

Водные биоресурсы и среда обитания
 2020, том 3, номер 3, с. 45–55
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
 ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
 2020, vol. 3, no. 3, pp. 45–55
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
 ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 574.587(262.5)

СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ *CHAMELEA GALLINA* И *PITAR RUDIS* В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ ОСЕНЬЮ 2019 Г.

© 2020 Л. Н. Фроленко, Л. А. Живоглядова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
 Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
 E-mail: frolenko_l_n@azniirkh.ru

Аннотация. В работе рассмотрено пространственное распределение и количественные характеристики основных донных сообществ с доминированием аборигенных видов двустворчатых моллюсков *Chamelea gallina* и *Pitar rudis* в северо-восточной части Черного моря осенью 2019 г. В пределах исследуемого района наибольшую площадь дна на глубине 18 м на песчаных биотопах с примесью ила и ракуши занимало сообщество с доминированием двустворчатого моллюска *Ch. gallina*. На глубине 30 м на илистом грунте с примесью ракуши и иногда песка зафиксировано сообщество пелофильного двустворчатого моллюска *P. rudis*. В сообществе *Chamelea* лидирующей группой по численности и биомассе были моллюски. В сообществе *Pitar* отмечено преобладание в численности бентосного сообщества полихет, а в биомассе — моллюсков. По сравнению с данными 60-х гг. XX века, современные результаты анализа материалов свидетельствуют о снижении в сообществе *Chamelea* биомассы макрозообентоса до 93 г/м² и руководящего вида до 41 г/м², что связано с преобладанием в популяциях моллюсков мелких особей. Осенью 2019 г., несмотря на появление вселенцев в основных поясных биоценозах, отмечено доминирование аборигенных видов.

Ключевые слова: водное сообщество, видовой состав, пространственное распределение, численность, биомасса, двустворчатые моллюски, *Pitar rudis*, *Chamelea gallina*, *Anadara kagoshimensis*, полихеты, вселенцы

STATUS OF THE *CHAMELEA GALLINA* AND *PITAR RUDIS* COMMUNITIES IN THE NORTH-EASTERN BLACK SEA IN THE AUTUMN OF 2019

L. N. Frolenko, L. A. Zhivoglyadova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”),
 Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Rostov-on-Don 344002, Russia
 E-mail: frolenko_l_n@azniirkh.ru

Abstract. Spatial distribution and quantitative characteristics of the main bottom communities in the North-Eastern Black Sea, characterized by the prevalence of the native bivalve species *Chamelea gallina* and *Pitar rudis*, have been considered for the autumn season of 2019. Within the investigated region, at the depth of 18 m,

the largest area of sandy biotopes with silt and shell admixture was occupied by a community dominated by the bivalve mollusc *Ch. gallina*. At the depth of 30 m, a community of the pelophilic bivalve mollusc *P. rudis* was observed on silty substrate with shells and, at times, sand admixture. In the *Chamelea* community, molluscs were the most prominent group in terms of abundance and biomass. In the *Pitar* community, polychaetes were the most abundant in the benthic community, while molluscs prevailed in terms of their biomass. If compared with the data of the 1960s, the contemporary analysis of the materials presented indicates a decrease in the biomass of the macrozoobenthos down to 93 g/m² and of the dominant species down to 41 g/m² in the *Chamelea* community, which is associated with the predominance of small individuals in the mollusc populations. In the autumn of 2019, despite the appearance of invading species, the native species prevailed in the main regional biocoenoses.

Keywords: aquatic community, species composition, spatial distribution, abundance, biomass, bivalves, *Pitar rudis*, *Chamelea gallina*, *Anadara kagoshimensis*, polychaetes, invading species

ВВЕДЕНИЕ

Полные описания макрозообентоса рыхлых грунтов побережий Крыма и Кавказа с видовыми списками и анализом основных показателей (разнообразии, выделение и описание сообществ, их распределение, динамика) известны из работ М.И. Киселевой с соавт. [1–3]. Целью данной работы было определение основных сообществ северо-восточной части Черного моря осенью 2019 г. и сравнение их видового состава, количественных показателей с аналогичными данными 60-х гг. прошлого столетия. Ограниченное количество материала позволило провести сравнение только двух сообществ — *Chamelea gallina* и *Pitar rudis*. Для каждого сообщества приведены данные по таксономической структуре, численности, биомассе и приуроченности к типу донных осадков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использованы пробы макрозообентоса, собранные в комплексных рейсах, проводимых в северо-восточной части Черного моря (Керченский пролив – Адлер) ранней осенью 2019 г. на 15 станциях в диапазоне глубин от 18 до 50 м (рис. 1, табл. 1). На каждой станции делали два подъема дночерпателя Петерсена с площадью захвата 0,1 м². Обработка проб проводилась по общепринятой методике [4]. Виды идентифицировали с помощью определителей [5–9]. Названия биологических таксонов приводятся в соответствии с современной редакцией WoRMS (World Register of Marine Species) [10]. Выделение сообществ проводили по доминирующему по биомассе виду с учетом индекса плотности \sqrt{bp} (b — биомасса, г/м², p — встречаемость, %) [11]. Применение этой методики дало возможность провести сравнительный анализ одноименных сообществ предыдущих исследователей.

По частоте встречаемости виды разделили на основные (встречающиеся более чем на 50 % станций), второстепенные (виды, встречающиеся на 25–50 % станций) и случайные, имеющие частоту встречаемости менее 25 %. Подобная градация встречаемости применялась В.П. Воробьевым (1949). В работе использовали коэффициент Жаккара: $J=c/a+b-c$, где c — количество общих видов для двух сообществ, a — количество видов в первом сообществе, b — количество видов во втором сообществе. Видовое богатство оценивали по индексу Маргалефа: $D_{MG}=S-1/\ln N$, где S — число видов, N — число особей. Анализ биоразнообразия провели по индексу Шеннона: $H_N=-\sum p_i/N \log_2 p_i/N$, где p_i/N — доля i -го вида в численности (или биомассе) [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пространственное распределение бентосных сообществ, их интенсивность развития и видовая структура в большой мере определяются характером донных отложений и глубиной. Осенью 2019 г. в пределах исследуемого района в акватории Керченского пролива (ст. 1) на глубине 38 м и в районе мыса Б. Утриш (ст. 5) на глубине 40 м доминирующим по биомассе видом был двустворчатый моллюск *Mytilus galloprovincialis*. В районе м. Железный Рог (ст. 2) на глубине 21 м в общей биомассе донных организмов преобладал моллюск-вселенец *Anadara kagoshimensis*, в районе п. Южная Озереевка (ст. 6) на глубине 43 м — двустворчатый моллюск *Parvicardium simile*, в районе п. Бетта (ст. 8) на глубине 50 м — полихета *Aricidea (Strelzovia) claudiae*. Наибольшую площадь дна занимали два сообщества с доминированием двустворчатых моллюсков *Chamelea gallina* и *Pitar rudis*. Характеристика указанных сообществ приведена ниже.

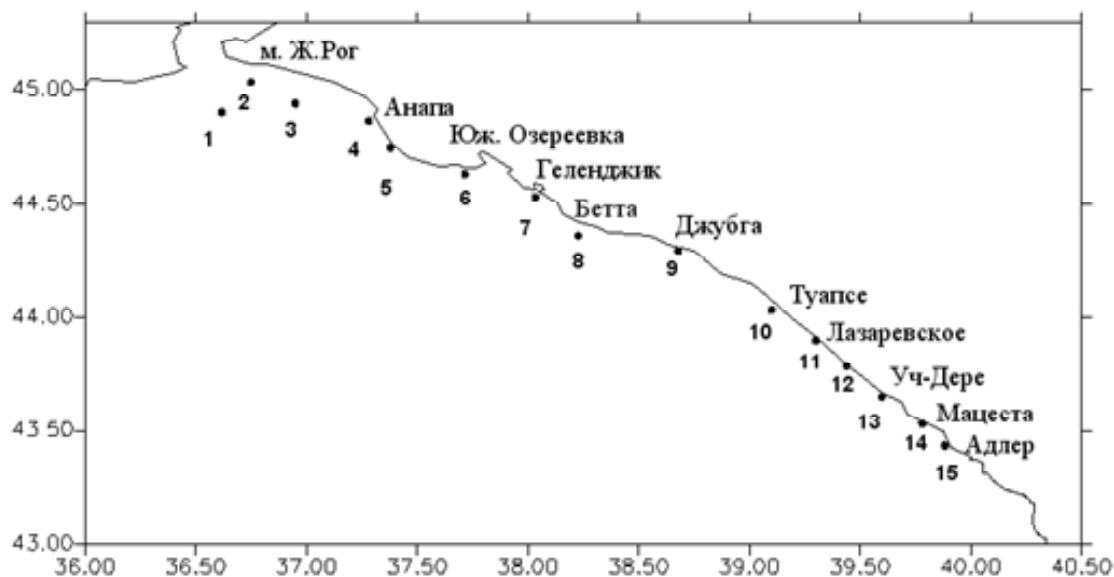


Рис. 1. Карта-схема отбора бентосных проб в северо-восточной части Черного моря осенью 2019 г.

Fig. 1. The outline map of benthic sampling in the North-Eastern Black Sea in autumn, 2019

Таблица 1. Характеристика станций донных сообществ северо-восточной части Черного моря в осенний период 2019 г.

Table 1. Characterization of the stations of the bottom communities in the North-Eastern Black Sea in the autumn season, 2019

Район Area	№ станций Station number	Координаты Coordinates	Глубина, м Depth, m	Характер донных отложений Type of bottom sediments
Сообщество питара / <i>Pitar</i> community				
п. Благовещенская Blagoveshchenskaya	3	44°56.39' с. ш., 36°57.02' в. д. 44°56.39' N, 36°57.02' E	30	ил с примесью ракуши silt with shell admixture
г. Анапа Anapa	4	44°51.77' с. ш., 37°17.01' в. д. 44°51.77' N, 37°17.01' E	30	ил silt
г. Геленджик Gelendzhik	7	44°31.94' с. ш., 38°02.05' в. д. 44°31.94' N, 38°02.05' E	30	ил silt
п. Джубга Dzhubga	9	44°17.56' с. ш., 38°40.71' в. д. 44°17.56' N, 38°40.71' E	30	ил с примесью ракуши silt with shell admixture
г. Туапсе Tuapse	10	44°02.05' с. ш., 39°06.08' в. д. 44°02.05' N, 39°06.08' E	30	ил silt
Сообщество хамелии / <i>Chamelea</i> community				
п. Лазаревское Lazarevskoye	11	43°54.00' с. ш., 39°18.00' в. д. 43°54.00' N, 39°18.00' E	18	песок с примесью ила sand with silt admixture
п. Головинка Golovinka	12	43°47.17' с. ш., 39°26.39' в. д. 43°47.17' N, 39°26.39' E	18	песок с примесью растительного детрита sand with phytodetritus admixture
м. Уч-Дере Uch-Dere Cape	13	43°39.16' с. ш., 39°36.10' в. д. 43°39.16' N, 39°36.10' E	18	песок sand
п. Мацеста Matsesta	14	43°31.96' с.ш., 39°46.88' в.д. 43°31.96' N, 39°46.88' E	18	песок с примесью ила sand with silt admixture
г. Адлер Adler	15	43°26.08' с. ш., 39°52.92' в. д. 43°26.08' N, 39°52.92' E	18	песок с примесью ракуши sand with shell admixture

В течение многолетнего периода исследований состояние сообщества *Chamelea* изменялось. Во второй половине XX века это сообщество развивалось в биотопе рыхлых грунтов до 30 м глубины с основной зоной 25 м [2]. В конце 1990-х гг. из-за пресса хищничества вселенцев брюхоногого моллюска *Rapana venosa* и гребневика *Mnemiopsis leidyi* интенсивность развития хамелии снизилась и граница сообщества сократилась до глубины 10–15 м. На заиленных песках на глубине 20–30 м образовалось новое сообщество с доминированием двустворчатого моллюска-вселенца *Anadara kagoshimensis*. Появление гребневика *B. ovata*, питающегося *M. leidyi*, привело к снятию пелагического пресса на личинок двустворчатых моллюсков и их массовому оседанию на кавказском побережье Черного моря в 1999 г. [13]. К 2003 г. произошло постепенное восстановление сообществ

ва аборигенного вида *Chamelea gallina* [14]. Осенью 2019 г. в исследованном районе на пяти станциях (пос. Лазаревское – г. Адлер, ст. 11–15) на глубине 18 м на песчаных грунтах иногда с примесью ила или ракушки отмечено сообщество двустворчатого моллюска *Ch. gallina* с 40 донными организмами из 6 систематических групп. Среди ракообразных отмечено 13 видов, за ними следовали полихеты и моллюски, соответственно, по 12 и 11 видов. Асцидий, актиний и форонид зафиксировано по 1 виду. Представители семейства Edwardsiidae не идентифицированы до вида (табл. 2). Данные М.И. Киселевой включали большее число видов. По-видимому, это можно объяснить небольшим количеством станций в наших сборах.

В исследованной акватории в сообществе встречалось от 13 до 27 видов. Наиболее разнообразна бентофауна на станции в районе м. Уч-Дере и

Таблица 2. Видовой состав макрозообентоса в сообществах *Chamelea gallina* и *Pitar rudis* в северо-восточной части Черного моря осенью 2019 г.

Table 2. Species composition of the macrozoobenthos in the communities of *Chamelea gallina* and *Pitar rudis* in the North-Eastern Black Sea in autumn, 2019

Таксон / Taxon	Сообщество <i>Chamelea gallina</i> <i>Chamelea</i> community	Сообщество <i>Pitar rudis</i> <i>Pitar</i> community
1	2	3
CNIDARIA		
<i>Sagartiogeton undatus</i> (Müller, 1778)	+	
Edwardsiidae gen. sp.	+	+
ANNELIDA		
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)		+
<i>Aricidea (Strelzovia) claudiae</i> Laubier, 1967	+	+
<i>Eunereis longissima</i> (Johnston, 1840)		+
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)		+
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	+	+
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	+	+
<i>Leiochone leiopygos</i> (Grube, 1860)	+	+
<i>Magelona rosea</i> Moore, 1907	+	
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	+	
<i>Micronephthys longicornis</i> (Perejaslvtseva, 1891)	+	+
<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1866)		+
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818	+	+
<i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus, 1767)		+
<i>Prionospio cirrifera</i> Wirén, 1883		+
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)	+	
<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	+	+
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	+	
Oligochaeta gen. sp.		+
CRUSTACEA		
<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	+	+

Таблица 2 (окончание)

Table 2 (finished)

1	2	3
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	+	+
<i>Apseudopsis ostroumovi</i> Bacescu & Carausu, 1947	+	
<i>Diogenes pugilator</i> (P. Roux, 1829)	+	+
<i>Erichthonius</i> sp.	+	
<i>Iphinoe elisae</i> Băcescu, 1950		+
<i>Iphinoe maeotica</i> Sowinskyi, 1893	+	
<i>Megaluropus agilis</i> Hoek, 1889	+	+
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853		+
<i>Monocorophium insidiosum</i> (Crawford, 1937)	+	
<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1837	+	
<i>Perioculodes longimanus</i> (Spence Bate & Westwood, 1868)	+	
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769		+
<i>Pseudocuma</i> sp.	+	
<i>Pterocuma</i> sp.	+	
<i>Synchelidium maculatum</i> Stebbing, 1906	+	
MOLLUSCA		
<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)		+
<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	+	+
<i>Calyptraea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<i>Corambe obscura</i> (A.E. Verrill, 1870)	+	
<i>Donax trunculus</i> Linnaeus, 1758	+	
<i>Gastrana fragilis</i> (Linnaeus, 1758)	+	
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	+	+
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<i>Parvicardium simile</i> (Milaschewitsch, 1909)		+
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	+	+
<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	+	+
<i>Retusa variabilis</i> (Milaschewitsch, 1912)		+
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	+	+
PHORONIDAE		
<i>Phoronis euxinicola</i> Selys-Longchamps, 1907	+	
ASCIDIACEA		
<i>Asciidiella aspersa</i> (Müller, 1776)		+
<i>Molgula appendiculata</i> Heller, 1877	+	

г. Адлер (станции 13 и 15). Численность донных организмов менялась в диапазоне от 910 до 3735 экз./м². Максимальные значения были отмечены на участке п. Лазаревское. Как показывают данные табл. 3, средняя численность бентоса в пределах сообщества была близка к аналогичным показателям в 60-е гг. прошлого столетия, а также в 2008 г. [15]. По численности донного населения по-прежнему лидировали моллюски (рис. 2А), где основным преобладающим видом была хамелея,

доминирующая над другими видами моллюсков. Средняя численность руководящего вида была выше аналогичных значений (табл. 3). Наиболее высокая численность также была отмечена для основных двустворчатых моллюсков *P. rudis* (554 экз./м²), *G. minima* (489 экз./м²), имеющих 100 % встречаемость. Второй по обилию группой были полихеты: на их долю приходилось 11 % общей численности. Большая часть численности полихет формировалась за счет развития

Таблица 3. Сравнительная характеристика сообщества *Chamelea* в северо-восточной части Черного моря
Table 3. Comparative characterization of the *Chamelea* community in the North-Eastern Black Sea

Показатели Characteristics	Единицы измерения Units of measurement	60-е гг. XX века 1960s	2008	2019
Видовое богатство Species richness	Число видов Number of species	56	33	40
Общая численность бентоса Total abundance of benthic species	экз./м ² ind./m ²	2400	2446*	2609
Численность <i>Chamelea</i> <i>Chamelea</i> abundance	экз./м ² ind./m ²	253	445	755
Общая биомасса бентоса Total benthic biomass	г/м ² g/m ²	110	68	93
Биомасса <i>Chamelea</i> <i>Chamelea</i> biomass	г/м ² g/m ²	72	56	41

Примечание: * Общая численность без учета фораминифер
 Note: * Total abundance excluding foraminifera

второстепенных видов *A. (Strelzovia) claudiae* и *M. longicornis*. Далее в порядке убывания значимости численность формировали ракообразные и группа «прочие» (рис. 2А).

В пределах сообщества общая биомасса бентоса варьировала в широких пределах от 34,8 до 146,7 г/м², в среднем составляя 93,0 г/м². Эти показатели были сопоставимы с аналогичными данными 60-х гг. XX века, однако ниже показателей 2008 г. Большую часть биомассы бентоса, как и прежде, формировали моллюски (рис. 2Б). Биомасса руководящего вида варьировала значительно (от 17,6 до 71,0), в среднем составляя 41,0 г/м², и была самой низкой за сравниваемые годы (табл. 3). Причиной этого стало наличие младших возрастных групп (3–7 мм), значительно превышающих по количеству взрослую размножающуюся часть популяции моллюсков. Максимальная длина *Ch. gallina* составляла 12 мм, в то время как М.И. Киселева отмечала крупных особей длиной 20–27 мм. Наибольшая общая биомасса бентоса и руководящего вида отмечена в районе м. Уч-Дере (ст. 13), где преобладали крупные особи. На ст. 12, 13 и 15 доминирование *Ch. gallina* составляло 54–71 % от показателя общей биомассы сообщества. На ст. 11 и 14 эти показатели снижались до 46 %, так как на песках с примесью ила увеличивалась биомасса двустворчатых моллюсков *G. minima* и *P. rudis*. В популяциях этих видов также наиболее часто встречались мелкие особи длиной 4–7 мм. На каждой станции отмечен брюхоногий моллюск-вселенец рапана, питающийся двустворчатыми моллюсками. Активный промысел вселенца привел

к снижению его численности и измельчению популяции [16, 17]. В дночерпательных пробах присутствовали мелкие особи с высотой раковины от 12 до 46 мм. В статусе второстепенных видов выступали двустворчатые моллюски *D. trunculus* и мелкие особи *L. divaricata*. Случайными оказались двустворчатые *G. fragilis*, *S. subtruncata* и мелкий брюхоногий моллюск-вселенец *C. obscura*. Последний вид в Черном море появился в 1989 г. [18, 19].

Развитие остальных групп бентоса в сообществе суммарно не превышало 3 % общей биомассы. Основной вклад в численность и биомассу ракообразных вносили основные виды — амфипода *A. diadema*, усоногий рак *A. improvisus* и рак-отшельник *D. pugilator*. Остальные виды ракообразных и представители группы прочих организмов встречались редко, единично и не давали высокой численности и биомассы.

По мере увеличения глубины в составе грунта увеличивается доля алевритовой фракции и большее значение в данном биотопе приобретает двустворчатый моллюск — пелофил *Pitar rudis*. Сообщество этого вида отмечено на 5 станциях (3, 4, 7, 9, 10) на глубине 30 м и приурочено к илистым грунтам, иногда с примесью ракуши. По данным М.И. Киселевой, наиболее высокие показатели биомассы бентоса (80,0 г/м²) в биоценозе и максимальную биомассу (29,2 г/м²) *P. rudis* создавал на глубине 28 м [2]. В настоящее время, в сравнении с данными М.И. Киселевой, в сообществе отмечено одинаковое количество представителей бентоса (табл. 4). Наиболее разнообразны полихеты и

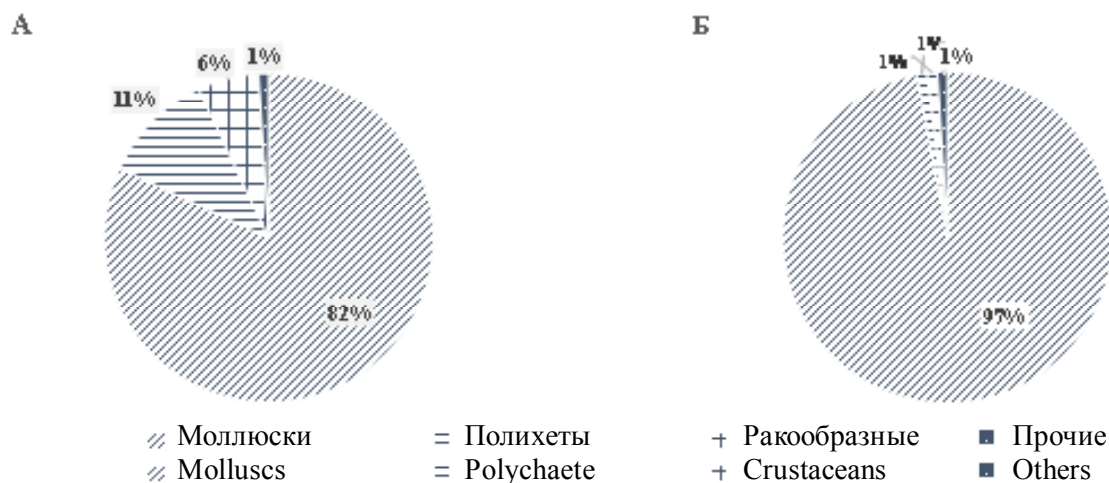


Рис. 2. Соотношение средней численности (А) и биомассы (Б) основных групп зообентоса в сообществе *Chamelea* осенью 2019 г.

Fig. 2. The average abundance (A) and biomass (B) ratio of the main groups of zoobenthos in the *Chamelea* community in autumn, 2019

Таблица 4. Сравнительная характеристика сообщества *Pitar*

Table 4. Comparative characterization of the *Pitar* community

Показатели Characteristics	Единицы измерения Units of measurement	60-е гг. XX века 1960s	2019
Видовое богатство Species richness	Число видов Number of species	35	35
Общая численность бентоса Total abundance of benthic species	экз./м ² ind./m ²	5240	2252
Численность <i>Pitar</i> <i>Pitar</i> abundance	экз./м ² ind/m ²	283	402
Общая биомасса бентоса Total benthic biomass	г/м ² g/m ²	80,0	77,9
Биомасса <i>Pitar</i> <i>Pitar</i> biomass	г/м ² g/m ²	29,2	40,5

моллюски — 14 и 11 видов, соответственно. Видовое разнообразие ракообразных, в сравнении с сообществом хамелии, было ниже — 7 видов. Меньшим количеством видов представлены асцидии — 1 вид. Олигохеты и представители семейства Edwardsiidae до вида не идентифицированы.

Видовое богатство в сообществе на станциях варьировало от 7 до 15 видов. Минимальное количество обнаружено в районе г. Туапсе, что может быть обусловлено антропогенным загрязнением. Наиболее фаунистически богатыми оказались станции в районе городов Анапа и Геленджик. Средняя численность бентоса составляла 2252 экз./м². Аналогичные средние показатели 1960-х гг. были выше (табл. 4). Структура численности донной фауны в сообществе отличалась от той, которая

наблюдалась на песчаных биотопах в сообществе хамелии. Илистые грунты характеризовались более интенсивным развитием полихет, которые играют основную роль в образовании общей численности донного населения (рис. 3А). Значительный вклад в общую численность (48 %) вносила полихета *A. (Strelzovia) claudiae*. Интенсивное развитие этого вида (3440 экз./м²) зарегистрировано в районе г. Геленджик. Среди полихет кроме арициды основными видами являлись *H. filiformis* и *M. longicornis*. Остальные имели статус второстепенных и случайных. Отмеченное преобладание в составе бентосного сообщества мелких полихет с коротким циклом развития и высокой численностью согласуется с модельным распределением бентоса в условиях градиента эвтрофирования черноморских

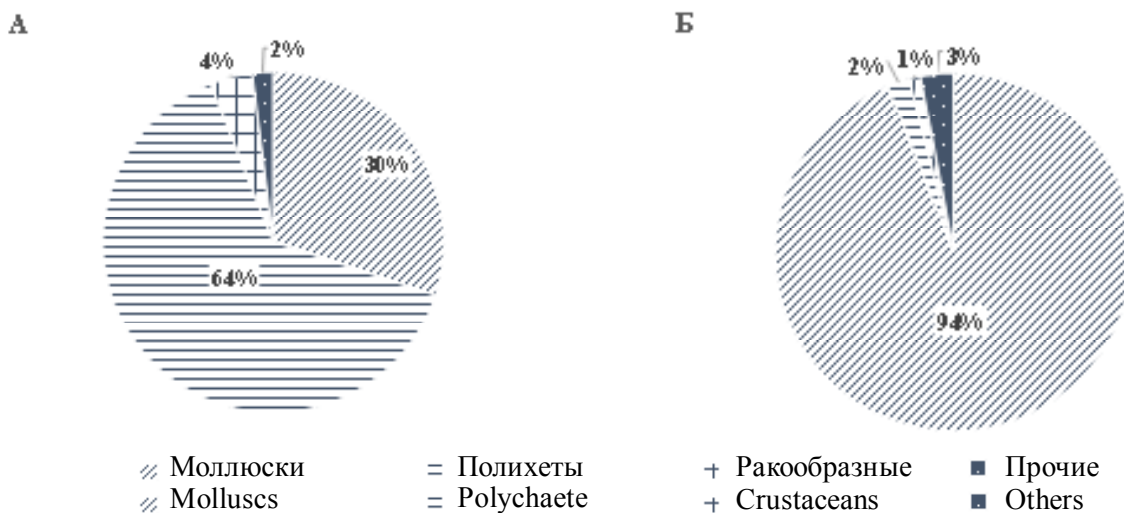


Рис. 3. Соотношение средней численности (А) и биомассы (Б) основных групп макрозообентоса в сообществе *Pitar* осенью 2019 г.

Fig. 3. The average abundance (A) and biomass (B) ratio of the main groups of macrozoobenthos in the *Pitar* community in autumn, 2019

акваторий [20]. В структуре численности макрозообентоса сообщества ракообразные и прочие организмы ведущего значения не имели (рис. 3А). Встречаемость отдельных видов ракообразных и асцидий, как правило, была невысокой (до 25 %).

Общая биомасса бентоса в ареале сообщества варьировала от 9,7 до 123,1 г/м², в среднем составляя 77,9 г/м², и была близка к значениям биомассы на глубине 28 м (табл. 4). Наиболее высокие показатели биомассы отмечены в районе п. Благовещенская. Биомасса доминирующего вида *P. rudis* изменялась от 4,2 до 65,8 г/м² и в среднем составляла 40,5 г/м². Минимальные значения биомассы были зарегистрированы в районе г. Туапсе (ст. 10). Максимальная биомасса доминанта отмечена в районе г. Анапа (ст. 4). На трех станциях (4, 7, 10) доминирование *P. rudis* было выражено резко (66, 71 и 67 % от общего показателя общей биомассы сообщества, соответственно). На ст. 3 и 9 доминирование было слабее (до 50 %). На первой станции возрастала роль аборигенных видов *Ch. gallina* (21 %) и *G. minima* (11 %), на второй — вселенца *A. kagoshimensis*. В статусе «случайных» выступали пять видов моллюсков *C. chinensis*, *P. simile*, *S. subtruncata*, *R. variabilis* и *R. venosa*. В отличие от Кавказского побережья, хищный моллюск рапана обнаружен только в районе г. Геленджик. Вклад в биомассу сообщества ракообразных, полихет и группы прочих организмов был незначителен

(рис. 3Б). Эти группы в сообществе формировали в основном второстепенные и случайные виды с низкой индивидуальной массой.

Сравнивая видовой состав сообществ *Chamelea* и *Pitar*, выделенных осенью 2019 г., отмечаем наличие общих видов (21). Наибольшее сходство видового состава зафиксировано в группе моллюсков. Количество общих видов составляло 57 %, в группе полихет — 42 %. Наибольшие различия видового состава между сообществами отмечены в группе ракообразных. В сообществе *Chamelea* на песчаных грунтах отмечено 13 видов. На илистых грунтах в сообществе *Pitar* ракообразные развивались менее интенсивно, поэтому видовой состав был беднее — 7 видов (см. табл. 2). Сравнение видового состава этих сообществ показало, что различие их велико. По индексу Жаккара, видовой состав макрозообентоса двух сообществ сходен на 39 %. Индекс Маргалефа в сообществе хамелии был выше (4,3), чем в сообществе питара (3,34). Известно, что чем больше значение данного индекса, тем большее количество видов в сообществе. По нашим данным, наиболее богато видами сообщество *Ch. gallina*. Среднее значение индекса Шеннона в сообществе хамелии (2,91) было выше, чем в сообществе питара (2,6). Вероятно, сообщество *Ch. gallina* на песчаных биотопах, иногда с примесью ила, ракуши и растительного детрита, обитало в более разнообразных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в ходе исследований материалы показывают, что осенью 2019 г. в исследованном районе значительную площадь дна на песчаных биотопах с примесью ракуши и растительного детрита на глубине 18 м занимало сообщество с доминированием аборигенного двустворчатого моллюска *Ch. gallina*. На глубине 30 м на илистом грунте с примесью ракуши зафиксировано сообщество пелофильного двустворчатого моллюска *P. rudis*. В списках основных видов макрозообентоса, регистрировавшихся на анализируемых нами глубинах в 1960–1970-е гг. [2] и в 2019 г., существенные изменения не зафиксированы. В численности и биомассе донных организмов в сообществах отмечаются сходные пропорции основных групп макрозообентоса — моллюски, полихеты, ракообразные и прочие. Результаты анализа материалов в современных условиях, по сравнению с многолетними данными, свидетельствуют о некотором снижении количественных показателей численности и биомассы. Причиной этого стало преобладание в популяциях более мелких двустворчатых моллюсков. Как указывали авторы ранее [21], несмотря на вселение новых видов и значительные преобразования донных сообществ Черного моря, в последние годы отмечена тенденция к восстановлению структуры бентосных сообществ и в основных поясных биоценозах доминантами остаются аборигенные виды, что подтверждают материалы осенней съемки 2019 г. Сравнительный анализ с использованием индексных методов позволяет предположить, что сообщество *Ch. gallina* обитало в более разнообразных условиях. Данные результаты количественных характеристик сообществ *Chamelea* и *Pitar*, полученные на ограниченном количестве доступного материала, могут служить основой при проведении сравнений с ранее опубликованными данными.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны рецензентам за проделанную работу по статье, за замечания и рекомендации, которые улучшили качество рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселева М.И., Славина О.Я. Количественное распределение макробентоса у побережья Кавказа // Распределение бентоса и биология донных живот-

ных в южных морях / Под ред. В.А. Водяницкого. К.: Наукова думка, 1966. С. 55–74.

2. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. К.: Наукова думка, 1981. 165 с.
3. Заика В.Е., Киселева М.И., Михайлова Т.В., Маккавеева Е.Б., Сергеева Н.Г., Повчун А.С., Колесникова Е.А., Чухчин В.Д. Многолетние изменения зообентоса Черного моря. К.: Наукова думка, 1992. 248 с.
4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
5. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 1. Простейшие, губки, кишечнотельные, черви, щупальцевые / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. К.: Наукова думка, 1968. 437 с.
6. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 2. Ракообразные / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. К.: Наукова думка, 1969. 535 с.
7. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 3. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые // Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. К.: Наукова думка, 1972. 339 с.
8. Киселева М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. 409 с.
9. Фауна водных и прибрежно-водных экосистем Азово-Черноморского бассейна / Под ред. С.П. Воловика, И.Г. Корпаковой, Т.О. Барабашина, Г.С. Воловик. Краснодар: Изд-во АзНИИРХ, 2010. 251 с.
10. WoRMS: World Register of Marine Species. Integrated Marine Information System. URL: <http://www.marinespecies.org> (дата обращения 22.06.2020). doi: 10.14284/170.
11. Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Труды АзЧерНИРО. 1949. Вып. 13. 193 с.
12. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод / Под ред. Г.Г. Винберга. Л.: Изд-во Зоологического института АН СССР, 1974. 60 с.
13. Кучерук Н.В., Басин А.Б., Котов А.В., Чикина М.В. Макрозообентос рыхлых грунтов Северо-Кавказского побережья Черного моря: многолетняя динамика сообществ // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря / Под ред. А.Г. Зацепина, М.В. Флинта. М.: Наука, 2002. С. 289–297.
14. Чикина М.В. Макрозообентос рыхлых грунтов Северо-Кавказского побережья Черного моря: пространственная структура и многолетняя динамика : автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2009. 26 с.
15. Головкина Е.М., Фроленко Л.Н. Характеристика зообентоса северо-восточной части Черного моря // Современные основы формирования сырьевых ресурсов Азово-Черноморского бассейна в условиях изменения климата и антропогенного воздействия : матер. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-

- на-Дону, 15–18 декабря 2008 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, Диапазон, 2008. С. 75–79.
16. Ревков Н.К., Болтачева Н.А., Бондарев И.П., Бондаренко Л.В., Тимофеев В.А. Состояние зооресурсов бентали глубоководной зоны шельфа Крыма после кризиса черноморской экосистемы второй половины XX века (по данным экспедиционных исследований 2010 г. на НИС «Профессор Водяницкий») // 100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского : сб. науч. тр. / Под ред. А.В. Гаевской, А.Л. Морозовой. Симферополь: Нижняя Орианда, 2015. С. 549–571.
 17. Саенко Е.М., Марушко Е.А. Состояние популяции рапаны *Rapana venosa* (Valeciennes, 1846) в северо-восточной части Черного моря // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1, № 2. С. 28–39.
 18. Рогинская И.С., Гринцов В.А. Голожаберный моллюск *Doridella obscura* Verrill — новый вселенец в Черном море // Океанология. 1990. Т. 30, вып. 5. С. 855–957.
 19. Синегуб И.А. О расширении ареала голожаберного моллюска *Doridella obscura* Verrill в Черном море // Гидробиологический журнал. 1994. Т. 30, № 3. С. 106–108.
 20. Петров А.Н. Реакция прибрежных макробентосных сообществ Черного моря на органическое обогащение донных отложений // Экология моря. 2000. Вып. 51. С. 45–51.
 21. Колючкина Г.А., Семин В.Л. Характеристика биологического разнообразия. Макрозообентос // Экологический атлас. Черное и Азовское моря / Под ред. А.И. Исаченко, Е.А. Смирновой. М.: Изд-во Фонда «Национальное интеллектуальное развитие», 2019. С. 157–177.
 4. Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozheniy [Handbook of methods of hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments]. V.A. Abakumov. (Ed.). Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1983, 239 p. (In Russian).
 5. Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey. T. 1. Prosteyshie, gubki, kishchnopolostnyye, chervi, shchupal'tsevye [Guide for identification of the fauna of the Black and Azov Seas. Vol. 1. Protozoans, sponges, coelenterates, worms, tentaculata]. F.D. Mordukhay-Boltovskoy. (Ed.). Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1968, 437 p. (In Russian).
 6. Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey. T. 2. Rakoobraznye [Guide for identification of the fauna of the Black and Azov Seas. Vol. 2. Crustaceans]. F.D. Mordukhay-Boltovskoy. (Ed.). Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1969, 535 p. (In Russian).
 7. Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey. T. 3. Chlenistonogie (krome rakoobraznykh), mollyuski, iglokozhiye, shchetinkochelyustnyye, khordovyey [Guide for identification of the fauna of the Black and Azov Seas. Vol. 3. Arthropods (except crustaceans), molluscs, echinoderms, chaetognaths, chordates]. F.D. Mordukhay-Boltovskoy. (Ed.). Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1972, 339 p. (In Russian).
 8. Kiseleva M.I. Mnogoshchetinkovyye chervi (Polychaeta) Chernogo i Azovskogo morey [Polychaetes (Polychaeta) of the Azov and Black Seas]. Apatity: Kol'skiy nauchnyy tsentr [Kola Science Centre of the RAS] Publ., 2004, 409 p. (In Russian).
 9. Fauna vodnykh i pribrezhno-vodnykh ekosistem Azovo-Chernomorskogo basseyna [Fauna of the aquatic and coastal aquatic ecosystems of the Azov and Black Sea Basin]. S.P. Volovik, I.G. Korpakova, T.O. Barabashin, G.S. Volovik. (Eds.). Krasnodar: AzNIIRKH Publ., 2010, 251 p. (In Russian).
 10. WoRMS: World Register of Marine Species. Integrated Marine Information System. Available at: <http://www.marinespecies.org> (accessed 22.06.2020). doi: 10.14284/170.
 11. Vorob'ev V.P. Bentos Azovskogo morya [Benthos of the Sea of Azov]. *Trudy AzCherNIRO [AzCherNIRO Proceedings]*, 1949, issue 13, 193 p. (In Russian).
 12. Makrushin A.V. Biologicheskii analiz kachestva vod [Biological analysis of water quality]. G.G. Vinberg. (Ed.). Leningrad: Zoologicheskii institut AN SSSR [Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences] Publ., 1974, 60 p. (In Russian).
 13. Kucheruk N.V., Basin A.B., Kotov A.V., Chikina M.V. Makrozoobentos rykhlykh gruntov Severo-Kavkazskogo poberezh'ya Chernogo morya: mnogoletnyaya dinamika soobshchestv [Macrozoobenthos of loose bottom soils of North Caucasian coast of the Black Sea: long-term dynamics of community]. In: *Kompleksnyye issledovaniya severo-vostochnoy chasti Chernogo morya*

REFERENCES

1. Kiseleva M.I., Slavina O.Ya. Kolichestvennoye raspredeleniye makrobentosa u poberezh'ya Kavkaza [Quantitative distribution of macrobenthos near Caucasus coast]. In: *Raspredeleniye bentosa i biologiya donnykh zhivotnykh v yuzhnykh moryakh [Distribution of benthos and biology of bottom animals in south seas]*. V.A. Vodyanitskiy. (Ed.). Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1966, pp. 55–74. (In Russian).
2. Kiseleva M.I. Bentos rykhlykh gruntov Chernogo morya [Benthos of soft substratum of the Black Sea]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1981, 165 p. (In Russian).
3. Zaika V.E., Kiseleva M.I., Mikhaylova T.V., Makkaeveeva E.B., Sergeeva N.G., Povchun A.S., Kolesnikova E.A., Chukhchin V.D. Mnogoletnie izmeneniya zoobentosa Chernogo morya [Long-term changes in zoobenthos of the Black Sea]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1992, 248 p. (In Russian).

- [*Multidisciplinary investigations of the northeast part of the Black Sea*]. A.G. Zatsepin, M.V. Flint. (Eds.). Moscow: Nauka [Science], 2002, pp. 289–297. (In Russian).
14. Chikina M.V. Makrozoobentos rykhlykh gruntov Severo-Kavkazskogo poberezh'ya Chernogo morya: prostranstvennaya struktura i mnogoletnyaya dinamika : avtoref. dis. kand. biol. nauk [The macrozoobenthos of soft bottom in the North Caucasian coast of the Black Sea: the spatial structure and long-term dynamics. Extended abstract of Candidate's (Biology) Thesis]. Moscow, 2009, 26 p. (In Russian).
 15. Golovkina E.M., Frolenko L.N. Kharakteristika zoobentosa severo-vostochnoy chasti Chernogo morya [Characterization of the zoobenthos in the north-eastern part of the Black Sea]. In: *Sovremennye osnovy formirovaniya syr'evykh resursov Azovo-Chernomorskogo basseyna v usloviyakh izmeneniya klimata i antropogennogo vozdeystviya : materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Rostov-na-Donu, 15–18 dekabrya 2008 g.)* [Current formation principles for the raw material resources of the Azov and Black Sea Basin in the context of climate change and anthropogenic pressure. Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 15–18 December, 2008)]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., Diapazon [Diapason], 2008, pp. 75–79. (In Russian).
 16. Revkov N.K., Boltacheva N.A., Bondarev I.P., Bondarenko L.V., Timofeev V.A. Sostoyanie zooresursov bentali glubokovodnoy zony shel'fa Kryma posle krizisa chernomorskoy ekosistemy vtoroy poloviny XX veka (po dannym ekspeditsionnykh issledovaniy 2010 g. na NIS “Professor Vodyanitskiy”) [The state of animal resources in benthic deep-sea zone of Crimean shelf after the crisis of the Black Sea ecosystem in second-half of XX century (based on expeditionary research 2010 on the RV “Professor Vodyanitskiy”). In: *100 let Karadagskoy nauchnoy stantsii im. T.I. Vyazemskogo : sbornik nauchnykh trudov [100 years of the T.I. Vyazemsky's Karadag Scientific Station. Collection of scientific papers]*. A.V. Gaevskaaya, A.L. Morozova. (Eds.). Simferopol: Nizhnyaya Orianda [Lower Orianda], 2015, pp. 549–571. (In Russian).
 17. Saenko E.M., Marushko E.A. Sostoyanie populyatsii rapany *Rapana venosa* (Valeciennes, 1846) v severo-vostochnoy chasti Chernogo morya [Status of the veined rapa whelk *Rapana venosa* (Valeciennes, 1846) population in the north-eastern Black Sea]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2018, vol. 1, no. 2, pp. 28–39. (In Russian).
 18. Roginskaya I.S., Grintsov V.A. Golozhabernyy mollyusk *Doridella obscura* Verrill — novyy vselenets v Chernom more [Nudibranch gastropod *Doridella obscura* Verrill — first record for the Black Sea]. *Okeanologiya [Oceanology]*, 1990, vol. 30, issue 5, pp. 855–957. (In Russian).
 19. Sinegub I.A. O rasshirenii areala golozhabernogo mollyuska *Doridella obscura* Verrill v Chernom more [About expansion of natural habitat of nudibranch mollusk *Doridella obscura* Verrill in the Black Sea]. *Gidrobiologicheskii zhurnal [Hydrobiological Journal]*, 1994, vol. 30, no. 3, pp. 106–108. (In Russian).
 20. Petrov A.N. Reaktsiya pribrezhnykh makrobentosnykh soobshchestv Chernogo morya na organicheskoe obogashchenie donnykh otlozheniy [Responses of the Black Sea macrobenthic communities upon organic enrichment impact of bottom sediments]. *Ekologiya morya [Ecology of the Sea]*, 2000, issue 51, pp. 45–51. (In Russian).
 21. Kolyuchkina G.A., Semin V.L. Kharakteristika biologicheskogo raznoobraziya. Makrozoobentos [Characteristics of biological diversity. Macrozoobenthos]. In: *Ekologicheskii atlas. Chernoe i Azovskoe morya [Environmental atlas. Black and Azov Seas]*. A.I. Isachenko, E.A. Smirnova. (Eds.). Moscow: Fond “Natsional'noe intellektual'noe razvitiye” [Foundation “National Intellectual Development”] Publ., 2019, pp. 157–177. (In Russian).

Поступила 02.07.2020

Принята к печати 08.09.2020