

Состав и структура макрозообентоса прибрежной акватории заповедника «Лебяжий острова» (Каркинитский залив, Чёрное море)

В. Г. Копий, Л. В. Бондаренко*

Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»
299011, Российская Федерация, Севастополь
E-mail: verakopiy@gmail.com

Аннотация

Представлен анализ видового состава, количественных показателей и трофической структуры макрозообентоса прибрежной зоны заповедника «Лебяжий острова». Пробы отбирали на одном разрезе, расположенном перпендикулярно берегу и состоящем из пяти станций: 1) уреза воды, 2) от уреза 2 м, глубина 0,2 м; 3) от уреза 4 м, глубина 0,5 м; 4) от уреза 6 м, глубина 0,9 м; 5) от уреза 8 м, глубина 1,0 м. Зарегистрированы представители макрозообентоса, относящиеся к пяти типам: Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Annelida, Arthropoda. Представители Polychaeta и Malacostraca определены до вида. Наименьшее число таксонов отмечено у уреза воды, наибольшее — на 4 м от уреза воды, на глубине 0,5 м. Средние значения численности и биомассы макрозообентоса составляют соответственно 6923 ± 464 экз./м² и $8,43 \pm 3,99$ г/м². Оценка значимости вида по индексу плотности позволила определить лидеров — это ракообразные *Lekanesphaera hookeri* (Leach, 1814), *Crassirophium crassicorne* (Bruzelius, 1859) и полихета *Glycera tridactyla* (Schmarda, 1861). Трофическая структура макрозообентоса представлена фито-, детрито-, полифагами и плотоядными организмами. Выделено сообщество *Lekanesphaera hookeri* (Leach, 1814). Отмечены 5 руководящих, 5 характерных и 14 редких видов. Полученные данные важны для проведения мониторинговых исследований в заповеднике.

Ключевые слова: макрозообентос, сообщество, трофическая структура, заповедник «Лебяжий острова», Каркинитский залив, Чёрное море.

Введение. У северо-западного побережья Крымского полуострова (рис. 1А), в восточной части Каркинитского залива (рис. 1В), расположен заповедник «Лебяжий острова», основанный в 1947 г. Площадь акватории заповедника составляет 95,6 км², общая площадь — 96,12 км². Заповедник включает прибрежные акватории Каркинитского залива, Сары-Булатского лимана Чёрного моря и аквальные комплексы, расположенные по соседству с акваторией «Малое филофорное поле». До 2018 г. заповедник «Лебяжий острова» был филиалом Крымского заповедника, в настоящее время выделен, стал самостоятельным [Садогурский, 1999; Мильчакова, Александров, 2018; Садогурский и др., 2019].

*Сведения об авторах: Копий Вера Георгиевна, канд. биол. наук, снс, ФИЦ ИнБЮМ, e-mail: verakopiy@gmail.com; Бондаренко Людмила Васильевна, мнс, ФИЦ ИнБЮМ, e-mail: bondarenko.luda@gmail.com.

Заповедник состоит из шести островов, которые сложены песчано-ракушечными наносами (рис. 1С) и подвержены постоянным изменениям своей конфигурации.

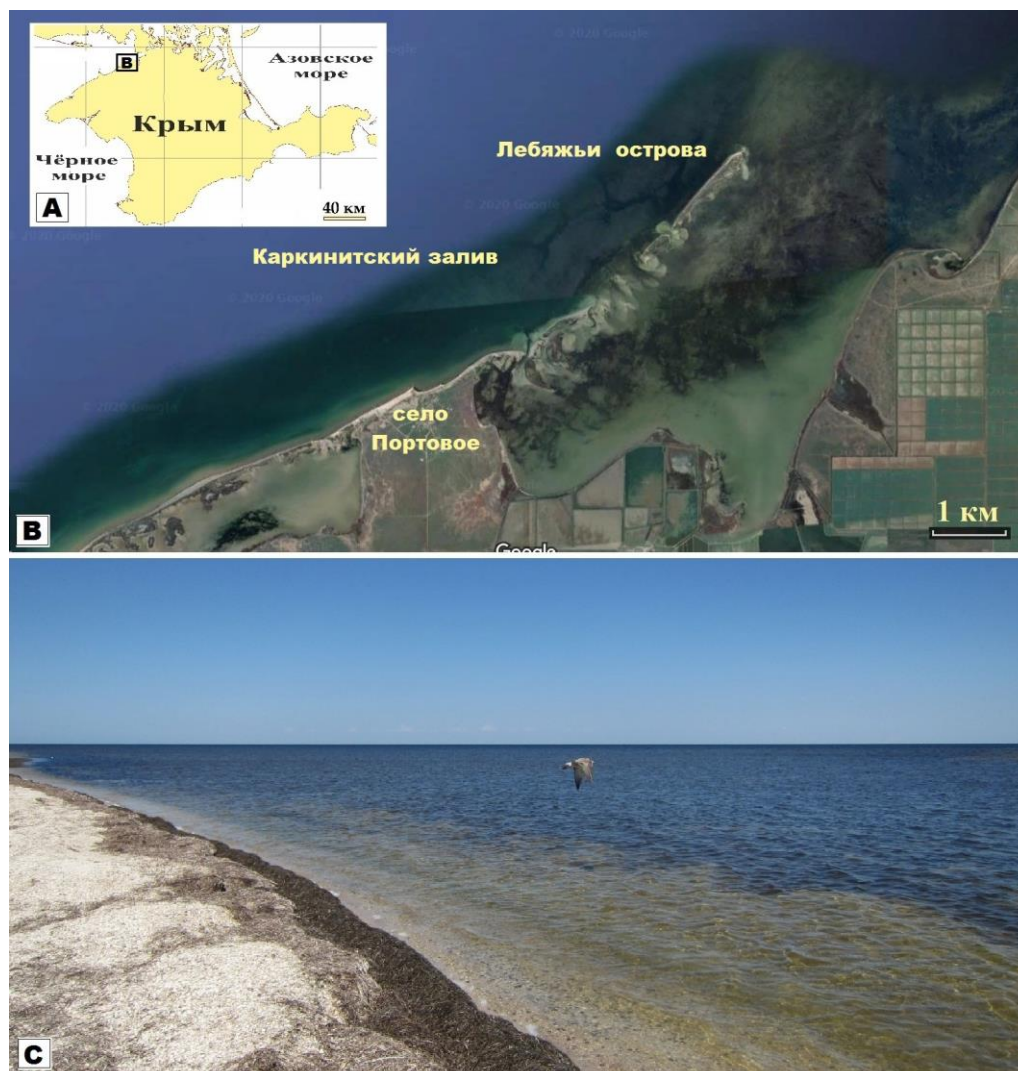


Рисунок 1. Заповедник «Лебяжьих островов».

Figure 1. “Lebyazh'i ostrova” Nature Reserve.

А — район расположения Лебяжьих островов в восточной части Каркинитского залива [А — the area of the Lebyazh'i Islands in the eastern part of the Karkinitzky Bay]; В — расположение Лебяжьих островов у побережья Крыма [В — the location of the Lebyazh'i Islands of the coast of the Crimea]; С — типичный ландшафт Лебяжьих островов [С — a typical landscape of the Lebyazh'i Islands].

Дно акватории заповедника пологое, на расстоянии 8 м от берега глубина 1 м. Составляют дно в основном илистые, илисто-песчаные, ракушечно-песчаные грунты, содержащие сероводород. В составе макрофитобентоса преобладают морские травы, а наиболее массовым

видом является *Zostera marina* L. [Садогурский, 1999], на берегу большое количество её выбросов (рис. 1С).

С 1988 г. проводятся комплексные гидрохимические, радиоэкологические и гидробиологические работы [Садогурский, 2009; Ломакин и др., 2011]. До 2014 г. для восточной части Каркинитского залива характерно значительное варьирование гидролого-гидрохимических параметров, связанное с функционированием Северо-Крымского канала (СКК), эксплуатацией морских стационарных платформ, судоходством, добычей ресурсов, созданием системы рыбоводных прудов и оросительного земледелия. При этом объём сброшенной пресной воды достигал 300 млн м³/год [Pukhtyar, 2007; Мильчакова и др., 2015; Болтачева и др., 2016]. В вершине залива значения солёности в отдельные сезоны не превышали 1–2,6 ‰, максимум составил 18,6 ‰ [Океанографический атлас..., 2009]. По другим данным, в местах сброса днепровских вод из рисовых чеков и рыбоводных прудов солёность снижалась до 0,99–2,72 ‰ [Болтачев, Карпова, 2012].

После прекращения работы СКК на мелководных участках залива максимальные значения солёности в летний период повышались до 32,23 ‰, температуры — до 33,5 °С. В осенний период солёность понижалась до 23 ‰, температура воды — до 7,8–8,5 °С. Зимой эти участки замерзают [Прищепа, 2017].

Прилегающие к заповеднику более масштабные акватории Каркинитского залива загрязнены растворёнными нефтепродуктами и органическим веществом искусственного происхождения. С 1991 по 1996 гг. содержание нефтепродуктов в поверхностном слое донных осадков центральной части и вершины залива превышало в 20 раз фоновые показатели для Азово-Черноморского бассейна¹. Эпизодическая адвекция этих вод на исследуемую заповедную акваторию приводит к резким колебаниям показателей состояния её экосистемы. Несмотря на то, что в акватории заповедника нет значимых береговых источников, загрязняющих водную среду нефтепродуктами и антропогенными органическими веществами, в 2007–2008 гг. в поверхностных водах выявлены высокие концентрации загрязнителей. Воды отличались высоким содержанием суммарного взвешенного вещества, источник

¹ Александров Б. Г., Болтачева Н. А., Бушуев С. Г., Колесникова Е. А., Литвиненко Н. М., Мильчакова Н. А., Миничева Г. Г., Синегуб И. А., Терентьев А. С. Спецификация местообитания малое филофорное поле в Каркинитском заливе Чёрного моря / Научный отчет по проекту “Environmental collaboration for the Black Sea. Georgia, Moldova, Russia and Ukraine” (EuropeAid/120117/C/SV/Multi; Contract No. 111779). 2009. 34 с.

которого связан с жизнедеятельностью птиц, сконцентрированных в данном районе [Ломакин и др., 2011].

Создание заповедника благоприятно отразилось на численности и разнообразии зарегистрированных видов гидрофильных птиц, которые играют важную роль в качестве источника поступления биогенных веществ в воду, что положительно сказывается на формировании донных биоценозов. В связи с тем, что сведений о состоянии макрозообентоса прибрежной зоны акватории заповедника «Лебяжий острова» недостаточно, целью настоящей работы является изучение видового разнообразия, количественных показателей и трофической структуры макрозообентоса, что очень важно для проведения в дальнейшем мониторинговых исследований данного района.

Материал и методы. В основу работы положены материалы бентосной съёмки рыхлых грунтов прибрежной зоны заповедника «Лебяжий острова» в августе 2018 г. Сбор материала проводили ручным дночерпателем площадью захвата 0,04 м² в двух повторностях. Глубина захвата грунта составляла 5–7 см. Пробы отбирали на одном разрезе, расположенном перпендикулярно берегу и состоящем из пяти станций: № 1 — урез воды, № 2 — на расстоянии 2 м от уреза воды (у. в.) (глубина 0,2 м); № 3 — 4 м от у. в. (0,5 м); № 4 — 6 м от у. в. (0,9 м); №5 — на расстоянии 8 м от у. в. (глубина 1 м).

При описании количественных параметров фауны применены показатели развития макрозообентоса: численность (N, экз./м²), биомасса (B, г/м²), встречаемость (P, %). При определении видов и выделении трофических групп использовали литературные данные [Определитель..., 1972; Киселёва, 1981, 2004; Грезе, 1985; Grintsov, Sezgin, 2011]. Таксономическая принадлежность приводилась в соответствии с базами данных *World Register of Marine Species*¹. Для выделения сообщества применили индекс функционального обилия (ИФО): $ИФО = N^{0,25} \times B^{0,75}$, где N – численность вида, B – биомасса вида [Мальцев, 1990]. С помощью ABC-метода построены кумулятивные кривые численности и биомассы (Abundance / Biomass Comparisons). Данный метод основан на сравнении кумулятивных кривых численности и биомассы и предназначен для количественной оценки соотношения видов с противоположными жизненными стратегиями. Р. Уорвик [Warwick, 1994] исходил из эмпирически установленного явления, что в нормальных условиях обитания кумулята

¹ VLIZ, <http://www.marinespecies.org>; doi:10.14284/170.

биомассы располагается выше аналогичной кривой по численности, тогда как при наличии стресса в экосистеме доминирование по численности проявляется резче. Ранжированная кривая доминирования-разнообразия видов строилась по расчётным значениям индексов плотности (ИП) видов: $ИП = ИФО \times P$, где P — встречаемость вида.

Результаты и обсуждение. Макрозообентос прибрежной акватории заповедника «Лебяжьи острова» представлен организмами, относящимися к следующим таксономическим категориям: Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Annelida, Arthropoda, Polychaeta и Malacostraca (табл. 1). Всего на исследуемом полигоне обнаружено 10 видов полихет и 14 видов ракообразных. Представители Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Oligochaeta (Annelida) и Chironomidae (Arthropoda) до вида не идентифицированы.

Таблица 1. Видовой состав и количественные показатели макрозообентоса в прибрежной акватории заповедника «Лебяжьи острова».

Table 1. Species composition and quantitative indicators of macrozoobenthos in the coastal water area of the Lebyazh'i ostrova [Swan Islands] Nature Reserve.

ТИП КЛАСС ВИД	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 4	ст. 5	Средние	P
	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	%
Annelida							
Polychaeta							
<i>Glycera alba</i> (O. F. Müller, 1776)	0	0	$\frac{50}{2,825}$	0	0	$\frac{10}{0,565}$	10
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	0	0	$\frac{50}{5,275}$	$\frac{25}{1,875}$	$\frac{50}{1,475}$	$\frac{25}{1,725}$	30
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	$\frac{50}{0,40}$	$\frac{25}{0,475}$	$\frac{25}{0,20}$	0	0	$\frac{20}{0,215}$	40
<i>Hediste diversicolor</i> (O. F. Müller, 1776)	0	0	0	0	$\frac{550}{13,15}$	$\frac{110}{2,63}$	10
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	0	0	$\frac{25}{0,075}$	0	0	$\frac{5}{0,015}$	10
<i>Microphthalmus fragilis</i> Bobretzky, 1870	0	$\frac{25}{0,008}$	$\frac{75}{0,413}$	0	$\frac{25}{0,008}$	$\frac{25}{0,086}$	40
<i>Namanereis pontica</i> (Bobretzky, 1872)	0	0	$\frac{25}{0,008}$	0	0	$\frac{5}{0,002}$	10
<i>Phyllococe maculata</i> (Linnaeus, 1767)	0	0	$\frac{50}{0,05}$	0	$\frac{25}{0,075}$	$\frac{15}{0,025}$	20
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)	0	0	$\frac{125}{0,008}$	0	0	$\frac{25}{0,002}$	10

БИОТА И СРЕДА

ТИП КЛАСС ВИД	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 4	ст. 5	Средние	Р
	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	%
<i>Scolelepis (Parascolelepis) tridentata</i> (Southern, 1914)	0	0	0	0	$\frac{25}{0,01}$	$\frac{5}{0,002}$	10
Oligochaeta	0	0	0	0	$\frac{25}{0,01}$	$\frac{5}{0,002}$	10
Nemertea	0	$\frac{50}{0,025}$	$\frac{250}{0,1}$	0	$\frac{200}{0,2}$	$\frac{100}{0,065}$	40
Platyhelminthes							
Turbellaria	$\frac{25}{0,013}$	0	0	0	$\frac{25}{0,375}$	$\frac{10}{0,078}$	20
Cnidaria							
Actiniaria	$\frac{100}{0,625}$	0	0	0	0	$\frac{20}{0,125}$	10
Arthropoda							
Crustacea							
<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	0	0	0	$\frac{25}{0,068}$	$\frac{25}{0,103}$	$\frac{10}{0,034}$	40
<i>Ampelisca sevastopoleensis</i> (Grintsov, 2009)	0	0	$\frac{50}{0,178}$	0	0	$\frac{10}{0,036}$	20
<i>Ampithoe ramondi</i> (Audouin, 1826)	0	$\frac{25}{0,023}$	0	0	0	$\frac{5}{0,005}$	20
<i>Crassikorophium crassicorne</i> (Bruzelius, 1859)	$\frac{6625}{0,90}$	$\frac{2175}{0,158}$	$\frac{12400}{3,338}$	$\frac{1125}{0,208}$	$\frac{2150}{0,230}$	$\frac{4895}{0,967}$	100
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	0	$\frac{25}{0,018}$	0	0	0	$\frac{5}{0,004}$	20
<i>Eurydice pontica</i> (Czerniavsky, 1868)	0	0	$\frac{50}{0,245}$	$\frac{25}{0,118}$	0	$\frac{15}{0,073}$	40
<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)	$\frac{50}{0,445}$	$\frac{75}{0,393}$	$\frac{50}{0,333}$	$\frac{25}{0,383}$	0	$\frac{40}{0,311}$	80
<i>Iphinoe elisae</i> (Băcescu, 1950)	0	0	0	$\frac{50}{0,020}$	0	$\frac{10}{0,004}$	20
<i>Iphinoe maeotica</i> (Sowinsky, 1893)	0	0	0	0	$\frac{25}{0,0013}$	$\frac{5}{0,0003}$	20
<i>Gammarus insensibilis</i> (Stock, 1966)	$\frac{25}{0,023}$	$\frac{125}{0,225}$	$\frac{25}{0,113}$	0	$\frac{0}{0,000}$	$\frac{35}{0,072}$	60
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)	$\frac{1588}{10,464}$	$\frac{2275}{12,550}$	$\frac{2450}{8,250}$	$\frac{150}{0,695}$	$\frac{50}{0,153}$	$\frac{1303}{6,422}$	100
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (Costa, 1853)	0	0	$\frac{100}{0,033}$	$\frac{100}{0,033}$	$\frac{250}{0,035}$	$\frac{90}{0,020}$	60

ТИП КЛАСС ВИД	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 4	ст. 5	Средние	Р
	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	$\frac{N}{B}$	%
<i>Orchestia gammarellus</i> (Pallas, 1766)	0	0	$\frac{25}{0,005}$	0	0	$\frac{5}{0,001}$	20
<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)	0	0	0	0	$\frac{100}{0,150}$	$\frac{20}{0,030}$	20
Chironomidae	$\frac{25}{0,005}$	$\frac{300}{0,650}$	$\frac{100}{0,20}$	$\frac{25}{0,025}$	$\frac{25}{0,01}$	$\frac{95}{0,178}$	60
ВСЕГО	$\frac{8488}{12,474}$	$\frac{5100}{14,04}$	$\frac{15925}{12,8}$	$\frac{1550}{1,548}$	$\frac{3550}{1,266}$	$\frac{6923}{8,425}$	
Примечание: N — средняя численность, экз./м ² для каждой станции, B — средняя биомасса для каждой станции, г/м ² , средние — средняя по разрезам, P — встречаемость, %)							

Наименьшее количество видов макрозообентоса отмечено на первой станции у уреза воды, где грунт представлен плотным песком с небольшими включениями ракуши. Это зона с нестабильными условиями обитания, на которую действуют негативные факторы: прибойность, большие перепады температуры воды в различные сезоны года, влияние поллютантов не только со стороны моря, но и с берега. В летний период усиливается воздействие таких негативных факторов, как повышение антропогенной и рекреационной нагрузки, инсоляция, высыхание верхнего слоя грунта.

Наибольшее количество видов зарегистрировано на расстоянии 4 м от у. в. воды на глубине 0,5 м. Здесь грунт состоит из створок раковин, крупного, среднего и мелкого песка, примеси ила и макрофитов, служащих источником питания для гидробионтов.

Использование интегрального подхода оценки значимости вида по индексу плотности (ИП — оценочный эквивалент энергетической роли гидробионтов) позволило определить лидеров — ракообразные *Lekanesphaera hookeri*, *Crassikorophium crassicorne* и полихета *Glycera tridactyla*. Изопода *L. hookeri* обитает в прибрежной зоне на глубинах от 0 до 40 м (рис. 2). Обычно селится под камнями, выброшенными водорослями или битой ракушей, среди водорослей и морских трав, а также в обрастаниях, реже — на мидиевом иле. Поднимается в нижний горизонт псевдолиторали при наличии там скоплений прибитой к берегу растительности [Кусакин, 1979]. В Чёрном море, в акватории заповедника «Лебяжьих острова», обитает в зоне заплеска до глубины 2 м [Гринцов и

др., 2007]. В наших пробах данный вид присутствовал на всех станциях на глубинах от 0,1 до 1,0 м.

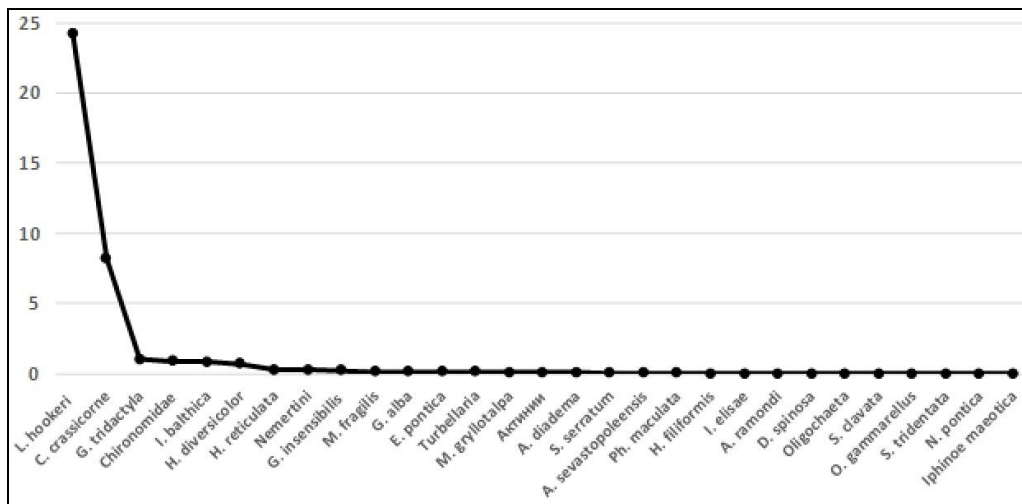


Рисунок 2. Ранжированный ряд макрозообентоса по индексу плотности.
Figure 2. Ranked macrozoobenthos row by density index.

Амфипода *Crassikorophium crassicorne* в Чёрном и Азовском морях не особенно многочисленен и встречается в прибрежной зоне на глубине до 10 м [Грезе, 1985]. В акватории северо-восточного побережья Чёрного моря (район Новороссийска) *C. crassicorne* отнесён к распространённым видам бентопелагической фауны [Vereshchaka, Apokhina, 2014]. В прибрежной зоне Кольского полуострова обнаружен на глубинах от 5 до 80 м в слабо заиленных песках, местами с примесью ракуши и камней. В наших пробах этот вид обнаружен также в слабозаиленных песках с примесью ракуши от уреза воды до глубины 1,0 м [Копий, Бондаренко, 2020].

Полихета *Glycera tridactyla* обитает на песчаных, песчано-илистых, илисто-ракушечных грунтах до глубины 50 м, но чаще всего встречается в прибрежной зоне. Средняя численность в Чёрном море на песчаных грунтах составляет 29 экз./м² [Лосовская, 1977], на илисто-ракушечных грунтах – 8 экз./м² [Виноградов, 1949]. В наших пробах *G. tridactyla* встречена на трёх станциях с песчано-илистыми грунтами с примесью ракуши (№ 3, 4 и 5), расположенными на глубинах от 0,5 до 1,0 м [Копий, Бондаренко, 2020].

Идентифицировано 10 видов многощетинковых червей Polychaeta, относящихся к трём отрядам: Capitellida, Phyllodocida и Spionida. Наибольшее количество видов (8) относятся к отряду Phyllodocida. Все

виды полихет, указанные для исследуемой акватории, были отмечены ранее в Каркинитском заливе [Болтачева и др., 2016].

Средние значения численности и биомассы полихет составляют 245 ± 180 экз./м² и $5,3 \pm 3,9$ г/м² соответственно. Наиболее существенный вклад в формирование указанных показателей вносит *H. diversicolor* (45 % численности и 50 % биомассы).

Распределение полихет в исследуемой акватории неравномерно. Наибольшее число видов (8) обнаружено на расстоянии 4 м от уреза воды, наименьшее (1) — на урезе, где условия обитания наиболее сложные. Самые высокие показатели численности (675 экз./м²) и биомассы (13,15 г/м²) зарегистрированы на 8 м от уреза, значительный вклад в общую численность и биомассу вносит *H. diversicolor* — 82 и 89 % соответственно.

H. diversicolor — массовый вид полихет, обычно обитает на песчаных, илистых и илисто-песчаных грунтах, водорослевых матах, иногда среди ракуши и искусственных гидротехнических сооружений, на глубине от 0 до 50 м, но отдельные экземпляры встречаются на глубине 80–90 м [Лосовская, 1977; Киселева, 2004; Сёмин, 2011б; Çinar et al, 2014]; эврибионтный вид способен переносить солёность до 30 ‰, но преимущественно встречается при средней солёности (13,4–13,5 ‰); обитает в лиманах и солёных озерах, где вода летом прогревается до 40–50 °С, а зимой промерзает до дна [Копий, 2011; Сёмин, 2011а]; переносит присутствие сероводорода [Киселева, 2004; Сёмин, 2011а], но одновременное действие пресной воды, дефицита кислорода и особенно высокой температуры резко понижает жизнестойкость данного вида [Копий, Бондаренко, 2020].

Исследования 2005–2007 гг. [Гринцов и др., 2007] выявили наличие в прибрежной зоне заповедника «Лебяжьих острова» на глубине от 0,2 до 1,5 м на рыхлых грунтах в сообществах красных водорослей и морских трав, в выбросах морских трав 15 видов полихет: *Eulalia viridis* (Linnaeus, 1767), *Eteone picta* (Quatrefages, 1866), *Glycera convolute* (Keferstein, 1862) = *Glycera tridactyla* (Schmarda, 1861), *Genetyllis tuberculata* (Bobretzky, 1868), *Harmothoe imbricata* (Linnaeus, 1767), *Lysidice ninetta* (Audouin & H. Milne Edwards, 1833), *Nereis zonata* (Malmgren, 1867), *Neanthes succinea* (Leuckart, 1847), *Platynereis dumerilii* (Audouin & Milne Edwards, 1833), *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840), *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), *Pileolaria militaris* Claparède, 1870, *Fabricia sabella* (Ehrenberg, 1836), *Brania clavata* (Claparède, 1863) =

Salvatoria clavata (Claparède, 1863), *Exogone gemmifera* (Pagenstecher, 1862). Для всех обнаруженных видов характерно обитание в прибрежной зоне на песчаных, песчано-илистых грунтах, в обрастаниях камней или в зарослях макрофитов. В наших пробах обнаружено только два общих вида полихет – *G. tridactyla* и *S. clavata*. Такое различие видового состава, возможно, связано с тем, что пробы 2005–2007 гг. взяты от уреза воды до глубины более 1 м и не только на рыхлых грунтах, но также в обрастаниях, на макрофитах и в выбросах морских трав.

Идентифицировано 14 видов ракообразных Malacostraca, относящихся к трём отрядам: Amphipoda, Isopoda и Cumacea. Отмечены пять видов, встречаемость которых составила более 50 %: *C. crassicorne*, *G. insensibilis*, *M. gryllotalpa*, *I. balthica* и *L. hookeri*. Наибольшее количество видов обнаружено на станции, где грунт представлен ракушкой и песком с примесью ила.

Известно [Гринцов и др. 2007], что в летний период 2005–2007 гг. в данной акватории обитали не обнаруженные в наших пробах изопода *Stenosoma capito* (Rathke, 1837), усоногий рак *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854), обычный для многих биотопов вид клешненосных осликов *Chondrochelia savignyi* (Kroyer, 1842), мизиды *Hemimysis anomala* (G. O. Sars, 1907) и *Gastrosaccus sanctus* (Van Beneden, 1861), десятиногие раки *Diogenes pugilator* (Roux, 1829), *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792) и креветка *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837), амфиподы *Perioculodes longimanus* (Spence Bate & Westwood, 1868), *Melita palmata* (Montagu, 1804), *Erichthonius difformis* (H. Milne Edwards, 1830), *Stenothoe monoculoides* (Montagu, 1813), *Orchestia montagui* (Audouin, 1826). Все виды, указанные для исследуемой акватории, но не отмеченные в наших сборах, мы находим в районе заплеска и других акваториях крымского побережья Чёрного моря [Копий и др., 2014; Копий, Бондаренко, 2016; Копий и др., 2017].

Анализ литературных [Гринцов и др., 2007] и собственных данных указывает на относительное богатство фауны высших ракообразных акватории заповедника «Лебяжья острова», представленной 27 видами. Наиболее многочисленным является отряд Amphipoda, на долю которого приходится 58 % всех отмеченных в заповеднике видов Malacostraca.

Средние значения численности и биомассы ракообразных составляют 6448 ± 3415 экз./м² и $7,977 \pm 3,911$ г/м² соответственно. Наиболее существенный вклад в формирование указанных величин вносят *Crassikorophium crassicorne* (4895 экз./м²; 0,97 г/м²) и *Lekanesphaera hookeri* (1303 экз./м²; 6,42 г/м²).

Трофическая структура макрозообентоса представлена поли-, фито-, детритофагами и плотоядными животными. Выявлено, что большая доля гидробионтов — полифаги, наибольшее количество видов, относящихся к этой группе, — полихеты. Трофическая группа, включающая наименьшее количество видов макрозообентоса — фитофаги, к которым относятся только ракообразные (5 видов).

Ранжированный ряд по численности возглавляют детритофаги, среди них 96 % приходится на амфиподу *Crassikorophium crassicorne* (4895 экз./м²), которая отфильтровывает частицы детрита из придонной взвеси. Далее следуют фитофаги, среди которых лидирует изопода *Lekanesphaera hookeri* (1338 экз./м²), составляя 97 % общей численности. У полифагов значительный вклад в общую численность вносят полихеты *Hediste diversicolor* (31 %) и личинки комаров-звонцов Chironomidae (27 %) (рис. 3).

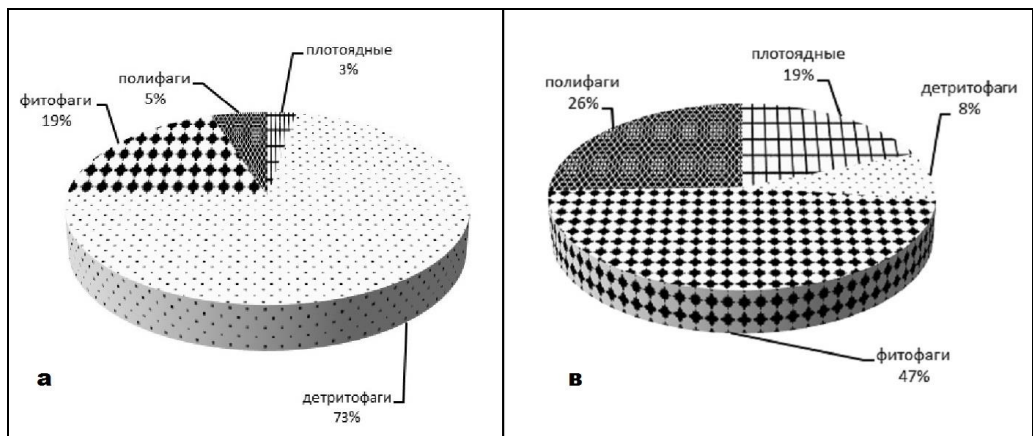


Рисунок 3. Трофическая структура макрозообентоса в прибрежной акватории заповедника «Лебяжий острова»: а — по численности; в — по биомассе.

Figure 3. Trophic structure of macrozoobenthos in the coastal protected area of the “Swan Islands” Nature Reserve»: а — in abundance; в — in biomass.

Hediste diversicolor по типу питания — полифаг, обладает высокой пищевой пластичностью и может питаться по типу подвижных собирающих детритофагов или сестонофагов-фильтраторов. Собирает поверхностный слой грунта, поедает ил, водоросли, растительные и животные остатки, фитопланктон, бактерии. Может питаться фильтрационным способом путём сбора пищевых частиц из придонного слоя воды при помощи слизистой конусообразной «ловчей сети». Кроме того, *H. diversicolor* является агрессивным хищником и может

питаться другими видами полихет, амфипод и нематод [Киселева, 1981; Сёмин, 2011б].

Личинки хирономид собирают поверхностный слой грунта, питаются детритом и микроорганизмами (водоросли и бактерии), некоторые являются хищниками. Имаго комаров-звонцов либо не питаются, либо потребляют нектар [Foote, 1987; Безматерных, 2007]. Личинки некоторых дальневосточных видов могут быть комменсалами или паразитами подёнок, веснянок, ручейников и других насекомых, но обычно они фито-, зоо-, сапрофаги [Яворская, 2008].

Наименьшая доля численности в трофической структуре макрозообентоса принадлежит плотоядным. Значительный вклад в этот показатель (56 %) вносят Nemertini, питающиеся мелкими аннелидами, которых ловят с помощью хобота [Определитель..., 1972].

Ранжированный ряд по биомассе возглавляют фитофаги. Значительный вклад в этот показатель (99 %) вносит изопода *L. hookeri*. Затем следуют полифаги, лидерство среди них принадлежит полихете *H. diversicolor* — 75 % общей биомассы полифагов. Плотоядные занимают третье место, полихета *G. tridactyla* составляет 67 % общей биомассы. Её пищевой спектр преимущественно состоит из незащищённых беспозвоночных, обитающих на поверхности или в толще грунта. Эти хищные многощетинковые черви реагируют только на подвижных животных: полихет, амфипод, изредка мелких моллюсков [Ockelmann, Vahi, 1970; Fauchald, Jumars, 1979; Терентьев, 1998; Сёмин, 2011б]. Самая малая доля биомассы отмечена у детритофагов. Наибольший вклад в данный показатель вносит амфипода *C. crassicorne* (84 %).

В пределах исследованного полигона на основании доминирования по биомассе и индексу функционального обилия выделено сообщество *Lekanesphaera hookeri*. Отмечены 4 руководящих вида — ракообразные *C. crassicorne*, *G. insensibilis*, *M. gryllotalpa* и *I. balthica* (встречаемость более 50%), к характерным видам (встречаемость от 25 до 50 %) отнесены полихеты *G. tridactyla*, *H. reticulata*, *M. fragilis*, ракообразные *A. diadema* и *E. pontica*. Редкие виды (встречаемость менее 25 %) — полихеты *G. alba*, *H. diversicolor*, *H. filiformis*, *N. pontica*, *Ph. maculata*, *S. clavata*, *S. tridentata*, ракообразные *A. ramondi*, *A. sevastopoleensis*, *D. spinosa*, *O. gammarellus*, *S. serratum*, *I. elisae* и *I. maeotica*.

Ранжированный ряд по численности возглавляют Crustacea (93 % общей численности макрозообентоса), на долю Polychaeta приходится 4 %, Chironomidae — 1 %, общий вклад остальных таксономических категорий — 2 %. Основной вклад (70 %) в формирование этого показателя вносит амфипода *C. crassicorne*.

Ранжированный ряд по биомассе также возглавляют Crustacea (58 % общей биомассы макрозообентоса), на долю Polychaeta приходится 38 %, на остальные таксономические группы — 4 %. Основной вклад (63 %) в формирование этого показателя вносит изопода *L. hookeri*.

В сообществе доминируют r-стратеги, т. е. в исследуемой зоне сообщество более разнообразно по биомассе, чем по численности (рис. 4).

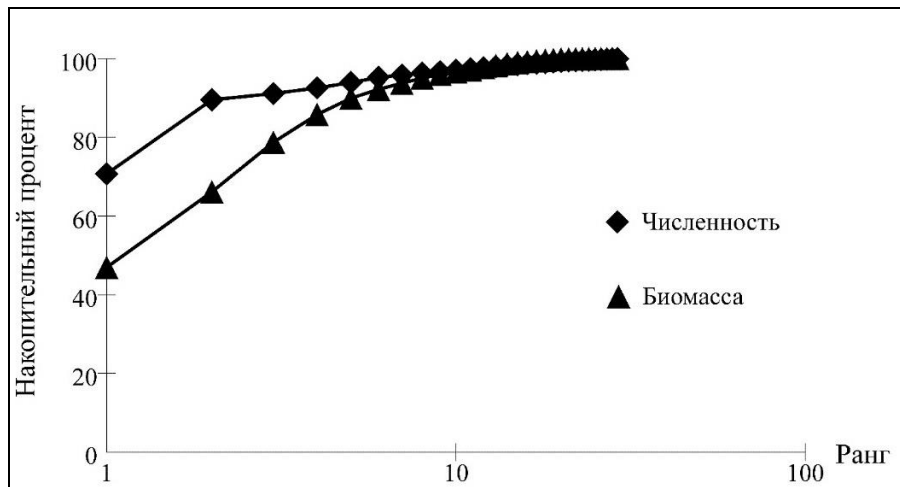


Рисунок 4. ABC-кривые численности и биомассы сообщества макрозообентоса прибрежной зоны заповедника «Лебяжий острова».

Figure 4. ABC-curves of the abundance and biomass of the macrozoobenthos community in the coastal marine protected area of the “Swan Islands”.

Известно, что такие нарушения могут вызываться стрессовым состоянием сообщества при неблагоприятных условиях среды обитания. В этих сообществах преобладают мелкие многочисленные организмы с большой плодовитостью и малой продолжительностью жизни (r-стратеги) [Luckinbill, 1978; Getz, 1993; Warwick, 1994; Шитиков, Головатюк, 2013].

Макрозообентос является значимым компонентом в трофической цепи в экосистеме. Среди птиц присутствуют зоо- и фитофаги, питающиеся донными и пелагическими организмами. Например, в 2001–2002 гг. за весь период зимовки в бухтах Севастополя птицы использовали 23 т корма [Мордвинов, Тимофеев, 2002]. Экскреты, выделяемые птицами, являются одним из источников пополнения прибрежных акваторий биогенными элементами, необходимыми для создания первичной продукции. За счёт этой продукции формируются другие звенья трофических цепей (зообентос, зоопланктон и др.), которые, в свою очередь, являются кормом для птиц. Таким образом,

птицы оказывают большое влияние на экосистему побережья, в первую очередь, через потребление кормовых объектов из моря [Мордвинов, Тимофеев, 2002], в том числе представителей макрозообентоса.

Заповедник «Лебяжьи острова» представляет собой крупнейшее место в России, где зимуют и гнездятся водно-болотные птицы. Кроме того, заповедник находится на важном участке пути миграции птиц из Европы в Африку и Азию. Обилие растительной и животной пищи в прибрежном мелководье привлекает сюда множество птиц, преимущественно водоплавающих. Во время зимовки птиц на акватории выявлено 116 видов, а в период миграции — свыше 170 видов, при этом до 1 млн особей концентрируется на участке от Бакальской косы до Лебяжьих островов [Мильчакова и др., 2015].

Кроме этого, макрозообентос служит кормовой базой для бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) и атерины черноморской *Atherina pontica* (Eichwald, 1831), которые преобладают в районе Лебяжьих островов [Прищепа, 2017]. В Чёрном море в питании бычка-песочника доминируют полихеты, амфиподы, креветки, двустворчатые моллюски *Abra* и *Cerastoderma*, личинки комаров и других насекомых, олигохеты и нематоды [Лус, 1963; Ковтун, 1980]. Молодь атерины питается планктонными организмами, взрослые рыбы — крупной добычей, многощетинковыми червями, мелкими моллюсками, ракообразными, личинками и взрослыми насекомыми, олигохетами, а также мелкой рыбой [Мовчан, 2011].

Заключение. В прибрежной зоне заповедника «Лебяжьи острова» летом 2018 г. обнаружено 10 видов Polychaeta, 14 видов Crustacea и не идентифицированные до вида Oligochaeta, Chironomidae, Nemertini, Turbellaria и Actiniaria. Наименьшее количество видов макрозообентоса отмечено на урезе воды, наибольшее — на 4 м ниже от уреза воды (глубина 0,5 м). Средние значения численности и биомассы макрозообентоса составляют 6923 ± 464 экз./м² и $8,43 \pm 3,99$ г/м² соответственно. В формирование указанных средних величин основной вклад внесли ракообразные (6448 ± 3415 экз./м² и $7,98 \pm 3,91$ г/м² соответственно). Оценка значимости вида по индексу плотности позволила определить лидеров — ракообразные *L. hookeri*, *C. crassicorne* и полихета *G. tridactyla*. Трофическая структура макрозообентоса представлена фито-, детрито-, полифагами и плотоядными организмами. По численности доминируют детритофаги, по биомассе — фитофаги.

Выделено сообщество *Lekanesphaera hookeri*. Ранжированный ряд как по численности, так и по биомассе возглавляют Crustacea. Выявлены нарушения в исследуемом сообществе, которые могут быть вызваны стрессовым состоянием данного сообщества в связи с неблагоприятными условиями среды обитания. Стрессовая нагрузка в зоне уреза воды и огромное влияние на экосистему прибрежья водоплавающих птиц могут оказывать существенное воздействие на состояние макрозообентоса исследуемой акватории. В связи с этим необходимо и в дальнейшем проводить мониторинговые исследования в заповедном районе.

Статья подготовлена в рамках Государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890074-2.

Литература

- Александров Б. Г., Болтачева Н. А., Бушуев С. Г., Колесникова Е. А., Литвиненко Н. М., Мильчакова Н. А., Миничева Г. Г., Синегуб И. А., Терентьев А. С. Спецификация местообитания малое филлофорное поле в Каркинитском заливе Черного моря // Научный отчет по проекту “Environmental collaboration for the Black Sea. Georgia, Moldova, Russia and Ukraine”.
- Безматерных Д. М. К систематике, экологии и распространению хирономид рода *Chironomus* группы *Obtusidens* (Diptera, Chironomidae) // Мир науки, культуры, образования. 2007. № 4 (7). С. 30–37.
- Болтачев А. Р., Карпова Е. П. Особенности структуры ихтиоценов биоценоза морских трав Западного Крыма и Каркинитского залива // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : Материалы VII международной конференции. Керчь, 20–23 июня 2012 г. / отв. ред. Е. А. Кожурин. — Керчь : ЮгНИРО, 2012. Т. 1. С. 140–147.
- Болтачева Н. А., Ревков Н. К., Бондаренко Л. В., Колесникова Е. А., Тимофеев В. А., Копий В. Г. Таксономический состав макрозообентоса Каркинитского залива (Чёрное море) в начале XXI в. // Морские биологические исследования: Достижения и перспективы : Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, приуроченная к 145-летию Севастопольской биологической станции. Севастополь, 19–24 сентября 2016 г. Т. 2. / ред. А. В. Гаевская, И. В. Довгаль. — Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 2. С. 36–39.
- Виноградов К. А. К фауне кольчатых червей (Polychaeta) Чёрного моря // Труды Карадагской биологической станции. 1949. Вып. 8. С. 18–56.
- Грезе И. И. Бокоплавы // Фауна Украины: в сорока томах / Академия наук Украинской ССР Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена. Т. 26: Высшие ракообразные. — Киев : Наукова думка, 1985. Вып. 5. 172 с.
- Гринцов В. А., Лисицкая Е. В., Мурина В. В. Видовое разнообразие донных беспозвоночных заповедной акватории «Лебяжьих островов» (Черное море) // Заповедники Крыма : Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию проведения международного семинара «Оценка потребностей сохранения биоразнообразия Крыма». Гурзуф, 1997. Симферополь, 2 ноября 2007 г. Ч. 2. Зоология / ред. А. М. Артов, В. А. Бокор и др. — Симферополь : Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, 2007. С. 39–43.
- Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Чёрного моря. — Киев : Наукова думка, 1981. 163 с.

- Киселева М. И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Чёрного и Азовского морей. Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. 409 с.
- Ковтун И. Ф. Экология и промысел бычков в условиях изменяющегося режима Азовского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Москва : ВНИРО, 1980. 3 с.
- Копий В. Г. Макрозообентос в прибрежной зоне бухт Севастополя (Крымское побережье Черного моря) // Морской экологический журнал. 2011. Отд. вып. № 2. С. 43–48.
- Копий В. Г., Бондаренко Л. В., Аннинская И. Н. Сообщество макрозообентоса зоны псевдолиторали некоторых районов Крымского побережья // Биоразнообразие и устойчивое развитие : Материалы докладов III Международной научно-практической конференции. Симферополь, 15–19 сентября 2014 г. / гл. ред. Н. В. Багров. — Симферополь : Крымский научный центр, 2014. С. 161–163.
- Копий В. Г., Бондаренко Л. В. Макрозообентос зоны псевдолиторали восточного побережья Крыма // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии : Материалы Международной научной конференции и молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д. Г. Матишова. Ростов-на-Дону, Россия, 5–8 сентября 2016 г. / отв. ред. Г. Г. Матишов. — Ростов-на-Дону : ЮНЦ РАН, 2016. С. 193–196.
- Копий В. Г., Бондаренко Л. В., Аннинская И. Н. Макрозообентос биотопов зоны псевдолиторали бухты Казачья (Черное море, Крым) // Бюллетень МОИП. Т. 122. Вып. 2. 2017. С. 34–42.
- Копий В. Г., Бондаренко Л. В. Атлас обитателей псевдолиторали Азово-Черноморского побережья Крыма / Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН. — Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ, 2020. 120 с.
- Кусакин О. Г. Морские и солоноватоводные равноногие ракообразные. — Ленинград : Наука, 1979. 472 с.
- Ломакин П. Д., Чекушева Н. И., Чепыженко А. А. Гидрофизические условия и характеристика загрязнения прибрежных вод у орнитологического заповедника «Лебяжий остров» (Каркинитский залив, Черное море) в летний сезон // Морской экологический журнал. 2011. Т. 10. № 1. С. 43–49.
- Лосовская Г. В. Экология полихет Черного моря. — Киев : Наукова думка, 1977. 92 с.
- Лус В. Я. Питание бычков (сем. Gobiidae) Азовского моря // Труды Института океанологии. 1963. Т. 62. С. 96–127.
- Мальцев В. И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиологический журнал. 1990. Т. 26. № 1. С. 87–89.
- Мильчакова Н. А., Александров В. В. Морские охраняемые акватории и проблемы природопользования в Каркинитском заливе (Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. Вып. 4. С. 50–58.
- Мильчакова Н. А., Александров В. В., Бондарева Л. В., Панкеева Т. В., Чернышева Е. Б. Морские охраняемые акватории Крыма : науч. справ. / ред. Н. А. Мильчакова. Симферополь : Нижняя Ореанда, 2015. 312 с.
- Мовчан Ю. В. Риби України. — Київ: Золоті ворота, 2011. 444 с.
- Мордвинов Ю. Е., Тимофеев В. А. Мониторинг гидрофильных птиц на зимовке в г. Севастополь в 2001–2002 гг. и их влияние на экосистему бухт // Современные проблемы океанологии шельфовых морей России : Тезисы докладов международной конференции Ростов-на-Дону, 13–15 июня 2002 г. / отв. ред. Г. Г. Матишов. — Мурманск : Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2002. С. 164–166.
- Океанографический атлас Черного и Азовского морей / отв. ред. В. Н. Еремеев, Е. Н. Годин, А. Х. Халиулин и др. — Киев : Госгидрография, 2009. 356 с.
- Определитель фауны Черного и Азовского морей: в 3 т. / под общ. руковод. Мордухай-Болтовского. — Киев : Наукова думка, 1972.
- Прищеп Р. Е. Структурные характеристики сообществ рыб Каркинитского залива в ноябре 2015 года «Pontus Euxinus 2017» : Тезисы X Всероссийской научно-

- практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем, в рамках проведения Года экологии в Российской Федерации. Севастополь, 11–16 сентября 2017 г. / отв. за вып. Е. Родина. — Севастополь : ИП Бондаренко Н. Ю., 2017. С. 171–174.
- Садогурский С. Е. Флора и растительность акваторий филиала Крымского природного заповедник «Лебяжьи острова» (Чёрное море): современное состояние и пути сохранения // Заповідна справа в Україні. 2009. Т. 15. Вып. 2. С. 41–50.
- Садогурский С. Е. Отмирание зарослей *Zostera marina* L. у Сары-Булатских островов (Каркинитский залив, Черное море) // Заповідна справа в Україні. 1999. Т. 5(2). С. 17–22.
- Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А. Макрофиты прибрежно-морских акваторий природных заповедников Крымского полуострова (Чёрное и Азовское моря) // Algologia. 2019. Vol. 29. № 3. С. 322–351.
- Сёмин В. Л. Зависимость характеристик таксоценоза Polychaeta в Азовском море от абиотических факторов // Вестник Южного научного центра РАН. 2011а. Т. 7. № 2. С. 69–77.
- Сёмин В. Л. Экология полихет Азовского моря и лиманов российской части его побережья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Мурманск, 2011б. 25 с.
- Терентьев А. С. Трофические группировки полихет различных биотопов керченского предпролива Черного моря // Труды Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. 1998. Т. 44. С. 111–115.
- Шитиков В. К., Головатюк Л. В. ABC-метод и специфика доминирования видов вдонных речных сообществах // Поволжский экологический журнал. 2013. № 1. С. 88–97.
- Яворская Н. М. Личинки хирономид (Diptera, Chironomidae) реки Кади (Нижнее Приамурье) // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Макаренко. — Владивосток : Дальнаука, 2008. С. 209–217.
- Cinar M. E., Dagli E., Sahin G. K. Checklist of Annelida from the coasts of Turkey // Turkish Journal of Zoology. 2014. № 38. P. 734–764.
- Fauchald K., Jumars P. A. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds // Oceanography and Marine Biology: an Annual Review / Ed. M. Barnes. Aberdeen. 1979. Vol. 17. P. 193–284.
- Foote B. Chironomidae (Chironomidae) in F Stehr, ed. Immature Insects, Vol. 2. Dubuque, Iowa, USA: Kendall / Hunt Publishing Company. 1987. Vol. 2. P. 762–764.
- Getz W. M. Metaphysiological and evolutionary dynamics of populations exploiting constant and interactive resources: r-k selection revisited // Evol. Ecol. 1993. Vol. 7, is. 3. P. 287–305.
- Grintsov V., Sezgin M. Manual for identification of Amphipoda from the Black Sea. — Sevastopol : Digit Print, 2011. 151 p.
- Luckinbill L. S. r and k selection in experimental populations of *Escherichia coli* // Science. 1978. Vol. 202, is. 4373. P. 1201–1203.
- Ockelmann K. W., Vahi O. On the biology of the polychaete *Glycera alba*, especially its burrowing and feeding // Ophelia. 1970. Vol. 8. P. 275–294.
- Pukhtyar L. D. Seasonal freshening and salinization of waters in the Karkinit Bay // Physical Oceanography. 2007. Vol. 17. № 4. P. 209–222.
- Vereshchaka A. L., Anokhina L. L. Composition and Dynamics of the Black Sea Benthopelagic Plankton and Its Contribution to the Near-Shore Plankton // Communities PLoS One. 2014. Vol. 9, is. 6: e99595 doi: 10.1371/journal.pone.0099595
- Warwick R. M. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities // Mar. Biol. 1994. Vol. 118, is. 4. P. 739–744.

Macrozoobenthos of the coastal water area of the Nature Reserve «Swan Islands»

V. G. Kopyi, L. V. Bondarenko

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS

299011, Russian Federation, Sevastopol

E-mail: verakopyi@gmail.com

Abstract

The article presents an analysis of the species composition, quantitative characteristics and trophic structure indices of macrozoobenthos dwelling on the coastal zone of the Nature Reserve «Swan Islands» (the Black Sea). The data obtained are important for monitoring studies in protected areas. Samples were taken at one section located perpendicular to the shore and consisting of five stations: water edge, below the edge on 2 m (depth 0,2 m); on 4 m (depth 0,5 m); on 6 m (depth 0,9 m); on 8 m. (depth 1 m.). Representatives of macrozoobenthos are registered, belonging to 5 types: Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Annelida, Arthropoda. Polychaeta and Malacostraca identified to species. The number minimum of species were observed on depth 0 m, the maximum – on depth 0,5 m. The average abundance and biomass of macrozoobenthos are 6923 ± 464 ind./m² and $8,43 \pm 3,99$ g/m², respectively. Assessment of the significance of the species by the density index made it possible to determine leaders: crustaceans *Lekanesphaera hookeri* (Leach, 1814), *Crassicorophium crassicorne* (Bruzelius, 1859) and the polychaete *Glycera tridactyla* Schmarda, 1861. The trophic structure of macrozoobenthos is represented by phyto-, detritus, polyphages, and carnivorous organisms. Community *Lekanesphaera hookeri* (Leach, 1814) highlighted. 5 chief, 5 characteristic and 14 rare species were noted.

Key words: Nature Reserve «Swan Islands», Karkinitzky Bay, macrozoobenthos, community, trophic structure, Black Sea.

References

- Bezmaternykh D. M., 2007, K sistematike, ekologii i rasprostraneniyu khironomid roda Chironomus gruppy Obtusidens (Diptera, Chironomidae) [On systematics, ecology and distribution of chironomids, genus chironomus of obtusidens group (Diptera, Chironomidae)], The world of science, culture, education, no 4 (7), pp. 30–37. [In Russian].
- Boltachov A. R., Karpova E. P., 2012, Osobennosti struktury ikhtiosenov biotsenozy morskikh trav zapadnogo Kryma i Karkinitzskogo zaliva [Structural features of ichthyocenoses of algae biocenosis in the western Crimea and Karkinitzky Bay] in E. A. Kozhurin (ed.), *Sovremennyye rybokhozyaystvennyye i ekologicheskiye problemy Azovo-Chernomorskogo regiona: Materialy VII Mezhdunarodnoy konferentsii. Kerch', 20–23 iyunya 2012 g.* [Proceedings of the VII International Conference «Current fishery and environmental problems of the Azov-Black Sea Region», Kerch, June 20–23, 2012], vol. 1, pp. 140–147, YugNIROPublishers', Kerch. [In Russian].
- Boltachova N. A., Revkov N. K., Bondarenko L. V., Kolesnikova E. A., Timofeev V. A., Kopyi V. G., 2016, Taksonomicheskii sostav makrozoobentosa Karkinitzskogo zaliva (Chornoye more) v nachale XXI veka [Taxonomic composition of macrozoobenthos Karkinitzky Bay (Black Sea) in early XXI century] in A. V. Gaevskaya, I. V. Dovgal (ed.), *Morskiye biologicheskiye issledovaniya: Dostizheniya i perspektivy: Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem, priurochemnaya k 145-letiyu Sevastopol'skoy biologicheskoy stantsii Sevastopol', 19–24 sentyabrya 2016 g.* [Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation dedicated to the 145th anniversary of Sevastopol Biological Station «Marine biological research: achievements and perspectives», Sevastopol, September 19–24, 2016], vol. 2, pp. 36–39, ECOSI-Hydrophysics, Sevastopol. [In Russian].
- Vinogradov K. A., 1949, K faune kol'chatykh chervey (Polychaeta) Chornogo morya [To the fauna of annelids (Polychaeta) of the Black Sea], *Proceedings of the T. I. Vyzemsky Karadag scientific station*, is. 8, pp. 18–56. [In Russian].
- Greze I. I., 1985, *Bokoplavy Fauna Ukrainy. Vysshyye rakoobraznyye* [Bocoplavs Fauna of Ukraine. Higher crustaceans], is. 5, 172 p., Naukova Dumka, Kiev. [In Russian].
- Grintsov V. A., Lisitskaya Ye. V., Murina V. V., 2007, Vidovoye raznoobraziye donnykh bespozvonochnykh zapovednoy akvatorii «Lebyazh'i ostrova» (Chernoye more) [Species diversity of benthic invertebrates of the reserved water area "Swan Islands" (Black Sea)], in A. M. Artov, V. A. Bokov et al. (ed.), *Zapovedniki Kryma: Materialy IV Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konferentsii, posvyashchennoy 10-letiyu provedeniya mezhdunarodnogo seminaru «Otsenka potrebnostey sokhraneniya bioraznoobraziya Kryma». Gurzuf, 1997. Simferopol', 2 noyabrya 2007 g.* [Materials of the IV International scientific-practical conference dedicated to the 10th anniversary of the international seminar "Assessment of the needs of the conservation of biodiversity of the Crimea." Gurzuf, 1997. "Reserves of the Crimea", Simferopol, November 2, 2007, Part 2. Zoology, pp. 39–43, Tavrichesky National University named after V. I. Vernadsky, Simferopol. [In Russian].

- Kiseleva M. I., 1981, *Bentos rykhlykh gruntov Chernogo morya* [Kiseleva M.I. Benthos of loose soils of the Black Sea], 163 p., Naukova Dumka, Kiev. [In Russian].
- Kiseleva M. I., 2004, *Mnogoshchetinkovyye chervi (Polychaeta) Chernogo i Azovskogo morey* [Polychaetes (Polychaeta) of the Azov and Black Seas], 409 p., Kola Science Centre RAS, Apatity. [In Russian].
- Kovtun I. F., 1980, *Ekologiya i promysel bychkov v usloviyakh izmenyayushchegosya rezhima Azovskogo moray: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk* [Ecology and fishing of gobies in the changing regime of the Sea of Azov], All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, 23 p., VNIRO, Moscow. [In Russian].
- Kopiy V. G., 2011, *Makrozoobentos v pribrezhnoy zone bukht Sevastopolya (Krymskoye poberezh'ye Chernogo morya)* [Macrozoobenthos in the coastal zone of Sevastopol bays (Crimean Black Sea near-shore)], *Marine ecological journal*, no. 2, pp. 43–48. [In Russian].
- Kopiy V. G., L. V. Bondarenko, I. N. Anninskaya, 2014, *Soobshchestvo makrozoobentosa zony psevdolitoralniy nekotorykh rayonov Krymskogo poberezh'ya* [Community of macrozoobenthos of the pseudolittoral zone of some areas of the Crimean coast] in N. V. Bagrov, *Bioraznobraziye i ustoychivoye razvitiye: III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Simferopol', 15–19 sentyabrya 2014 g.* [III International Scientific and Practical Conference "Biodiversity and sustainable development", Simferopol, September 15–19, 2014], pp. 161–163. Crimean Scientific Center, Simferopol. [In Russian].
- Kopiy V. G., Bondarenko L. V., 2016, *Makrozoobentos zony psevdolitoralniy vostochnogo poberezh'ya Kryma* [Macrozoobenthos of splash zone of the eastern coast of Crimea] G. G. Matishov, *Okruzhayushchaya sreda i chelovek. Sovremennyye problemy genetiki, selektsii i biotekhnologii: Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii i molodezhnoy nauchnoy konferentsii Rostov-na-Donu, Rossiya, 5–8 sentyabrya 2016 g.* [Environment and people. Modern problems of genetics, selection and biotechnology: Proceedings of the International Scientific Conference and Youth Scientific Conference Rostov-on-Don, Russia, September 5–8, 2016], pp. 193–196. Southern Scientific Center RAS, Rostov-on-Don. [In Russian].
- Kopiy V. G., Bondarenko L. V., Anninskaya I. N., 2017, *Makrozoobentos biotopov zony psevdolitoralniy bukhty Kazach'ya (Chernoye more, Krym)* [Macrozoobenthos from different biotops of pseudolittoral zone at Kazach'ya Bay (Black Sea, Crimea)], *Bulletin of Moscow society of naturalists, Biological series*, vol. 122, part 2, pp. 34–42. [In Russian].
- Kopiy V. G., Bondarenko L. V., 2020, *Atlas obitateley psevdolitoralniy Azovo-Chernomorskogo poberezh'ya Kryma* [Atlas of the inhabitants of the pseudo-littoral of the Sea of Azov – Black Sea coast of Crimea], 120 p., A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Sevastopol. [In Russian].
- Lomakin P. D., Chekmenyova N. I., Chepyzhenko A. A., 2011, *Gidrofizicheskiye usloviya i kharakteristiki pribrezhnykh vod u omnitologicheskogo zapovednika «Lebyazh'i ostrova» (Karkinit'skiy zaliv, Chernoye more) v letniy sezon* [Hydrophysical conditions and the coastal waters' pollution characteristics in the area of ornithological reserve the Swan Islands (the Karkinit'skiy Gulf, the Black Sea) during the summer season], *Marine Ecological journal*, vol. 10, no. 1, pp. 43–49. [In Russian].
- Losovskaya G. V., 1977, *Ekologiya polikhet* [Ecology of polychaetes], 92 p., Naukova Dumka, Kiev. [In Russian].
- Lus V. YA., 1963, *Pitaniye bychkov (sem. Gobiidae) Azovskogo moray* [Nutrition of gobies (family Gobiidae) of the Sea of Azov], *Proceedings of the Institute of Oceanology*, vol. 62, pp. 96–127. [In Russian].
- Maltsev V. I., 1990, *O vozmozhnosti primeneniya pokazatelya funktsional'nogo obilya dlya strukturnykh issledovaniy zootsenozov* [Use of a functional abundance index for structural studies of zoocoenoses], *Hydrobiological Journal*, vol. 26, no. 1, pp. 87–89. [In Russian].
- Milchakova N. A., Alexandrov V. V., 2018, *Morskiye okhranyayemye akvatorii i problemy prirodopol'zovaniya v Karkinit'skom zalive (Chernoye more)* [Marine conservation areas and problems of Nature management in the Karkinit'skiy Bay (The Black Sea)], *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, is. 4, pp. 50–58. [In Russian].
- Milchakova N. A., Aleksandrov V. V., Bondareva L. V., Pankeeva T. V., Chemysheva E. B., 2015, *Morskiye okhranyayemye akvatorii Kryma* [Marine protected areas of the Crimea], N. A. Milchakova (ed.), 312 p., N. Orianda, Simferopol. [In Russian].
- Movchan Yu. V., 2011, *Ryby Ukraїni* [Fish of Ukraine], 444 p., Golden Gate, Kiev. (in Ukrainian)
- Mordvinov Yu. Ye., Timofeyev V. A., 2002, *Monitoring gidrofil'nykh ptits na zimovke v g. Sevastopol' v 2001–2002 gg. i ikh vliyaniye na ekosistemu bukht* [Monitoring of hydrophilic birds during wintering in Sevastopol in 2001–2002. and their impact on the ecosystem of the bays], in G. G. Matishov (ed.), *Sovremennyye problemy okeanologii shelf'ovykh morey Rossii: Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii. Rostov-na-Donu, 13–15 iyunya 2002 g.* [Abstracts of the International Conference " Current problems of oceanology of the shelf seas", Rostov-on-Don, June 13–15, 2002], pp. 164–166, Murmansk Marine Biological Institute of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (MMBI KSC RAS), Murmansk. [In Russian].
- Okeanograficheskii atlas Chernogo i Azovskogo morey*, 2009, [Oceanographic atlas of the Black Sea and the Sea of Azov], V. N. Yeremeyev, Ye. N. Godin, A. Kh. Khaliulin i dr. (ed.), 356 p., State Institution "State Hydrography", Kiev. [In Russian].

- Opređitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey*, 1972, [Keys to the fauna of the Black and Azov seas], F. D. Mordukhay-Boltovskoy (ed.), Vol. 1, 2, 3, Naukova Dumka, Kiev. [In Russian].
- Prishepa R. E., 2017, Strukturnyye kharakteristiki soobshchestv ryb Karkinit'skogo zaliva v noyabre 2015 goda [The structural characteristics of the fish communities of the Karkinit'sky gulf in november, 2015], *Pontus Euxinus 2017: Tezisy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh po problemam vodnykh ekosistem, v ramkakh provedeniya Goda ekologii v Rossiyskoy Federatsii. Sevastopol', 11–16 sentyabrya 2017 g.* [Abstracts of the X All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists on the Problems of Aquatic Ecosystems, within the framework of the Year of Ecology in the Russian Federation "Pontus Euxinus 2017", Sevastopol, September 11–16, 2017], in E. Rodina (ed.) — Sevastopol: 2017, pp. 171–174, Bondarenko N. Yu., Sevastopol. [In Russian].
- Sadogursky S. E., 2009, Flora i rastitel'nost' akvatoriy filiala Krymskogo prirodnogo zapovednik «Lebyazh'i ostrova» (Chomoye more): sovremennoye sostoyaniye i puti sokhraneniya [Aquatic flora and vegetation in the filial "Swan Islands" of the Crimean Nature Reserve (Black Sea): current state and ways of conservation], *Protected area in Ukraine*, vol. 15, is. 2, pp. 41–50. [In Russian].
- Sadogursky S. E., 1999, Otmiraniye zarosley *Zostera marina* L. u Sary-Bulatskikh ostrovov (Karkinit'skiy zaliv, Chernoye more) [Necrosis of *Zostera marina* L. near Sary-Bulatsky Islands (Karkinit'sky Bay, Black Sea)], *Protected area in Ukraine*, vol. 5(2), pp. 17–22. [In Russian].
- Sadogurskiy S. Ye., Belich T. V., Sadogurskaya S. A., 2019, Makrofity pribrezhno-morskikh akvatoriy prirodnykh zapovednikov Krymskogo poluoostrova (Chomoye i Azovskoye morya) [Macrophytes of the marine water areas of the Nature reserves in the Crimean peninsula (Black Sea and Azov Sea)], *Algologia*, vol. 29, no 3, pp. 322–351. [In Russian].
- Syomin V. L., 2011a, Zavisimost' kharakteristik taksotsena Polychaeta v Azovskom more ot abioticheskikh faktorov [Dependence of the polychaeta taxocenosis characters distribution in the Sea, of Azov on the abiotic factors], *Bulletin of the Southern Scientific Center of RAS*, vol. 7, no. 2, pp. 69–77. [In Russian].
- Syomin V. L., 2011b, *Ekologiya polikhet Azovskogo morya i limanov rossiyskoy chasti yego poberezh'ya*: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk [Ecology of polychaetes of the Sea of Azov and estuaries of the Russian part of its coast], Murmansk Marine Biological Institute RAS, 25 p., MMBI, Murmansk. [In Russian].
- Terentiev A. S., 1998, Troficheskiye grupirovki polikhet razlichnykh biotopov kerchenskogo predproliv'ya Chernogo morya [Trophic groups of polychaetes in different biotopes of the Kerch pre-strait area of the Black Sea], *Proceedings of the southern scientific research institute of marine fisheries & oceanography*, vol. 44, pp. 111–115. [In Russian].
- Shitikov V. K., Golovatyuk L. V., 2013, ABC-metod i spetsifika dominirovaniya vidov v donnykh rechnykh soobshchestvakh [ABC method and the domination specificity of species in bottom river communities], *Povolzhskiy Journal of Ecology*, no. 1, pp. 88–97. [In Russian].
- Yavorskaya N. M., 2008, Lichinki khironomid (Diptera, Chironomidae) reki Kadi (Nizhneye Priamur'ye), in E. A. Makarchenko (ed.), *Presnovodnyye ekosistemy basseyna reki Amur* [Chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) of the Kadi River (the Lower Amur River Basin), Freshwater ecosystems of the Amur river basin], pp. 209–217, Dalnauka, Vladivostok. [In Russian].
- Cinar M. E., Dagli E., Sahin G. K., 2014, Checklist of Annelida from the coasts of Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, Vol. 38, pp. 734–764.
- Fauchald K., Jumars P. A., 1979, The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds, *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, vol. 17, pp. 193–284.
- Foote B., 1987, Chironomidae (Chironomoidea), in F. Stehr (ed.), *Immature Insects*, vol. 2, pp. 762–764, Kendal Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, USA.
- Getz W. M., 1993, Metaphysiological and evolutionary dynamics of populations exploiting constant and interactive resources: r - k selection revisited, *Evolutionary ecology*, vol. 7, is. 3, pp. 287–305.
- Grintsov V., Sezgin M., 2011, *Manual for identification of Amphipoda from the Black Sea*, 151 p., DigitPrint, Sevastopol.
- Luckinbill L. S., 1978, r and k selection in experimental populations of *Escherichia coli*, *Science*, vol. 202, is. 4373, pp. 1201–1203.
- Ockelmann K. W., Vahi O., 1970, On the biology of the polychaete *Glycera alba*, especially its burrowing and feeding, *Ophelia*, vol. 8, pp. 275–294.
- Pukhtyar L. D., 2007, Seasonal freshening and salinization of waters in the Karkinit Bay, *Physical Oceanography*, Vol. 17, no. 4, pp. 209–222.
- Vereshchaka A. L., Anokhina L. L., 2014, Composition and Dynamics of the Black Sea Benthopelagic Plankton and Its Contribution to the Near-Shore Plankton Communities,
- Warwick R. M., 1994, Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities, *Marine Biology*, vol. 118, is. 4, pp. 739–744.