

СТРУКТУРА ТАКСОЦЕНА MALACOSTRACA АКВАТОРИИ БУХТЫ КРУГЛОЙ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Дается характеристика состава, количественного развития и структурной организации таксоцены высших ракообразных (Malacostraca) акватории бухты Круглой (юго-западный Крым, Чёрное море).

Расположение акватории бухты Круглой в черте г. Севастополя и особенности режима её эксплуатации в качестве пляжной зоны и зоны отдыха населения создают определённые специфические нагрузки на экосистему бухты. Это определяет необходимость контроля как самой нагрузки, так и состояния и реакции экосистемы бухты на антропогенное воздействие. В последнем случае на первый план выходит вопрос о необходимости знания состава и динамики развития фауны бухты. К сожалению, работ, посвящённых этой теме не так много [1, 3 – 6, 8]. Одна из наиболее серьёзных программ мониторинга акваторий Севастопольских бухт [6], проводимая с 1973 г. (1 раз в 3 года), лишь «касается» б. Круглой: в пределах её акватории выполняются только 2 мониторинговые бентосные станции (с 2000 г. дополненные 5 станциями в вершинной части бухты). Упор в данной системе мониторинга делается на наиболее массовые и индикаторные для загрязнения бухт таксоны, что не даёт общего представления о фаунистическом богатстве и пространственной организации донного населения исследуемой акватории. Полные списки видов, населяющих акваторию бухты, отсутствуют. Кроме этого, сама система мониторинга по отдельным станциям нуждается в периодическом контроле (получении информации о положении выбранных станций в системе структурной организации донного населения) для адекватного описания получаемых результатов в связи с естественной динамикой донных экосистем и изменениями пространственных границ сообществ, в рамках которых были выбраны сами точки мониторинга. Дополнением к мониторингу по отдельным станциям должны быть признаны более детальные периодические съёмки акваторий.

В качестве дополнения к базовой схеме [6] в 2001 – 2005 гг. отделом Экологии бентоса ИнБЮМ НАН Украины выполнены разномасштабные исследования бентоса б. Круглой; опубликованы результаты анализа таксоцены моллюсков [8]. Целью настоящей работы является оценка состава, количественного развития и структурной организации таксоцены высших раков (Malacostraca) б. Круглой.

Материал и методы. В основу работы положены материалы бентосной съёмки рыхлых грунтов акватории б. Круглой, выполненной в июле 2004 г. на 26 станциях в диапазоне глубин от 0.5 до 16 м (рис. 1). Сбор материала проводили ручным дночерпателем ($S = 0.1 \text{ м}^2$, глубина менее 10 м) или дночерпателем Петерсена ($S = 0.04 \text{ м}^2$, глубина более 10 м) в двух повторностях. При промывке проб использована система сит с минимальным диаметром ячеей фильтрации 0.5 мм. Для анализа дополнительно привлечены материалы сезонных сборов макрозообентоса в районе ст. 4, 5, 16 и 21, выполненные в 2005 г.

При описании количественного развития фауны высших ракообразных использованы показатели их развития по численности (N , экз./ м^2), биомассе (B , г/ м^2) и индексу функционального обилия (ИФО) в выражении:

$$\text{ИФО} = N^{0.25} \times B^{0.75}, \text{ где } N - \text{численность вида } i, \text{ экз./м}^2, B - \text{биомасса вида } i, \text{ г/м}^2.$$

Ранжированная кривая доминирования-разнообразия видов строилась по расчётным значениям индексов плотности (ИП) видов:

$$\text{ИП} = \text{ИФО} \times p, \text{ где } p - \text{встречаемость вида } i (0 - 1).$$

Статистическая обработка результатов проведена в пакете PRIMER-5 [9],



Рисунок 1. Карта-схема станций района исследований

Figure 1. The stations scheme of investigated region

построение карт – в программе SURFER-8. Выделение фаунистических группировок (=комплексов) станций (учитывалось только присутствие / отсутствие видов) выполнено методами кластерного (программа CLUSTER) и ординаци-

онного (nMDS) анализов с использованием меры сходства Брея-Куртиса. Оценка значимости видов внутри выделенных пространственных группировок проводилась по их вкладу во внутрикомплексное сходство (по величине коэффициента сходства Брея-Куртиса, в %) и рассчитывалась по нетрансформированной матрице значений ИФО отдельных видов в программе SIMPER (пакет PRIMER-5) [9].

Результаты и обсуждение. Качественный состав. В ходе съёмки 2004 г. было идентифицировано 47 видов высших ракообразных (Malacostraca), относящихся к 6 основным отрядам (табл. 1, 2). Наибольшее количество видов (18 – 20) присутствовало в центральной и кутовой частях бухты (ст. 6, 16 и 26), на четырех станциях (ст. 4, 22, 23 и 24) ракообразные не обнаружены. Ранжированный список встречаемости представителей отрядов возглавляют Amphipoda (0.88). Далее следуют Cumacea (0.84), Decapoda (0.72), Anisopoda и Isopoda (0.68), и лишь на 6 станциях были идентифицированы 2 вида Mysidacea (0.24). Наиболее обычными видами в фауне ракообразных бухты оказались *Siphonoecetes dellavallei*, *Dexamine spinosa*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Ampelisca diadema*, *Bodotria arenosa mediterranea* и *Diogenes pugilator*. Они были встречены более чем на 50 % станций. Пять новых видов (в сравнении с данными 2004 г.) были обнаружены в ходе сезонных количественных исследований 2005 г. (табл. 2).

Дополнительную информацию об относительно крупных и подвижных ракообразных, плохо поддающихся учёту при дночерпательном методе обследования акватории бухты, дали визуальные наблюдения. Так, по показаниям водолазов, в центральной части бухты были встречены одиночные экземпляры каменного (*E. verrucosa*) и травяного крабов (*C. mediterraneus*). На скальных выходах у восточного берега бухты довольно обычен мраморный краб *P. marmoratus*.

Известно [1, 3 – 5], что в конце 80-х годов в акватории б. Круглой обитали *Clibanarius erythropus*, *Pilumnus hirtellus*, не обнаруженные в пробах 2004 – 2005 гг. Креветка *Lysmaneta seticaudata* отмечена в пробах 1954 г. В семидесятых годах прошлого и в начале этого столетия этот вид не обнаружен. Не встречались в современных пробах и такие представители отряда Amphipoda, как *Pleonexes gammaroides*, *Hyale pontica*, *Amphithoe vaillanti*, *Jassa ocea*, *Corophium runcicorne*. Все виды, указанные для бухты ранее, но не отмеченные в современных сборах, не являются массовыми, и мы находим их в других, в том числе и соседних, акваториях крымского побережья Чёрного моря [7].

Суммарный анализ литературных [1, 3 – 5] и собственных данных указывает на относительно богатство фауны высших ракообразных б. Круглой, представленной 64 видами, относящимися к 6 отрядам (табл. 1, 2). Наиболее многочисленным является отряд Amphipoda, на долю которого приходится около половины (45 %) всех отмеченных в бухте видов ракообразных. Данное соотношение выглядит естественным и соответствующим сходной относительной представленности амфипод как у берегов Крыма, так и в

целом в акватории Чёрного моря. Аналогичное преобладание числа видов амфипод над другими отрядами ракообразных отмечено и почти на всех (90 %) станциях полигона.

Таблица 1. Количество видов Malacostraca, обитающих в Чёрном море
Table 1. Species number of Malacostraca from the Black Sea

Отряд	Чёрное море [7]	Побережье Крыма [7]	б. Круглая (собственные данные)
Amphipoda	111	59	29
Anisopoda	6	4	3
Isopoda	29	20	7
Cumacea	23	15	7
Decapoda	37	33	15
Mysidacea	19	7	3
Всего	225	138	64

Таблица 2. Таксономический состав Malacostraca акватории б. Круглой
Table 2. Taxonomical composition of Malacostraca in Kruglaya Bay

Таксон	Таксон
AMPHIPODA	ISOPODA
<i>Ampelisca diadema</i> Costa, 1853	* <i>Eurydice spinigera</i> Hansen, 1890
*** <i>Amphithoe vaillanti</i> (Lucas, 1846)	<i>Gnathia</i> (<i>Elaphognathia</i>) <i>bacescoi</i> nom.nov.
<i>A. helleri</i> G. Karaman, 1975	<i>Idotea baltica basteri</i> Audouin, 1827
<i>A. ramondi</i> Audouin, 1826	<i>Naesa bidentata</i> (Adams, 1800)
<i>Atylus massiliensis</i> Bellan-Santini, 1975	<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)
<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)	<i>S. pulchellum</i> (Colosi, 1921)
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (Bate, 1856)	<i>Synisoma capito</i> (Rathke, 1837)
<i>Biancolina algicola</i> Della Valle, 1893	CUMACEA
<i>C. aprella acanthifera ferox</i> (Czernjavski, 1868)	<i>Bodotria arenosa mediterranea</i> (Stener, 1938)
<i>C. danilewskii</i> (Czernjavski, 1868)	<i>Cumella pygmaea euxinica</i> Bacescu, 1950
* <i>C. mitis</i> Mayer, 1890	<i>C. limicola</i> Sars, 1879
<i>Cardiophilus baeri</i> Sars, 1896	<i>Iphinoe elisae</i> Bacescu, 1950
<i>Corophium</i> sp.	<i>I. tenella</i> Sars, 1873
<i>C. bonnellii</i> (Milne-Edwards, 1830)	* <i>I. maeotica</i> (Sowinskyi, 1893)
*** <i>C. runcicorne</i> Della Valle, 1893	<i>Nannastacus euxinicus</i> Bacescu, 1951
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	MYSIDACEA
<i>Erichthonius difformis</i> M.- Edwards, 1830	* <i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966	<i>Paramysis agigensis</i> Bacescu, 1940
*** <i>Hyale pontica</i> (Rathke, 1837)	<i>P. kroyeri</i> (Czerniavsky, 1882)
*** <i>Jassa ocia</i> (Bate, 1862)	DECAPODA
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	<i>Athanas nitescens</i> Leach, 1814
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	** <i>Carcinus mediterraneus</i> Czerniavsky, 1884
<i>M. versiculatus</i> (Bate, 1856)	*** <i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)
<i>Microprotopus minutus</i> Sowinsky, 1893	<i>Diogenes pugilator</i> Roux, 1828
<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate and Westwood, 1868)	** <i>Eriphia verrucosa</i> Forscal, 1775
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1778	* <i>Hippolyte longirostris</i> (Czerniavsky, 1869)
*** <i>Pleonexes gammaroides</i> (Bate, 1857)	*** <i>Lysmana sericaudata</i> (Pisso, 1816)
<i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804)	<i>Macropipus holsatus</i> Fabricius, 1798
<i>Siphonocetes dellavallei</i> Stebbing, 1899	** <i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1793)
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	** <i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1837
ANISOPODA	<i>P. adpersus</i> Rathke, 1837
<i>Apseudopsis ostroumovi</i> Bacescu et Carausu, 1947	*** <i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnacus, 1758)
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	<i>Pisida longimana</i> (Risso, 1815)
<i>Tanais cavolini</i> Milne-Edwards, 1829	<i>Pontophilus fasciatus</i> (Risso, 1816)
	<i>Xantho poressa</i> (Olivieri, 1792)

Примечание: основной список представлен видами, идентифицированными по результатам бентосной съемки 2004 г.; * – отмечены при сезонных сборах 2005 г.; ** – по результатам визуальных наблюдений; *** – по данным [1, 3 – 5], в современных сборах отсутствуют.

Общий состав фауны высших раков б. Круглой составляет 46 % от известной для акватории Крыма (табл. 1). Наиболее полно в бухте представлен отряд Anisopoda (три из четырех отмеченных для Крыма видов). Представленность остальных отрядов колеблется от 35 до 49 %.

Количественное развитие. Средние значения биомассы и численности ракообразных на рыхлых грунтах бухты составляют соответственно 1.354 ± 0.511 г/м² (среднее $\pm$ ошибка среднего) и 771 ± 234 экз./м². Наиболее существенный вклад в формирование указанных средних по показателю численности вносят амфиподы, по биомассе – десятиногие раки (табл. 3). Следует отметить, что распределение ракообразных в акватории бухты весьма неравномерно. Наиболее высокие показатели численности (более 1200 экз./м²) зарегистрированы в её кутовой и устьевой частях (рис. 2). Формирование указанных пиков плотности происходит за счёт массового развития представителей Amphipoda: *C. acanthifera ferox*, *S. dellavallei*, *M. gryllotalpa* и Isopoda *I. baltica basteri*.

Таблица 3. Средние показатели численности (N, экз./м²) и биомассы (B, г/м²) представителей отрядов Malacostraca в б. Круглой (съемка 2004 г.)

Table 3. Average abundance (N, spec./m²) and biomass (B, g/m²) of Malacostraca orders in Kruglaya Bay (benthic survey of 2004)

Таксон	Параметры количественного развития	
	N	B
Amphipoda	533 $\pm$ 189	0.185 $\pm$ 0.058
Anisopoda	62 $\pm$ 25	0.021 $\pm$ 0.013
Isopoda	67 $\pm$ 28	0.204 $\pm$ 0.159
Cumacca	72 $\pm$ 21	0.021 $\pm$ 0.008
Decapoda	35 $\pm$ 14	0.921 $\pm$ 0.477
Mysidacea	3 $\pm$ 1	0.002 $\pm$ 0.001
MALACOSTRACA	771 $\pm$ 234	1.354 $\pm$ 0.511

В распределении зон концентрации биомассы, кроме кутовой (более 5 г/м²) и приустьевой (1 – 5 г/м²), выделяется область у восточного берега бухты (более 5 г/м²). (рис. 2). Основными видами, определяющими формирование указанных пиков, являются *D. pugilator* и *I. baltica basteri*.

Несомненно, что выявленный характер распределения численности и биомассы ракообразных связан с особенностями функциональной нагрузки бухты, являющейся зоной активного отдыха населения. Именно у её южных и западных берегов, где отмечены минимальные значения параметров количественного развития ракообразных, располагается пляжная зона. Отметим, что в этой же зоне была описана сходная картина депрессивного состояния других представителей фауны бухты – моллюсков [8]. С нашей точки зрения, как стрессовая нагрузка, так и непосредственный неконтролируемый сбор отдыхающими даров моря могут существенным образом влиять на общее состояние фауны бухты.

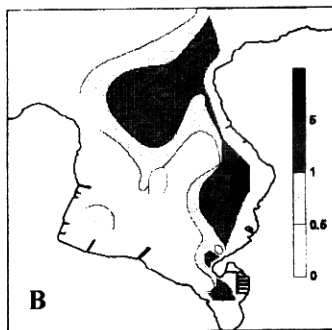
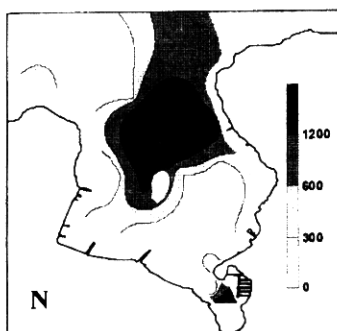


Рисунок 2. Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) Malacostraca на рыхлых грунтах б. Круглой в июле 2004г.

Figure 2. Abundance (N, ind./m²) and biomass (B, g/m²) of Malacostraca on the soft-bottoms of Kruglaya Bay in July 2004

По материалам бентосной съемки 2004 г. наибольшими станционными показателями по численности обладают такие виды как *C. acanthifera ferox* (2650 экз./м²; ст. 6), *S. dellavallei* (1025; 15), *M. gryllotalpa* (750; 6), *I. baltica basteri* (610; 26), *T. cavolini* (385; 26), *L. savignyi* (340; 6), *A. diadema* (315; 25), *G. insensibilis* (305; 26); по биомассе – *D. pugilator* (10.38 г/м²; ст. 17), *I. baltica basteri* (3.5; 26), *A. diadema* (0.51; 25), *S. dellavallei* (0.36, 15), *C. acanthifera ferox* (0.36; 6), *M. gryllotalpa* (0.29; 6), *T. cavolini* (0.28; 26), *G. insensibilis* (0.28; 26). Использование интегрального подхода оценки значимости вида по ИП (оценочный эквивалент энергетической роли гидробионтов на полигоне) позволило определить безусловных лидеров таксоцено ракообразных бухты: *D. pugilator*, *S. dellavallei* и *I. baltica basteri* (рис. 3 I).

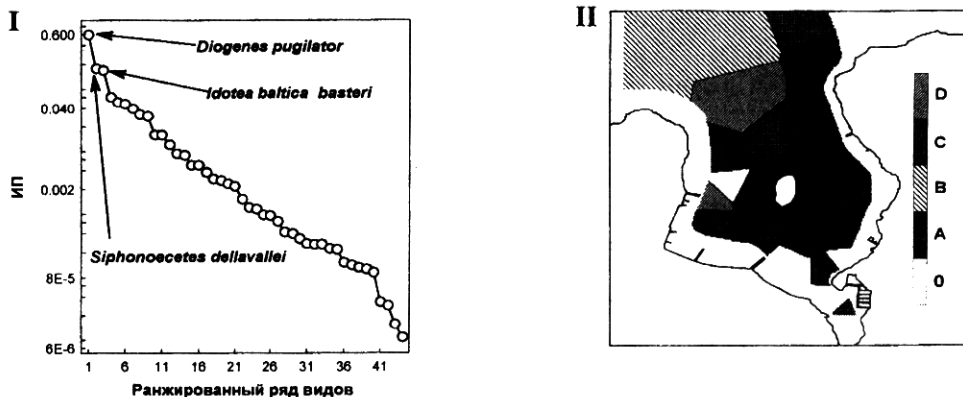


Рисунок 3. I – Ряд видов ракообразных, ранжированных по индексу плотности (ИП). II – структурная организация таксоцено ракообразных б. Круглой на основе индекса функционального обилия в июле 2004 г.

Figure 3. I – The set of Malacostraca species which were ranged according to density index (ID). II – structural organization of Malacostraca taxocene in Kruglaya Bay on the basis of functional abundance index in July of 2004

Таксоценоотические комплексы. Результаты многомерного анализа состава фауны ракообразных бухты на уровне 30 % сходства станций позволили разбить единое таксоценоотическое пространство на фаунистические составляющие (назовём их комплексами) А, В, С и D (рис. 4). Ядром таксоцено ракообразных бухты, несомненно, является комплекс А, включающий 14 станций, занимающих основную часть бухты (рис. 3 II). Комплекс В располагается фактически за пределами бухты, С и D имеют локальные зоны развития в кутовой, центральной и устьевой зонах бухты.

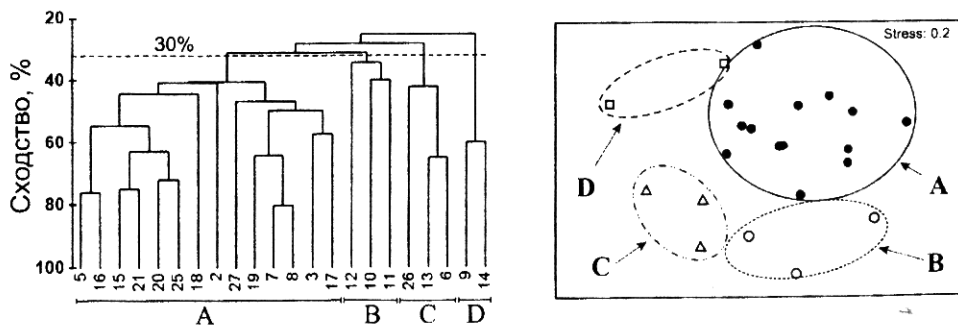


Рисунок 4. Фаунистическая классификация станций (принцип присутствие/отсутствие видов). А – дендрограмма станций, В – расположение станций в ординационной плоскости
Figure 4. Faunistic classification of researched stations (concept presence/absence of species). A – dendrogram of researched stations, B – stations location in ordination plane

Наиболее значимыми видами в комплексе А являются *D. pugilator* (значимость или вклад вида во внутрикомплексное сходство по коэффициенту Брей-Куртиса 67 %), *S. dellavallei* (15), *B. arenosa mediterranea* (7); В – *S. dellavallei* (46), *M. versiculatus* (29), *M. gryllotalpa* (17); С – *M. gryllotalpa* (37), *C. acanthifera ferox* (19), *L. savignyi* (17); D – *G. insensibilis* (44), *D. spinosa* (33), *I. elisae* (23). Все указанные виды (за исключением *D. spinosa*, являющимся фитофагом) по типу питания преимущественно относятся к детритофагам [2, 3]. Причём, виды-детритофаги, входящие в комплексы В и С, включают в свой пищевой рацион как детрит, так и водоросли, и их можно отнести к растительно-детритоядным организмам. Фауна ракообразных комплексов А и D более разнообразна по типу питания. Эти комплексы представлены растительноядным бокоплавом *D. spinosa* (95 % от общего объёма пищи занимают диатомовые водоросли и 83 % – макрофиты); детритофагами-фильтраторами *B. arenosa mediterranea* и *I. elisae*; собирающим депозитофагом *D. pugilator* и растительно-детритоядным *G. insensibilis*, для которого характерны всеядность, каннибализм и хищничество.

Заключение. Полученные результаты указывают на относительно высокий уровень развития донной фауны акватории бухты Круглой. В её составе отмечено 64 вида высших ракообразных, представленных отрядами Amphipoda, Anisopoda, Isopoda, Cumacea, Decapoda и Mysidacea. Средние значения биомассы и численности ракообразных на рыхлых грунтах бухты составляют соответственно 1.354 г/м² и 771 экз./м². В формировании указанных средних наибольший вклад по численности вносят амфиподы, по биомассе – десятиногие раки. Интегральная оценка значимости видов на первое место ставит *Diogenes pugilator*, формирующего на большей части акватории бухты свой собственный таксоценотический комплекс. Несомненно, что выявленный характер распределения численности и биомассы ракообразных связан с особенностями рекреационной нагрузки б. Круглой, являющейся зоной активного отдыха населения.

1. Гордеева И.К. и др. Бентос Севастопольской бухты Омега // Деп в ВИНТИ. – №1265-Б92. – Севастополь, 1992. – 41 с.
2. Грезе И.И. Амфиподы Чёрного моря и их биология. – Киев: Наук. думка, 1977. – 156 с.
3. Киселёва М.И. Бентос рыхлых грунтов Чёрного моря. – Киев: Наук. думка, 1981. – 108 с.
4. Маккавеева Е.Б. Многолетние изменения эпифитона в Севастопольских бухтах // Многолетние изменения зообентоса Чёрного моря. – Киев: Наук. думка, 1992. – С.184–217.
5. Маккавеева Е.Б. Экология клешненосных осликов (Anisopoda) и равноногих раков (Isopoda) В Чёрном море // Вестник зоологии. – 1992. – №5. – С. 46 – 50.
6. Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алёмов С.В. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в 20 веке. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.
7. Ревков Н.К. Таксономический состав донной фауны Крымского побережья Чёрного моря // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) (ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 209 – 218, 326 – 338.
8. Ревков Н.К., Макаров М.В., Копий В.Г. Таксоцэн моллюсков бухты Круглой (Крым, Чёрное море) // Еколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження моллюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища: Зб. наук. праць. – 2-й вип. – Житомир: Вд-во ЖДУ ім. І.Франка, 2006. – С. 239–243.
9. Clarke K. R., Gorley R. M. PRIMER v5: User Manual / Tutorial. Primer-E: Plymouth, 2001. – 92 p.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
г. Севастополь

Поступила 22 апреля 2008 г.

N. K. REVKOV, L. V. BONDARENKO, V. A. GRINTSOV
THE STRUCTURE OF MALACOSTRACA TAXOCENE AT KRUGLAYA BAY
(SOUTH-WESTERN CRIMEA, BLACK SEA)

Summary

The characteristics of composition, quantitative development and structural organization of Malacostraca taxocene in Kruglaya Bay (south-western Crimea, the Black Sea) are presented.