случаях из 5 статус имеют участки дна на глубине до 3,0 м, которые в большей степени подвержены антропогенной нагрузке. Зависимости показателя качества среды от типа донного субстрата не выявлено.

Выводы

Всего в период исследований 2016 - 2017 гг. в Одесском заливе в районе гидро-биологической станции ОНУ имени .И.И. Мечникова был идентифицирован 121 таксон бентосных беспозвоночных, представляющих 9 таксономических групп макрозообентоса: Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Bryozoa, Phoronida, Annelida, Mollusca, Arthropoda. Наибольший вклад в сообщество макрозообентоса в Одесском заливе вносят представители таких групп как Mollusca, Arthropoda и Annelida. Анализ таксономического состава выявил 1 вид губок Porifera (0,8%), 2 таксона Cnidaria (1,7%), 3 таксона Platyhelminthes (2,5%), 1 таксон Nemertea (0,8%), 3 таксона Bryozoa (2,5%), 1 таксон Phoronida (0,8%), 45 таксонов Annelida (37,2%), 24 таксона Mollusca (19,8%), 41 таксон Arthropoda (33,9%). В 2016-2017 гг. в Одесском заливе обнаружены 3 вида вселенцев – двустворчатые моллюски *Anadara kagoshimensis* и *Mya arenaria*, а также брюхоногий моллюск *Rapana venosa*. Из 121 таксонов макрозообентоса, обнаруженных в течение исследований 4 занесены в списки Красной книги Украины, 6 – в списки Красной книги Черного моря. «Краснокнижные» рак-отшельник *D. pugilator* и краб плавунец *M. arcuatus* являются массовыми видами, травяной краб *S. mediterraneus* и краб-водолюб *X. poressa* – обычные виды; волосатый краб *P. hirtellus* относительно немногочисленный вид.

Анализ полученных результатов показал, что таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса имеют четко прослеживающийся сезонный ход с максимальным развитием бентоса в летний период. В июне 2016 года в пробах было обнаружено 75, в августе – 82 таксона, в ноябре – 60 таксона, а в июне 2017 года – 62 таксона макрозообентоса. По результатам единичных съемок выявлено, что количество зарегистрированных таксонов а съемках менялось в пределах от 60 до 75, что составляло от 50 до 62% от общего количества таксонов, которые были обнаружены во всех пробах в период с июня 2016 г. до июня 2017 г. При этом в каждой очередной съемке обнаруживались новые виды макрозообентоса, которые не регистрировались в предыдущих съемках. На основании этих результатов сделан вывод о том, что для полной объективной оценки характеристик биоразнообразия необходимо не менее двух лет

проводить ежеквартальные наблюдения за состоянием макрозообентоса.

На рыхлом и на каменистом субстрате в период исследований в Одесском заливе зарегистрировано практически равное количество таксонов макрозообентоса – 99 и 96 соответственно. Число таксонов макрозообентоса в пробах на рыхлых грунтах на разных глубинах изменялось: от 5 до 40; а значение индекса Шеннона H' макрозообентоса - от 1,7 до 2,9. На смешанном субстрате наблюдалась схожая динамика сезонных колебаний количества таксонов макрозообентоса (18-48) и его биоразнообразия (H' изменялось от 1,3 до 2,8). Численность и биомасса макрозообентоса варьировала на рыхлых грунтах от $0,070 \times 10^4$ до $3,227 \times 10^4$ экз./м² и от 0,002 до 5,361 кг/м²; а на каменистом субстрате – от $0,667 \times 10^4$ до 170×10^4 экз./м² и от 0,088 до 46,811 кг/м² соответственно. Основной вклад в эти характеристики вносили группы Mollusca (доминант *M. galloprovincialis*), Arthropoda и Annelida.

Качество среды по состоянию макрозообентоса по индексам AMBI и M-AMBI оценено как «высокое» в 4 случаях, «хорошее» - в 17 случаях, «удовлетворительное» - в 5 случаях из 26. В среднем для разных сезонов года значения индексов AMBI и M-AMBI соответственно составили: в июне 2016 года – $1,84 \pm 0,07$ и $0,69 \pm 0,04$; в августе 2016 года – $1,66 \pm 0,12$ и $0,84 \pm 0,05$; в ноябре 2016 года – $2,62 \pm 0,13$ и $0,60 \pm 0,02$; в июне 2017 года – $2,72 \pm 0,11$ и $0,73 \pm 0,05$. В соответствии с критериями Рамочной директивы ЕС по морской стратегии (MSFD) качество морской среды по состоянию макрозообентоса оценено как «хорошее» – в 21 случае из 26. В 5 случаях в июне и ноябре 2016 года, а также в июне 2017 года качество среды оценено как «плохое». При этом в 3 случаях из 5 статус «плохое» имеют участки дна на глубине до 3,0 м, которые в большей степени подвержены антропогенной нагрузке. Зависимости показателей качества среды от типа донного субстрата не выявлено.

Настоящее исследование выполнено в рамках научного проекта «Провести морские экосистемные исследования и разработать научную основу для внедрения директивы ЕС по морской стратегии», который в 2017-2019 гг. финансируется Министерством образования и науки Украины с использованием результатов полевых исследований, которые проводились при финансовой поддержке международного (EU-UNDP) проекта

EMBLAS – II (Улучшение мониторинга природной среды Черного моря).

Литература

1. Александров Б.Г. Проблема переноса водных организмов судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий. *Морской экологический журнал*. 2004. Т. 3. № 1. С. 5-17
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. Методические указания №36 / Под. Ред. Л.П. Жданова. Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 66.
5. Воробьева Л.В., Кулакова И.И., Синегуб И.А., Снигирева А.А., Рыбалко А.А. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали [монография]. Одесса: Астропринт, 2017. 324 с.
6. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. НАН Украины, Морской гидрофизический институт. Севастополь, 2011. С. 212
7. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Под ред. Ф.Д.Мордухай-Болтовского. Киев: Наук. Думка, 1968. Т.1, 1969. Т.2, 1972. Т.3.
8. Сминтина В.А., Медінець В.І., Сучков І.О. Острів Зміїний: екосистема прибережних вод: монографія.; відп. ред. В.І. Медінець; Одес. Нац. ун-т ім. І.І. Мечникова. Одеса: Астропринт, 2008. 228 с.
9. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Под ред. А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 190 с.
10. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І.А. Акімова. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
11. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. Киев: Наукова думка, 1983. 176 с.
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, 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.
15. Poppe G.T. and Goto Y. (1991) European seashells. Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda. Volume 1. Wiesbaden: Hemmen, 352 pp.
16. Snigirov S. Rapa whelk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea / S. Snigirov, V. Medinets, V. Chichkin, S. Sylantsev. *Aquatic Invasions*. 2013. Vol. 8, Issue 3, P. 289-297.
17. Todorova V, Keremedchiev St, Karamfilov V, Berov D, Dimitrov L, Kotsev I, Dencheva K. 2013. Dominant habitat types of the seabed. -In: Moncheva S. & Todoova V. (eds), Initial assessment of the state of the marine environment, in accordance with Article 8 of the RPEMW. Institute of Oceanology at BAS, p. 76-164. URL: http://www.bsbd.org/UserFiles/File/Initial%20Assessment_new.pdf (in Bulgarian).
18. Todorova V. and Konsulova T., 2005. Manual for quantitative sampling and sample treatment of marine-soft bottom macrozoobenthos. 38 pp.
19. World Register of Marine Species (WoRMS) URL: <http://www.marinespecies.org/>

References

1. Aleksandrov, B. G. (2004). Problema perenosa vodnykh organizmov sudami i nekotorye podhody k otsenke novykh riska novykh invazij [Problems of aquatic organisms transportation by vessels and some approaches to assessment of risk of new invasions]. *Marine Ecological Journal*, 3(1), 5-17. (In Russian)
2. Vinogradov, K.A. (1958). Ocherki po istorii otechestvennykh gidrobiologicheskikh issledovaniy na Chernom more [Sketch-book on the history of hydrobiological studies of the Black Sea]. Kiev: Publisher of the Academy of Sciences of the YkrSSR. (In Russian)
3. Zaitsev, Yu.P., Aleksandrov, B.G., Minicheva, G.G. et al. (2006). Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya [North-Western Black Sea: hydrology and ecology]. Kiev: Naukova Dumka. (In Russian)
4. Zhdanov, L.P. (Ed.). (1971). Metodicheskie ukazaniya №36 [Methodology guidelines №36]. Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian)
5. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Sinigub, I.A. et al. (2017). Odesskiy region Chernogo morya: gidrobiologiya pelagialiy i bentaly [Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and benthic zones] (Monograph edited by B.G. Aleksandrov). Odessa: Astroprint. 324. (In Russian)

6. Ivanov, V.A., Belokopytov, V.N. (2011). Okeanografiya Chernogo morya [Oceanography of the Black Sea]. National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Marine hydrophysics. Sevastopol. (In Russian)
7. Opredelitel fauny Chernogo i Azovskogo morey [Identification guide of the Azov and Black Seas fauna]. (1968, 1969, 1972). Kiev. Naukova Dumka. 1, 2, 3. (In Russian)
8. Smyntyna, V.A., Medinets, V.I., Suchkov, I.O. (2008). Ostriv Zmiinyi: Ecosystema pryberzhnyh vod: Monografiya.[Zmiinyi Island: Ecosystem of coastal waters : Monograph]. Odessa, Astroprynt. (In Ukrainian)
9. Tsyban, A.V. (1980). Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoy vody i donnykh otlozheniy [Manual on methods of biological analysis of sea water and sediments]. Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian)
10. Chervona knyha Ukrayiny. Tvarynnyi svit. (2009). [Red Data Book of Ukraine. Fauna] Kiev: Globalkonsalting. (In Ukrainian)
11. Chuchkhin, V.D. (1983). Ekologiya bryukhonogih mollyuskov Chernogo morya [Ecology of the Black Sea gastropods]. Kiev: Naukova Dumka. (In Russian)
12. Dumont, H. J. (Ed.). (1999). Black Sea Red Data Book. New York: United Nations Office for Project Services.
13. Borja, A. (2006). The new European Marine Strategy Directive: Difficulties, opportunities, and challenges. *Marine Pollution Bulletin*, (52), 239-242.
14. Borja, Á., Galparsoro, I., Irigoien, X., Iriondo, A., Menchaca, I., Muxika, I., Pascual, M., Quincoces, I., Revilla, M., Germán, J. Rodríguez, 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.
15. Poppe, G.T., Goto, Y. (1991). European seashells. *Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda*, 1, Wiesbaden: Hemmen, 352.
16. 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.
17. Todorova, V., Keremedchiev, St., Karamfilov, V., Berov, D., Dimitrov, L., Kotsev, I., Dencheva, K. (2013). Dominant habitat types of the seabed. In: Moncheva S. & Todoova V. (eds), Initial assessment of the state of the marine environment, in accordance with Article 8 of the RPEMW. Institute of Oceanology at BAS, 76-164. Available at: http://www.bsbd.org/UserFiles/File/Initial%20Assessment_new.pdf (in Bulgarian).
18. Todorova, V., Konsulova, T. (2005). Manual for quantitative sampling and sample treatment of marine-soft bottom macrozoobenthos. 38.
19. World Register of Marine Species (WoRMS). (2019). Available at: <http://www.marinespecies.org/>

Надійшла до редколегії 24.05.2019