

Водные биоресурсы и среда обитания
 2021, том 4, номер 3, с. 14–23
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
 doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_3_14
 ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
 2021, vol. 4, no. 3, pp. 14–23
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
 doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_3_14
 ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

Биология и экология гидробионтов

УДК [574.587:551.468.3](262.5)

МАКРОЗООБЕНТОС МЕЛКОВОДЬЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

© 2021 В. Г. Копий, Л. В. Бондаренко

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» (ФИЦ ИнБЮМ), г. Севастополь 299011, Россия
 E-mail: verakopiy@gmail.com*

Аннотация. В основу работы положены материалы бентосной съемки рыхлых грунтов вдоль прибрежной зоны юго-восточной части Каркинитского залива в августе 2018 г. Исследовано современное состояние макрозообентоса залива в связи с изменениями, происходящими в акватории после прекращения работы Северо-Крымского канала. Сбор материала проводили ручным дночерпателем площадью захвата 0,04 м² на глубинах от 0 до 1 м. Глубина захвата грунта составляла 5–7 см. Для описания количественного развития бентоса применены следующие показатели: численность, биомасса, встречаемость, индекс плотности и коэффициент Чекановского–Серенсена. Всего обнаружено 15 видов полихет, 19 видов ракообразных, 5 видов Mollusca и не идентифицированные до вида Oligochaeta, Chironomidae, Nemertea, Turbellaria и Actiniaria. Средние показатели численности и биомассы макрозообентоса исследуемого района составили 3131±2031 экз./м² и 24,66±16,93 г/м², соответственно. Наибольшее количество видов зарегистрировано в акватории заповедника «Лебяжий острова». Трофическая структура макрозообентоса представлена поли-, фито-, детритофагами и плотоядными животными. Высокое сходство фаун обнаружено при сравнении акваторий устьевой и кутовой частей Красноперекского залива. По результатам анализа состояния макрозообентоса в 2008 и 2018 гг. выявлены изменения в доминировании таксономических групп и массовых видов макрозообентоса.

Ключевые слова: макрозообентос, Каркинитский залив, Черное море, трофическая структура

SHOAL-WATER MACROZOOBENTHOS OF THE SOUTH-EASTERN PART OF THE KARKINIT BAY (BLACK SEA)

V. G. Kopyi, L. V. Bondarenko

*A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol 299011, Russia
 E-mail: verakopiy@gmail.com*

Abstract. This work is based on the data collected during the benthic survey of soft sediments along the coastal zone of the south-eastern part of the Karkinit Bay in August, 2018. The current condition of the macrozoobenthos relating to the changes occurring in the bay area after the termination of the North-Crimean Canal's operation has been analyzed. The samples were collected using a manual box-corer with a capture area of 0.04 m² at the depths from 0 to 1 m. The depth of the captured surface soil layer was 5–7 cm. The following indices have been used to describe the quantitative development of the benthos: abundance, biomass, occurrence, density index, and the Chekanovsky–Sørensen similarity coefficient. In total, 15 species of polychaetes, 19 species of crustaceans, 5 species of Mollusca and unidentified species of Oligochaeta, Chironomidae, Nemertea, Turbellaria and Actiniaria have been found. The average values of macrozoobenthos abundance and biomass in the investigated area were 3,131±2,031 ind./m² and 24.66±16.93 g/m², respectively. The largest number of species has been recorded within the water area of “Swan Islands” natural reserve. The trophic structure of the macrozoobenthos is represented by poly-, phyto-, detrito- and carnivorous animals. A high similarity level of faunas has been registered between the mouth and the inner part of the Krasnoperekopsk Bay. Following the analysis of the macrozoobenthos status in 2008 and 2018, changes in prevalence of certain taxonomic groups and abundant species of the macrozoobenthos have been identified.

Keywords: macrozoobenthos, Karkinit Bay, Black Sea, trophic structure

ВВЕДЕНИЕ

Каркинитский залив — один из наиболее продуктивных районов Черного моря. Он представлен кислородно-сероводородным аккумулятивным ландшафтом на слабоизвестковых мелкоалевритовых илах и выделен в самостоятельный гидробиотический район с доминирующей средиземноморской фауной и высокой концентрацией кормового зоопланктона. В акватории Каркинитского залива сочетаются климатические факторы, характерные как для арктических морей (образование ледового покрова зимой), так и для тропических широт (прогрев воды в кутовой части Каркинитского залива до 30 °C и выше) [1, 2].

Современное состояние акватории Каркинитского залива определяется сезонной изменчивостью поступления в залив вод прилегающих областей моря. Это район возрастающего антропогенного воздействия, акватория которого используется для сброса сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий, расположенных на берегах залива, что существенно влияет на его экологическое состояние. В связи с прекращением подачи днепровской воды на полуостров, разрушением Бакальской косы, где ведется добыча песка в промышленных объемах, а также с освоением месторождения газа на шельфе Черного моря происходит очередная перестройка биотопов мелководной части Каркинитского залива. В то же время залив продолжает оставаться уникальным природным водоемом, служащим основным местом обитания осетровых, нагула молоди

ценных видов рыб и безопасным местом отдыха мигрирующих водоплавающих птиц [3, 4].

Восточная часть Каркинитского залива имеет особенности — мелководность (не глубже 12 м) и относительная изолированность, приводящие к уменьшению влияния динамических процессов, протекающих в открытом море [3].

Изучение бентоса в Каркинитском заливе началось в 1930-х гг. [5]. Дальнейшие исследования бентоса касались в основном глубоководных районов залива [6, 7]. В одной из последних работ [8] дана оценка состава донной фауны Каркинитского залива в начале XXI века в условиях максимального воздействия стоков Северо-Крымского канала. С 2015 г. работа канала прекращена, что может повлиять на экологическую ситуацию в Каркинитском заливе и привести к качественным изменениям макрозообентоса в данной акватории. Информация о донной фауне восточной мелководной части залива ограничивается данными, представленными в работах [5, 9].

Цель настоящего исследования — оценка современного состояния макрозообентоса юго-восточной части Каркинитского залива. Необходимо подчеркнуть целесообразность дальнейшего изучения бентоса Каркинитского залива в связи с изменениями, происходящими в этой акватории после прекращения работы Северо-Крымского канала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы бентосной съемки рыхлых грунтов вдоль прибрежной

(0,9 м); № 2 — на расстоянии 12 м от уреза воды (1 м). На дне большое количество гниющей zostеры, под ней плотный грунт, состоящий из zostеры, ракуши, песка и ила. Соленость воды — 26,8 ‰.

Кутловая часть Красноперекопского залива — пять станций: № 1 — урез воды (0,2 м); № 2 — на расстоянии 2 м от уреза воды (глубина 0,2 м); № 3 — на расстоянии 4 м от уреза воды (0,4 м); № 4 — на расстоянии 6 м от уреза воды (0,6 м); № 5 — на расстоянии 8 м от уреза воды (0,9 м). Берег покрыт высохшей zostерой. Толщина слоя гниющей zostеры под водой — 15–20 см. Глубже дно плотное, состоящее из ила, гниющей zostеры и небольшого количества песка. Соленость воды — 27,3 ‰.

При описании количественного развития макрозообентоса применены следующие показатели: численность (N , экз./м²), биомасса (B , г/м²), встречаемость (P , %). Таксономическая принадлежность приводилась в соответствии с базами данных World Register of Marine Species [10].

Ранжированная кривая доминирования–разнообразия видов строилась по расчетным значениям индексов плотности (ИП) видов:

$$ИП = ИФО \times P,$$

где P — встречаемость вида.

Индекс функционального обилия (ИФО) определяли по формуле:

$$ИФО = N^{0,25} \times B^{0,75},$$

где N — численность вида, B — биомасса вида [11].

Для определения фаунистического сходства в сравниваемых списках использовался индекс Чекановского–Серенсена:

$$i = 2a / (b + c),$$

где a — число общих видов, b и c — число видов в сравниваемых списках.

Коэффициент Чекановского–Серенсена может изменяться от 0 (отсутствие сходства) до 1 (полное сходство).

Для определения солености (S , ‰) использовали солемер Senshe Sension-1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Макрозообентос прибрежной акватории Каркинитского залива представлен организмами, относящимися к следующим крупным таксонам: Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Annelida, Arthropoda, Polychaeta и Mollusca (табл. 1).

На исследуемом полигоне в Каркинитском заливе в пробах бентоса идентифицировано 15 видов полихет, 19 видов ракообразных и 5 видов Mollusca. Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Oligochaeta (Annelida) и Chironomidae (Arthropoda) до вида не идентифицированы. Обнаружено 11 видов, общих для всех участков отбора проб, среди которых 55 % приходится на ракообразных. Коэффициент Чекановского–Серенсена варьировал от 0 до 0,667 (табл. 2).

Высокое сходство фаун обнаружено при сравнении участков акваторий вблизи устья и кутовой части Красноперекопского залива, что можно объяснить одинаковыми экологическими условиями. Отсутствие фаунистического сходства отмечено между акваториями вблизи Бакальской косы и пос. Огни, что, вероятно, связано с различными гидрологическими условиями и грунтами.

Наибольшее количество видов (34) зарегистрировано на побережье в зоне заповедника «Лебяжьих островов», наименьшее (2) — на станции, расположенной недалеко от пос. Огни. На этом полигоне удалось взять только две пробы грунта, т. к. от уреза воды до 6 м ниже уреза дно представлено толстым слоем гниющей zostеры. В данном районе обнаружены только представители рода *Orchestia*, их численность составила 6 экз./м², биомасса — 0,002 г/м². Присутствие данных ракообразных можно объяснить наличием выбросов макрофитов, которые служат местом их обитания и пищей.

Средние показатели численности и биомассы макрозообентоса исследуемого района составили 3131±2031 экз./м² (среднее±доверительный интервал) и 24,66±16,93 г/м², соответственно.

Наибольшие показатели численности (8638 экз./м²) и биомассы (63,9 г/м²) зафиксированы в акватории Лебяжьих островов. Они сформированы представителями ракообразных (75 % общей численности) и моллюсков (79 % общей биомассы). По данным бентосных съемок 2008 г. [9], наибольшая плотность поселения в данной акватории отмечена у моллюсков (37 %) и полихет (36 %), биомасса — у моллюсков (61 %). На разрезах, расположенных к востоку от Лебяжьих островов, в кутовой части Красноперекопского залива, в периоды исследований 2008 и 2018 гг. доминирующей группой по численности оставались моллюски, тогда как в устьевой его части моллюсков вытеснили ракообразные. По биомассе на всех разрезах в вышеназванные периоды преобладали

Таблица 1. Таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса в прибрежной акватории Каркинитского залива

Table 1. Taxonomic composition and quantitative values of the macrozoobenthos in the coastal waters of the Karkinit Bay

Таксон Taxon	I		II		III		IV		V	
	$\frac{N}{B}$	P, %	$\frac{N}{B}$	P, %	$\frac{N}{B}$	P, %	$\frac{N}{B}$	P, %	$\frac{N}{B}$	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Polychaeta										
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)							$\frac{35}{0,874}$	10		
<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)					$\frac{10}{0,565}$	10			$\frac{6}{0,144}$	25
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861					$\frac{25}{1,725}$	30				
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)					$\frac{20}{0,215}$	40				
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)					$\frac{110}{2,63}$	10	$\frac{33}{0,525}$	30		
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)					$\frac{5}{0,015}$	10				
<i>Lindrilus flavocapitatus</i> (Uljanin, 1877)	$\frac{47}{0,006}$	25								
<i>Microphthalmus fragilis</i> Bobretzky, 1870	$\frac{38}{0,0094}$	13			$\frac{25}{0,086}$	40				
<i>Namanereis pontica</i> (Bobretzky, 1872)					$\frac{5}{0,002}$	10	$\frac{5}{0,041}$	10	$\frac{13}{0,033}$	50
Nereididae Blainville, 1818							$\frac{3}{0,003}$	10		
<i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus, 1767)					$\frac{15}{0,025}$	20				
<i>Saccocirrus papillocercus</i> Bobretzky, 1872	$\frac{231}{0,1594}$	38								
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)					$\frac{25}{0,002}$	10				
<i>Scoelepis tridentata</i> (Southern, 1914)					$\frac{5}{0,002}$	10				
<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)							$\frac{13}{0,038}$	10		
Oligochaeta	$\frac{831}{0,043}$	50			$\frac{5}{0,002}$	10				
Nemertea	$\frac{250}{0,155}$	63			$\frac{100}{0,065}$	40	$\frac{15}{0,009}$	20		
Turbellaria	$\frac{1244}{0,129}$	63			$\frac{10}{0,078}$	20	$\frac{8}{0,13}$	20	$\frac{6}{0,269}$	25
Actiniaria					$\frac{20}{0,125}$	10				
Arthropoda										
Crustacea										
<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)					$\frac{10}{0,034}$	40				
<i>Ampelisca sevastopoleensis</i> Grintsov, 2009					$\frac{10}{0,036}$	20				
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826					$\frac{5}{0,005}$	20				

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Crassicorophium crassicorne</i> (Bruzelius, 1859)					<u>4895</u> 0,967	100	<u>3</u> 0,005	10	<u>19</u> 0,004	50
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)					<u>5</u> 0,004	20				
<i>Eurydice pontica</i> (Czerniavsky, 1868)					<u>15</u> 0,073	40				
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966					<u>35</u> 0,072	60	<u>15</u> 0,240	40	<u>238</u> 0,48	100
<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)					<u>40</u> 0,311	80	<u>60</u> 0,729	70	<u>100</u> 1,896	100
<i>Iphinoe elisae</i> Băcescu, 1950					<u>10</u> 0,004	20	<u>5</u> 0,001	10	<u>50</u> 0,009	50
<i>Iphinoe maeotica</i> Sowinskyi, 1893					<u>5</u> 0,0003	20				
<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878									<u>25</u> 0,016	25
Jaera sp.							<u>3</u> 0,001	10		
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)					<u>1303</u> 6,422	100	<u>70</u> 0,416	60	<u>75</u> 0,455	75
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	<u>6</u> 0,006	10								
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853					<u>90</u> 0,020	60				
<i>Orchestia</i> sp.			<u>3</u> 0,0009	13						
<i>Orchestia gammarellus</i> (Pallas, 1766)			<u>3</u> 0,0009	30	<u>5</u> 0,001	20	<u>173</u> 0,838	90	<u>25</u> 0,14	
<i>Orchestia montagui</i> Audouin, 1826							<u>3</u> 0,046	10		
<i>Sphaeroma serratum</i> (J.C. Fabricius, 1787)					<u>20</u> 0,030	20				
Mollusca										
<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)					<u>10</u> 0,004	20	<u>575</u> 1,48	10	<u>25</u> 0,368	
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)					<u>5</u> 0,125	20	<u>13</u> 0,273	50		
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)					<u>20</u> 0,03	30	<u>215</u> 0,345	80	<u>6</u> 0,013	25
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)					<u>1675</u> 50,01	90	<u>213</u> 22,91	10	<u>33</u> 8,75	25
<i>Lepidochitona cinerea</i> (Linnaeus, 1767)	<u>6</u> 0,263	10			<u>5</u> 0,005	30				
Chironomidae					<u>95</u> 0,178	60	<u>5</u> 0,005	10		25
ВСЕГО	<u>2653</u>		<u>6</u>		<u>8638</u>		<u>1460</u>		<u>620</u>	
TOTAL	<u>0,77</u>		<u>0,002</u>		<u>63,9</u>		<u>51,46</u>		<u>12,58</u>	

Примечание: I — Бакальская коса; II — пос. Огни; III — заповедник «Лебяжьи острова»; IV — кут Красноперекопского залива; V — устье Красноперекопского залива

Note: I — Bakal Spit; II — Ogni Settlement; III — “Swan Islands” Reserve; IV — inner part of the Krasnoperekopsk Bay; V — mouth of the Krasnoperekopsk Bay

Таблица 2. Сравнительный анализ видового состава макрозообентоса из разных районов Каркинитского залива по индексу Чекановского–Серенсена

Table 2. Comparative analysis of the species composition of the macrozoobenthos in the different areas of the Karkinit Bay by Chekanovsky–Sørensen similarity coefficient

Районы Areas	Бакальская коса Bakal Spit	Пос. Огни Ogni Settlement	Лебяжьи острова Swan Islands	Устье КП залива Mouth of the Krasnoperekopsk Bay	Кут КП залива Inner part of the Krasnoperekopsk Bay
Бакальская коса Bakal Spit	0				
Пос. Огни Ogni Settlement	0	0			
Лебяжьи острова Swan Islands	0,238	0,056	0		
Устье КП залива Mouth of the Krasnoperekopsk Bay	0,095	0,133	0,468	0	
Кут КП залива Inner part of the Krasnoperekopsk Bay	0,143	0,091	0,006	0,667	0

моллюски, за исключением кута, где полихеты (74 % в 2008 г.) уступили лидерство моллюскам (92 % в 2018 г.). В 2018 г. в акватории Бакальской косы по численности доминировали *Turbellaria* (47 %), наибольшая биомасса зарегистрирована у моллюска *L. cinerea* (34 %).

За прошедший период изменился состав массовых видов бентоса: в акватории Лебяжьих островов в 2008 г. [9] *M. lineatus* преобладал как по численности (484 экз./м²), так и по биомассе (38,5 г/м²). В 2018 г. этот вид доминировал по биомассе (50 г/м²), а плотность его поселения была на порядок ниже, чем у амфиподы *C. crassicorne* (4895 экз./м²). В устьевой и кутовой частях Красноперекопского залива в 2008 г. наибольшая численность отмечена у *Ecrobia ventrosa* (Montagu, 1803) (была указана как *Hydrobia ventrosa*) (6871 и 5833 экз./м², соответственно). В пробах 2018 г. этот вид не обнаружен. По данным бентосной съемки 2018 г., высокими показателями численности в устьевой части характеризовались ракообразные *G. insensibilis* (238 г/м²), в куту — моллюск *A. segmentum* (575 г/м²), по биомассе доминировал *M. lineatus* (8,75 и 22,9 г/м², соответственно).

Идентифицировано 15 видов Polychaeta, относящихся к четырём отрядам: Capitellida, Phyllodocida, Protodrilida и Spionida. Наибольшее количество видов (9) относятся к отряду Phyllodocida. Средние значения численности и биомассы полихет

составляют, соответственно, 133±86 экз./м² и 1,42±1,38 г/м². Наиболее существенный вклад в формирование численности внес *S. papillocercus* (35 % общей численности), 44 % биомассы приходится на *H. diversicolor*.

Обнаружено 19 видов Malacostraca из отрядов Amphipoda, Isopoda и Cumacea. Наибольшее количество видов (11) относятся к разноногим ракам. Около 80 % видов были отмечены в Каркинитском заливе ранее [8]. Средние значения численности и биомассы ракообразных в разных районах варьировали от 6 до 6448 экз./м² и от 0,002 до 7,98 г/м². Максимальные количественные показатели отмечены в акватории Лебяжьих островов, где наибольший вклад в численность ракообразных вносят амфиподы *C. crassicorne* (4895 экз./м²), а в значении биомассы — изоподы *L. hookeri* (6,42 г/м²).

Моллюски представлены пятью видами, из которых самый многочисленный — *M. lineatus*. Средняя численность данного вида варьировала на разных разрезах от 33 до 1675 экз./м², биомасса — от 8,75 до 50 г/м². Митилястер обитает на твердых субстратах, среди ракушечника, на устричнике и мидиевом иле, стеблях морских трав, часто поселяется на раковинах других моллюсков. В обрастающих образует собственное сообщество. Обычно поселяется на небольших глубинах от уреза воды до глубины 3 м [12].

Вклад не идентифицированных до вида групп (Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Oligochaeta,

Chironomidae) составил 19 % общей численности и 1 % биомассы бентоса.

Установлено, что в акватории Лебяжьих островов количественные показатели зообентоса выше, чем на прилегающих участках побережья. По данным бентосной съемки 2008 г. [9], наибольшая численность макрозообентоса отмечена к востоку от Лебяжьих островов, а биомасса в данной акватории оказалась самой низкой (табл. 3).

Как видно из приведенных данных, в 2008 и 2018 гг. количественные показатели макрозообентоса существенно изменились. Можно предположить, что это связано с изменением экологической ситуации после прекращения работы Северо-Крымского канала: в 2008 г. в акватории устья и кута Красноперекопского залива соленость была на порядок ниже, чем в 2018 г.

Использование интегрального подхода оценки значимости вида по индексу плотности (ИП — оценочный эквивалент энергетической роли гидробионтов) позволило определить доминирующие виды на каждом разрезе: I — полихета *S. papillocercus*, Turbellaria и Nemertea; II — амфипода *O. gammarellus*; III — двустворчатый моллюск *M. lineatus* и ракообразные *L. hookeri*, *C. crassicorne*; IV — изопода *I. balthica*, моллюск *M. lineatus* и амфипода *G. insensibilis*; V — моллюски *H. acuta*, *M. lineatus* и амфипода *O. gammarellus*.

Трофическая структура макрозообентоса представлена поли-, фито-, детритофагами и плотояд-

ными животными. Самая многочисленная группа — полифаги, к которой принадлежат 19 видов гидробионтов (8 видов полихет и 6 ракообразных, 3 вида моллюсков, а также Oligochaeta и Chironomidae): на их долю приходится 43 % общего количества зарегистрированных видов. К самой малочисленной группе плотоядных относятся 3 вида полихет (*G. alba*, *G. tridactyla*, *P. maculata*), Cnidaria, Platyhelminthes и Nemertea. На каждом из исследованных участков зарегистрированы все трофические группы.

Ранжированный ряд по биомассе возглавляют полифаги (рис. 2).

Значительный вклад в этот показатель (90 %) вносит двустворчатый моллюск *M. lineatus*. Затем следуют детритофаги, доминирует среди них гастропода *H. acuta* (88 % общей биомассы детритофагов).

Фитофаги занимают третье место. Изопода *L. hookeri* вносит 85,6 % их общей биомассы. Самая малая доля биомассы отмечена у плотоядных. Наибольший вклад в данный показатель вносит полихета *G. tridactyla* (50 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В прибрежной зоне (глубина 0–1 м) акватории Каркинитского залива летом 2018 г. в пробах обнаружено 15 видов полихет, 19 видов ракообразных, 5 видов Mollusca и не идентифицированные до вида Oligochaeta, Chironomidae, Nemertea, Turbellaria и Actiniaria. Наибольшее количество видов (34) заре-

Таблица 3. Количественные показатели макрозообентоса в прибрежной акватории Каркинитского залива в разные годы

Table 3. Quantitative values of the macrozoobenthos in the coastal waters of the Karkinit Bay in different years

Районы Areas	2008*				2018			
	n	N	B	S	n	N	B	S
Бакальская коса Bakal Spit	12	1504	165,0	–	8	2653	0,77	18,9
Пос. Огни Ogni Settlement	20	4206	94,02	–	2	6	0,0019	18,6
Лебяжьи острова Swan Islands	18	2436	74,19	–	34	86,38	63,90	20,4
Устье КП залива Mouth of the Krasnoperekopsk Bay	14	99,71	109,02	5–10	20	1460	51,463	26,8
Кут КП залива Inner part of the Krasnoperekopsk Bay	5	7573	61,42	1,5–2,3	13	620	12,576	27,3

Примечание: * — [9]; n — количество видов
Note: * — [9]; n is a number of species

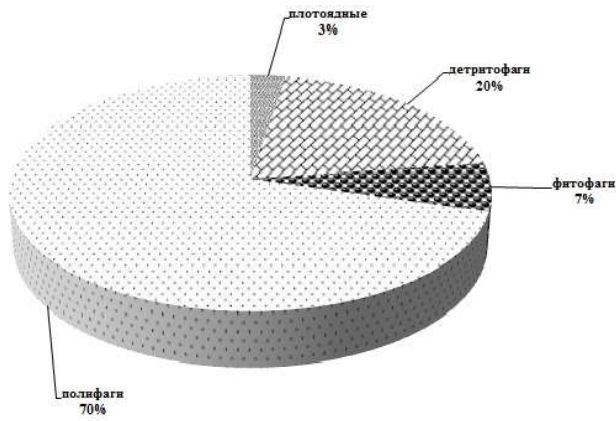


Рис. 2. Трофическая структура макрозообентоса в прибрежной части Каркинитского залива (по биомассе)

Fig. 2. Trophic structure of the macrozoobenthos in the coastal part of the Karkinit Bay (by biomass)

гистрировано на станции, расположенной на побережье заповедника «Лебяжьих островов», наименьшее (2) — на разрезе, находящемся недалеко от пос. Огни. Высокое сходство фаун обнаружено при сравнении акваторий в устьевой и кутовой частях Красноперекосского залива. Отсутствие фаунистического сходства отмечено между акваториями у Бакальской косы и пос. Огни.

Средние показатели численности и биомассы макрозообентоса побережья в исследуемом районе составили 3131 ± 2031 экз./м² и $24,66 \pm 16,93$ г/м², соответственно.

На разрезах, расположенных восточнее Бакальской косы, в 2008 [9] и 2018 гг. выявлены количественные изменения в развитии макрозообентоса, связанные с доминированием таксономических групп и массовых видов макрозообентоса.

Трофическая структура макрозообентоса представлена поли-, фито-, детритофагами и плотоядными животными. Многочисленная группа — полифаги, малочисленная — плотоядные.

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена в рамках Государственного задания ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», № 121030100028-0.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совга Е.Е., Жоров В.А., Богуславский С.Г., Сидень В.П. Районирование акватории северо-западной части Черного моря при математическом моделировании шельфовых экосистем // Экологічна безпека прибрежної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу. 2005. Вып. 12. С. 421–428.
2. Мильчакова Н.А., Александров В.В., Бондарева Л.В., Панкеева Т.В., Чернышова Е.В. Морские охраняемые акватории Крыма : науч. справочник. Симферополь: Новая Орианда, 2015. 312 с.
3. Иванов В.А., Совга Е.Е., Хмара Т.В., Зима В.В. Термохалинный режим акватории Каркинитского залива и экологические последствия природопользования // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. Вып. 3. С. 22–33. doi: 10.22449/2413-5577-2018-3-22-33.
4. Белогурова Р.Е., Карпова Е.П., Аблязов Э.Р. Экологические проблемы восточной части Каркинитского залива // Системы контроля окружающей среды — 2019 : тезисы докл. Междунар. науч.-тех. конф. (г. Севастополь, 12–13 сентября 2019 г.). Севастополь: Изд-во Института природно-технических систем, 2019. С. 171.
5. Арнольди Л.В. Материалы по количественному изучению зообентоса Черного моря. II. Каркинитский залив // Труды Севастопольской биологической станции. 1949. Т. 7. С. 127–192.
6. Повчун А.С. Изменения бентоса Каркинитского залива за 50 лет // Гидробиологический журнал. 1990. Т. 26, № 5. С. 20–27.
7. Золотарев П.Н., Литвиненко Н.М., Терентьев А.С. Промысловый потенциал и сезонная динамика состава биоценоза филлофоры в восточной части Каркинитского залива // Труды ЮГНИРО. 1995. Т. 41. С. 62–67.
8. Болтачева Н.А., Ревков Н.К., Бондаренко Л.В., Колесникова Е.А., Тимофеев В.А., Копий В.Г. Таксономический состав макрозообентоса Каркинитского залива (Черное море) в начале XXI века // Морские биологические исследования: достижения и перспективы : матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (г. Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.). Севастополь: ЭКО-СИ-Гидрофизика, 2016. Т. 2. С. 36–40.
9. Ревков Н.К., Болтачева Н.А., Колесникова Е.А., Тимофеев В.А. Макрозообентос района Лебяжьих островов Каркинитского залива (Черное море) // Биоразнообразие и устойчивое развитие : тезисы докл. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Симферополь, 19–23 мая 2010 г.). Симферополь, 2010. С. 108–111.
10. WoRMS. World Register of Marine Species. URL: <http://www.marinespecies.org> (дата обращения 09.05.2018). doi: 10.14284/170.

11. Мальцев В.И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиологический журнал. 1990. Т. 26, № 1. С. 87–89.
 12. Копий В.Г., Бондаренко Л.В. Атлас обитателей псевдолиторали Азово-Черноморского побережья Крыма. Севастополь: Изд-во Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, 2020. 120 с. doi: 10.21072/978-5-6044865-1-1.
- ## REFERENCES
1. Sovga E.E., Zhorov V.A., Boguslavskiy S.G., Siden V.P. Rayonirovanie akvatorii severo-zapadnoy chasti Chernogo morya pri matematicheskom modelirovanii shel'fovykh ekosistem [Zoning of the north-western waters of the Black Sea in mathematical modeling of shelf ecosystems]. *Ekologichna bezpeka prybrezhnoyi ta shel'fovoyi zon ta kompleksne vykorystannya resursiv shel'fu* [Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones and Comprehensive Use of Shelf Resources], 2005, issue 12, pp. 421–428. (In Russian).
 2. Milchakova N.A., Aleksandrov V.V., Bondareva L.V., Pankeeva T.V., Chernyshova E.V. Morskie okhranyayemye akvatorii Kryma : nauchnyy spravochnik [Marine protected areas of the Crimea. Scientific reference guide]. Simferopol: Novaya Orianda [New Orianda], 2015, 312 p. (In Russian).
 3. Ivanov V.A., Sovga E.E., Khmara T.V., Zima V.V. Termokhalinnyy rezhim akvatorii Karkinit'skogo zaliva i ekologicheskie posledstviya prirodopol'zovaniya [Thermohaline regime of the Karkinite Bay and environmental consequences of nature management]. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoy i shel'fovoy zon morya* [Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea], 2018, issue 3, pp. 22–33. doi: 10.22449/2413-5577-2018-3-22-33. (In Russian).
 4. Belogurova R.E., Karpova E.P., Ablyazov E.R. Ekologicheskie problemy vostochnoy chasti Karkinit'skogo zaliva [Environmental problems of the eastern part of the Karkinit Bay]. In: *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy — 2019 : tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (g. Sevastopol', 12–13 sentyabrya 2019 g.)* [Monitoring systems of environment — 2019. Abstracts of the International Research and Technical Conference (Sevastopol, 12–13 September, 2019)]. Sevastopol: Institut prirodno-tekhnicheskikh sistem [Institute of Natural and Technical Systems] Publ., 2019, pp. 171. (In Russian).
 5. Arnoldi L.V. Materialy po kolichestvennomu izucheniyu zoobentosa Chernogo morya. II. Karkinit'skiy zaliv [Materials on the quantitative study of the zoobenthos of the Black Sea. II. Karkinit'sky Bay]. *Trudy Sevastopol'skoy biologicheskoy stantsii* [Scientific papers of the Sevastopol Biological Station], 1949, vol. 7, pp. 127–192. (In Russian).
 6. Povchun A.S. Izmeneniya bentosa Karkinit'skogo zaliva za 50 let [Transformation of the benthos in the Karkinit'sky Bay for 50 years]. *Gidrobiologicheskyy zhurnal* [Hydrobiological Journal], 1990, vol. 26, no. 5, pp. 20–27. (In Russian).
 7. Zolotarev P.N., Litvinenko N.M., Terentyev A.S. Promyslovyy potentsial i sezonnaya dinamika sostava biotsenoza fillofory v vostochnoy chasti Karkinit'skogo zaliva [Fishery potential and seasonal dynamics in benthos of phyllophore biocenosis in the eastern part of the Karkinit'sky Bay]. *Trudy YugNIRO* [YugNIRO Proceedings], 1995, vol. 41, pp. 62–67. (In Russian).
 8. Boltacheva N.A., Revkov N.K., Bondarenko L.V., Kolesnikova E.A., Timofeev V.A., Kopyi V.G. Taksonomicheskyy sostav makrozoobentosa Karkinit'skogo zaliva (Chernoe more) v nachale XXI veka [Taxonomic composition of macrozoobenthos Karkinit'sky Bay (Black Sea) in early XXI century]. In: *Morskie biologicheskie issledovaniya: dostizheniya i perspektivy : materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, priurochennoy k 145-letiyu Sevastopol'skoy biologicheskoy stantsii (g. Sevastopol', 19–24 sentyabrya 2016 g.)* [Marine biological research: achievements and perspectives. Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation dedicated to the 145th anniversary of Sevastopol Biological Station (Sevastopol, 19–24 September, 2016)]. Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika [EKOSI-Hydrophysics], 2016, vol. 2, pp. 36–40. (In Russian).
 9. Revkov N.K., Boltacheva N.A., Kolesnikova E.A., Timofeev V.A. Makrozoobentos rayona Lebyazh'ikh ostrovov Karkinit'skogo zaliva (Chernoe more) [Macrozoobenthos of the Swan Islands area of the Karkinit Bay (Black Sea)]. In: *Bioraznoobrazie i ustoychivoe razvitie : tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Simferopol', 19–23 maya 2010 g.)* [Biodiversity and sustainable development. Abstracts of the International Research and Practice Conference (Simferopol, 19–23 May, 2010)]. Simferopol, 2010, pp. 108–111. (In Russian).
 10. WoRMS. World Register of Marine Species. Available at: <http://www.marinespecies.org> (accessed 09.05.2018). doi: 10.14284/170.
 11. Maltsev V.I. Use of a functional abundance index for structural studies of zoocoenoses. *Hydrobiological Journal*, 1990, vol. 26, no. 1, pp. 105–106.
 12. Kopyi V.G., Bondarenko L.V. Atlas obitateley psevdolitoral'noy Azovo-Chernomorskogo poberezh'ya Kryma [Atlas of the inhabitants of the pseudo-littoral of the Sea of Azov–Black Sea coast of Crimea]. Sevastopol: Institut biologii yuzhnykh morey imeni A.O. Koval'evskogo RAN [A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS] Publ., 2020, 120 p. doi: 10.21072/978-5-6044865-1-1. (In Russian).

Поступила 17.06.2021

Принята к печати 29.07.2021