

УДК 504.064

В.А. РАКОВ, О.А. ЕЛОВСКАЯ, Ю.В. ФЕДОРЕЦ,
А.А. КОСЬЯНЕНКО, Л.Е. ВАСИЛЬЕВА

Многолетние изменения в сообществах зоопланктона и бентоса бухты Врангеля в период строительства и реконструкции Восточного Порты

*Рассматриваются результаты мониторинга состояния зоопланктонных сообществ и макробентоса в бухте Врангеля за последние годы. Установлено, что наиболее существенные изменения произошли в донных сообществах в местах выполнения дноуглубительных работ. В 2013 г. отмечено обеднение видового состава, резкое снижение показателей численности и биомассы животных, произошли изменения в размерной структуре популяций массовых видов зообентоса. С августа 2011 г. по август 2016 г. наблюдалось увеличение плотности *Pleopis polyphemoides* – индикатора загрязнения вод бухты. По сравнению с другими акваториями зал. Петра Великого в бухте Врангеля на протяжении всего периода исследований отмечается низкая плотность важнейшего элемента зоопланктона – меропланктона.*

Ключевые слова: бухта Врангеля, экологический мониторинг, планктон, макробентос.

Long-term changes in the zooplankton communities and benthos in the Vranghel Bay during the construction and reconstruction of the Vostochny Port. V.A. RAKOV, O.A. ELOVSKAYA, Yu.V. FEDORETS, A.A. KOSYANENKO, L.E. VASILYEVA (V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

*The results of monitoring conditions of zooplankton communities and macrobenthos in the Vranghel Bay of late years are considered. It was found that the most significant changes occurred in the bottom communities in the areas where dredging works were carried out. In 2013 there was a diminution of the species composition, a decrease in the numbers and biomass of animals, and changes occurred in the size structure of populations of zoobenthos mass species. From August 2011 to August 2016, there was an increase in the density of *Pleopis polyphemoides*, an indicator of the Bay waters pollution. A low density of the most important element of zooplankton – meroplankton – notes during the whole period of research in the Vranghel Bay in comparison with other water areas of Peter the Great Bay.*

Key words: the Vranghel Bay, ecological monitoring, plankton, macrobenthos.

Бухта Врангеля до начала строительства в ней Восточного Порты в 1970 г. имела естественную береговую линию и обширные мелководья в северной и вершинной частях, занятые поясом высших растений и водорослей. В бухте были распространены крупные скопления промысловых водорослей и беспозвоночных (трепанга, гребешка, мидии, камчатского краба, морского ежа и др.), которые до начала 1940-х годов осваивались рядом предприятий: промысел «Врангель» Дальгосрыбтреста, база «Дальйод», предприятие «Дальгосторг», рыбоколхоз «Новый Восток», совхоз «Находка»; общий запас приморского гребешка в 1959 г. оценивался в 17,9 т на площади 18 га [12].

*РАКОВ Владимир Александрович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, ЕЛОВСКАЯ Олеся Александровна – младший научный сотрудник, ФЕДОРЕЦ Юлия Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник, КОСЬЯНЕНКО Артур Александрович – научный сотрудник, ВАСИЛЬЕВА Лариса Евгеньевна – научный сотрудник (Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток). *E-mail: Vladimir.Rakov@mail.ru

Во время строительства Восточного Порты гидробиологические исследования в бухте Врангеля не проводились, они начаты в последние 15–20 лет в связи с расширением и реконструкцией причалов, строительством сухого дока. К настоящему времени Восточный Порт – один из крупнейших на Тихоокеанском побережье России, его причалы занимают всю прибрежную зону. Мелководья бухты Врангеля засыпаны грунтом, в вершинной части вырыт огромный котлован сухого дока для строительства оснований нефтяных платформ, а у причалов и в центральной части выполняются дноуглубления.

Проводимые работы оказывают существенное воздействие на экосистему бухты, а перевалка опасных грузов (каменный уголь, химические удобрения) приводит к попаданию в воду угольной пыли, неочищенных стоков и других загрязнений. Несмотря на это, специалисты АО «Восточный Порт», регулярно проводящие химические анализы воды на акватории, сообщают об улучшении показателей загрязнения бухты в 2,5 раза (<http://biznes-gazeta.ru>), хотя исследования морской биоты за последнее десятилетие показывают обратное [5, 11, 14–16]. Экологический мониторинг на припортовых акваториях дает возможность проследить изменения в планктонных и бентосных сообществах, связанные не только с естественными факторами, но и с антропогенным воздействием.

Цель настоящего исследования – определение характеристик зоопланктонных сообществ и состояния макробентоса в бухте Врангеля в местах отсыпок грунта и дноуглублений при строительстве и реконструкции причалов. В задачи мониторинга входит анализ многолетних изменений в структуре сообществ зоопланктона и видовом составе, численности и биомассе макробентоса.

Материал и методы

Бухта Врангеля вдается в восточный берег зал. Находка (зал. Петра Великого) между мысами Каменского и Петровского в направлении с северо-запада на юго-восток. Исследования морской биоты проведены здесь ТОИ ДВО РАН совместно с ООО НТЦ «ЭКО-Проект» в 2010–2017 гг. по программе экологического мониторинга, связанной со строительством оснований

нефтедобывающих платформ, новых причалов и терминалов в Восточном Порту. Станции отбора проб морской биоты располагались на глубинах 9–15 м на илах и заиленных песках (см. рисунок, табл. 1).

Зоопланктон собирали методом вертикальных ловов, на каждой станции по 2 пробы. Орудием лова служила сеть «Джеди» с входным отверстием диаметром 38 см и фильтрующим конусом из газа № 49.

Количественный подсчет особей проводили по стандартным гидробиологическим методикам [6] в камере Богорова с использованием стереомикроскопа, оснащенного камерой

Таблица 1
Количество проб и точки отбора морской биоты

Период исследования	Номера станций		Количество проб	
	зоопланктон	бентос	зоопланктон	бентос
Сентябрь 2010	1–6	1–4, 6	12	15
Октябрь 2010	1–6	–	12	–
Апрель 2011	1–6	1–4, 6	12	15
Август 2011	1–6	1–4, 6	12	15
Октябрь 2011	1–6	1–4, 6	12	15
Апрель 2012	1–4	–	8	–
Июнь 2012	–	1–4, 6	–	15
Апрель 2013	–	1–4, 6	–	15
Август 2014	1–9	1–4, 6	18	15
Август 2015	–	1–4, 6	–	15
Июль 2016	1–9	–	18	–
Август 2016	1–9	1–4, 6	18	15
Май 2017	1–4	1–4, 6	8	15
Всего			130	150

Примечание. Прочерк – отбор проб не проводился.

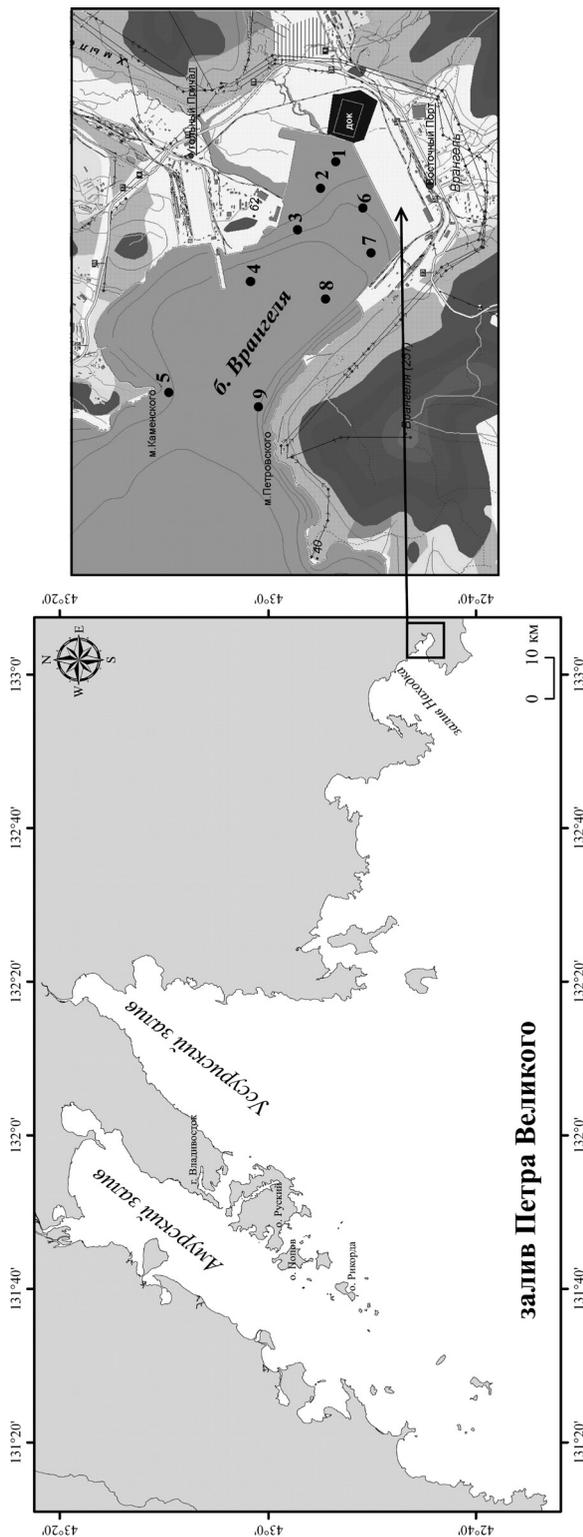


Схема станций отбора проб зоопланктона и макробентоса в бухте Врангеля

AxióCam Iсс 3 модель Stemi 2000-C. Коэффициенты уловистости для сети не применяли. Все количественные показатели пересчитаны на 1 м^3 . Биомассу находили при помощи таблиц стандартных весов и номограмм Численко [8, 17].

Определение видового состава зоопланктона производили по определителям [2–4]. В работе используется таксономическая классификация веслоногих ракообразных, предложенная в работе [19].

Макробентос отбирали в трех повторностях дночерпателем Петерсена с площадью раскрытия $0,025 \text{ м}^2$ на станциях 1 и 2, находящихся напротив причалов, где проводятся работы по углублению дна; легководолазным методом с использованием рамки площадью 1 м^2 отбирали по 3 пробы на станциях 3 (напротив завода строительной керамики), 4 (вблизи терминала по перевалке метанола) и 6 (рядом с контейнерным терминалом), подвергающихся периодическим дноуглублениям. Весь изъятый осадок и гидробионты из рамки помещались водолазами в мешок с ячейей $0,5 \text{ мм}$ и доставлялись на судно. Макробентос промывали через систему гидробиологических сит с наименьшей ячейей $0,5 \text{ мм}$ и фиксировали 4%-ным раствором формалина. Пробы бентоса разбирали по группам и видам, взвешивали на электронных весах с точностью $0,01 \text{ г}$, подсчитывали количество особей. Для определения биомассы и численности каждого вида полученные данные усредняли и переводили на 1 м^2 дна.

Результаты и обсуждение

Зоопланктон. За период исследования в бухте Врангеля обнаружены следующие таксономические группы голопланктона: Copepoda (20 видов), Cladocera (3 вида), Chaetognatha (1 вид), Hydrozoa (1 вид), Euphausiacea (3 вида) и Amphipoda (2 вида), личиночные формы донных беспозвоночных представлены Polychaeta (3 вида), Cirripedia (2 вида), Gastropoda (1 вид), Decapoda (2 вида), Bivalvia (3 вида) и Echinodermata (3 вида).

Биомасса зоопланктона составляла от 80,5 до 2081,1 мг/м³, плотность – от 986 до 49 788 экз./м³. Минимум плотности и биомассы отмечен в мае 2017 г., максимум – в октябре 2011 г. (табл. 2). Следует отметить, что в 2004–2005 гг. были отмечены те же таксономические группы, но биомасса и численность зоопланктона были почти вдвое выше [12]. Например, в июле 2004 г. численность достигала 85 тыс. экз./м³ при биомассе около 3540 мг/м³.

По нашим данным, на всех станциях доминировали копеподы, их численность оказалась в несколько раз выше, чем остальных групп животных (около 80 % от всего населения зоопланктона). Руководящую роль в сообществе копепод играли два широко распространенных вида – *Oithona similis* и *Pseudocalanus newmani*.

При исследовании бухт зал. Находка в 1990–2001 гг. неритический вид копепод *Acartia hudsonica* – один из руководящих видов в планктоне закрытых и полузакрытых бухт зал. Петра Великого – характеризовался высокой численностью (5500 экз./м³) [12]. В бухте Врангеля в течение всего периода наших наблюдений численность *A. hudsonica* варьировала от 10 до 250 экз./м³. Причиной низкой численности вида, возможно, является значительная соленость вод бухты (>32 ‰) [13].

С сентября по октябрь планктонное сообщество бухты Врангеля было представлено холодноводными и бореальными видами. Основу зоопланктона составляли, как и во всех прибрежных акваториях северо-западной части Японского моря, неритические виды копепод с небольшой примесью океанических. Появление видов океанического комплекса указывает на воздействие открытых вод залива на бухту Врангеля.

Приносимые с южными и теплыми водами и развивающиеся в бухте Врангеля копеподы *Paracalanus parvus* характерны для поверхностной япономорской водной массы, а *P. newmani* – для ее подповерхностной модификации. С теплыми водами Цусимского течения [7] также заносятся не дающие вспышки численности кладоцеры *Penilia avirostris*. Присутствие копеподы *Calanus glacialis* указывает на приток вод Приморского течения с севера Японского моря [7, 18]. В соответствии с представлениями о биотопических основах распределения населения пелагиали [1] полученные данные о видовом составе планктона указывают на влияние вод разного происхождения на прибрежные воды исследованной акватории.

В 2010–2017 гг. ветвистоусые рачки Cladocera были представлены четырьмя видами – *Pseudevadne tergestina* (от 3 до 55 экз./м³), *Pleopis polyphemoides* (от 100 до 459 экз./м³), *Podon leuckartii* (от 88 до 109 экз./м³) и *Evadne nordmanni* (от 94 до 129 экз./м³). Следует отметить, что увеличение плотности *P. polyphemoides* как индикатора значительного загрязнения морских вод [9] было зарегистрировано на всех станциях и в течение всего периода наблюдений, что указывает на высокую степень эвтрофикации прибрежных вод

Таблица 2

Общая плотность (N, экз./м³) и биомасса зоопланктона (B, мг/м³) в бухте Врангеля в 2010–2017 гг.

Период исследования	N, экз./м ³	B, мг/м ³
Сентябрь 2010	5900	118
Октябрь 2010	20 229	404,6
Апрель 2011	40 234	650,1
Август 2011	44 123	664,7
Октябрь 2011	49 788	705,5
Апрель 2012	42 349	691,2
Август 2014	3125	62,2
Июль 2016	21 222	2081,1
Август 2016	2339	157,3
Май 2017	986	80,5

бухты Врангеля. Наибольшая численность этого вида отмечена в августе 2014 г. и в июле 2016 г. – 456 и 459 экз./м³ соответственно.

Численность щетинкочелюстных (*Chaetognatha*) изменялась от 20 до 3000 экз./м³. Аномальных животных не выявлено. Минимальные значения численности отмечены в апреле 2011 г. (20 экз./м³), максимальные – в октябре 2010 г. (3000 экз./м³). Аппендикулярии (*Appendicularia*) встречены в пробах в октябре 2010 г. (230 экз./м³) и 2011 г. (215 экз./м³) и в августе 2016 г. (155 экз./м³). Распределение численности *Appendicularia* было однородным.

Временный компонент зоопланктона, образованный пелагическими личинками бентических беспозвоночных, выделяется в особую экологическую группировку – меропланктон. Присутствие личинок донных беспозвоночных в планктоне определяется многими факторами: сезоном нереста взрослых особей, температурой воды, течениями, сгонно-нагонными явлениями, продолжительностью развития, кормовой базой [10]. Личинки донных беспозвоночных присутствовали в планктоне бухты Врангеля в течение всего периода исследований. Доминирующими являлись личинки *Bivalvia* (от 2 до 155 экз./м³), *Gastropoda* (от 5 до 143 экз./м³) и *Polychaeta* (от 11 до 88 экз./м³). Наибольшее количество меропланктона отмечено в октябре 2011 г., когда общая плотность всех организмов составила 408 экз./м³, наименьшее – в мае 2017 г. (10 экз./м³). Невысокая плотность меропланктона свидетельствует о невысоком репродуктивном потенциале популяций донных беспозвоночных бухты. Уменьшение численности меропланктона в загрязненных акваториях может быть не только результатом гибели личинок от воздействия на них токсичных веществ, но и следствием нарушения у взрослых особей процесса формирования половых клеток (гаметогенеза) под влиянием загрязнения [12].

Макробентос. За период исследований в бухте Врангеля идентифицировано 150 видов макробентоса. Наиболее многочисленные группы – *Polychaeta* (53), *Bivalvia* (31), *Gastropoda* (14), *Decapoda* (10), *Amphipoda* (11), *Cirripedia* (5), *Ophiuroidea* (4). *Phaeophyceae*, *Nemertea*, *Asteroidea* отмечено по 3 вида; *Rhodophyta*, *Chlorophyta*, *Cumacea* – по 2; *Magnoliopsida*, *Isopoda*, *Cephalopoda*, *Polyplacophora*, *Echinoidea*, *Holothuroidea*, *Ascidacea* представлены 1 видом. К настоящему времени в бухте Врангеля появились сообщества обрастаний причальных стенок, в основном это представители усоногих ракообразных: *Balanus* sp. и *Chthamalus dalli*.

В 2004–2005 гг. на мягких грунтах в бухте Врангеля общая биомасса основных представителей макробентоса (брюхоногие и двустворчатые моллюски, ракообразные, полихеты, иглокожие) была в пределах 401,2–803,8 г/м². Основу составляли *Protocallithaca adamsi* и *Mya arenaria* [12], каллитака в съемках 2010–2011 гг. не обнаружена, и только в июне 2012 г. на заиленном песке станции 3 отмечена молодь моллюска.

В 2010–2012 гг. на станциях 3 и 4 вблизи завода строительной керамики и угольного терминала отмечаются наибольшие значения биомассы и численности макробентоса (табл. 3). Основной вклад в биомассу вносит приморский гребешок (103–345 г/м²), плотность поселения высока у многощетинковых червей *Scoloplos armiger* (160–496 экз./м²), *Chaetozone setosa* (80–338 экз./м²) и офиуры *Ophiura sarsii* (20–320 экз./м²). Помимо офиур *O. sarsii* и *Amphiodia fissa*, многочисленных практически повсеместно [15], в июне 2012 г. впервые на станции 3 отмечена *Ophiura zebra* (1,16 г/м² и 4 экз./м²). В пробах 2010–2011 гг. на разных станциях встречаются морские звезды, ценные промысловые виды беспозвоночных: трепанг, морской еж, камчатский краб, асцидия пурпурная. В апреле 2011 г. на станции 4 обнаружен осьминог *Enteroctopus dofleini* массой 1300 г. На станциях, расположенных вблизи причалов (1 и 2), в это время наблюдается резкое сокращение видового состава (в пробах отмечены только представители *Polychaeta* и *Bivalvia*) и количественных характеристик макробентоса (табл. 3). Вероятно, это связано с проведением очередных углублений дна.

Бентосная съемка 2013 г. показала резкое снижение показателей биомассы и численности на станциях 3 и 4, что связано с началом третьей очереди строительства угольного производственно-перегрузочного комплекса в центральной части бухты и созданием

Изменение общей биомассы (В, г/м²) и численности (N, экз./м²) макробентоса на станциях в бухте Врангеля в 2010–2017 гг.

Период исследования	Станции									
	1		2		3		4		6	
	В	N	В	N	В	N	В	N	В	N
Сентябрь 2010	221,6	220	197,9	240	455,3	567	501,0	400	140,6	235
Апрель 2011	3,2	40	10,6	100	451,7	970	300,2	156	251,3	175
Август 2011	71,7	40	68,0	180	454,8	328	202,5	214	286,6	180
Октябрь 2011	65,8	190	4,0	160	642,6	556	510,2	290	314,5	526
Июнь 2012	250,3	220	156,0	330	380,7	140	203,1	132	382,5	201
Апрель 2013	95,5	40	21,7	20	62,6	85	105,1	74	67,7	40
Август 2014	93,7	100	22,1	40	74,3	165	154,5	132	83,8	52
Август 2015	112,7	80	45,1	80	85,2	173	180,5	140	65,3	83
Август 2016	109,4	160	61,5	120	231,6	380	192,2	153	83,2	66
Май 2017	23,5	20	40,6	40	92,1	131	136,0	162	7,0	10

искусственного земельного участка площадью 17 га. Станции 1 и 2, по-видимому, попали в зону очередного дноуглубления в районе причалов, в пробах присутствовали пустые раковины *Bivalvia*: *Mytilus trossulus*, *Ruditapes philippinarum*, *Keenocardium californiense*, *Protocallithaca adamsi*, *Diplodonta semiaspera*, *Ezocallista brevisiphonata*, *Limecola balthica*, *Macoma* sp., *Ennucula tenuis*, *Crassostrea gigas*, *Corbula venusta*, *Panomya norvegica*, *Mya arenaria*, *Crenomytilus grayanus*. Количественные характеристики всех компонентов бентоса на разных станциях не превышали 105,1 г/м² и 85 экз./м². Отмечена молодь двустворчатых *Acila insignis* (4,2–7,9 г/м², 20–60 экз./м²), *K. californiense* (0,4–2,3 г/м², 1–3 экз./м²), *Mizuhopecten yessoensis* (0,6–4,4 г/м², 1–2 экз./м²). По численности преобладали полихеты *Glycinde armigera* (8–20 экз./м²) и *Eulalia bilineata* (10–40 экз./м²).

В 2014 г. количественные показатели сохранялись (табл. 3), среди моллюсков отмечена молодь *K. californiense* (1–2,7 г/м², 1–4 экз./м²), появляется *P. adamsi* (0,6–6,5 г/м², 1–5 экз./м²), по плотности, как и в 2013 г., преобладают многощетинковые черви (20–80 экз./м²).

Незначительное увеличение биомассы и численности макробентосных организмов наблюдалось в августе 2015 г., когда на станциях 3 и 4 доминируют двустворчатые моллюски *E. tenuis* (3–19 г/м², 10–56 экз./м²), *M. yessoensis* (10–36,9 г/м², 1–2 экз./м²) и *L. balthica* (7–15 г/м², 1–4 экз./м²), вклад усоногих ракообразных несколько ниже (3–4,5 г/м², 5–7 экз./м²). На станции 3 появляется молодь *M. arenaria* (13 г/м², 1 экз./м²). На станциях в районе контейнерного терминала основу биомассы и плотности составляют морская звезда *Patiria pectinifera* (10–40 г/м², 1–2 экз./м²), полихета *Scoletoma impatiens* (1,4–8,6 г/м², 10–40 экз./м²), двустворчатые *E. tenuis* (2–7,5 г/м², 20–33 экз./м²).

В результате исследования 2016 г. в пробах зафиксированы пустые раковины моллюсков *Yoldia keppeliana*, *Macoma* sp., *Macoma calcarea*, *C. gigas*, *E. brevisiphonata*, *R. philippinarum*, *M. arenaria*, пустые домики баянусов *Hesperibalanus hesperius hesperius* и полихет *Pectinaria* sp. Основу биомассы на станции 3 составляла бурая водоросль *Saccharina japonica*, на долю которой приходилось 94,3 г/м², или 40,7 %. На станции 4 значительен вклад многощетинковых червей (21,9 г/м²), причем доминировал *Scoletoma fragilis* – хищник, поедающий других многощетинковых червей и мидий. На станциях 1 и 2 низкие показатели отмечены у невооруженной немертины *Lineus torquatus* (0,3 г/м²), обитателя песчаных и илистых грунтов, и офиуры *A. fissa* (0,8–1,72 г/м²). На станции 6 высокая роль двустворчатого моллюска *M. yessoensis* (22,5 г/м²) и морской звезды *P. pectinifera* (15,3 г/м²). Значения численности несколько увеличиваются по сравнению с двумя

предыдущими годами, наибольшая плотность на разных станциях отмечена у *E. tenuis* (от 20 до 80 экз./м²), моллюска, хорошо переносящего дефицит кислорода [20]. На станции 4 существенный вклад внесли многощетинковые черви *S. fragilis* (116 экз./м²). На станции 2 единично отмечены брюхоногие моллюски и немертины. Численность морских звезд и офиур на станции 6 не превышала 3 экз./м², плотность амфипод здесь составила 2 экз./м².

В 2017 г. наблюдается резкое сокращение биомассы (7–40,6 г/м²) и численности макробентоса (10–40 экз./м²) на станциях вблизи контейнерного терминала. Это, вероятнее всего, связано с проведением в марте 2017 г. дноуглубительных работ вдоль всего 300-метрового грузового причала третьей очереди № 51, когда было переработано более 30 тыс. м³ донного грунта с его дальнейшей транспортировкой до места дампинга. Ранее в рамках реализации проекта строительства третьей очереди АО «Восточный Порт» выполнялись дноуглубительные работы подходного канала и маневровой акватории от причала до входа в порт. На станциях 3 и 4 в мае 2017 г. также отмечается сокращение показателей. В большом количестве отмечены пустые раковины моллюсков и домики полихет. Основу биомассы, как и в 2016 г., составляют ламинария, приморский гребешок и гребешковая патриция, однако их количественные характеристики невысоки (25,3 г/м², 18,22–23,27 и 6,9–12,56 г/м² соответственно), по численности доминируют многощетинковые черви *S. fragilis* (40–65 экз./м²), *Kuwaita heteropoda* (4–27 экз./м²) и *Cistenides hyperborea* (1–3 экз./м²).

Таким образом, видовой состав, численность и биомасса зоопланктона изменялись в соответствии с сезонными явлениями, характерными для открытых районов зал. Петра Великого. Дноуглубительные и другие строительные работы в бухте Врангеля оказывают отрицательное воздействие на продуктивность водной экосистемы. Функционирование порта приводит к попаданию в воду угольной пыли, неочищенных стоков и других загрязнений, влияющих на организмы морской среды. Увеличение за последние годы численности *Pleopis polyphemoides* указывает на интенсивную эвтрофикацию вод бухты Врангеля.

Бентосные сообщества в местах дноуглубления, отсыпок акватории, строительства причалов и терминалов практически исчезают, о чем свидетельствуют крайне низкие показатели численности и биомассы донных беспозвоночных. В первые годы после дноуглубления обнаружены только молодые и мелкие особи, имеющие большую продолжительность жизни. Через 1–2 года фауна постепенно восстанавливается сначала за счет подвижных форм макробентоса, попадающих из соседних участков, не затронутых дноуглублением, а затем за счет оседания личинок гидробионтов. Однако показатели плотности меропланктона в бухте Врангеля свидетельствуют о невысоком репродуктивном потенциале донных беспозвоночных, и для восстановления бентосных сообществ потребуется большой промежуток времени (3–4 года) в случае прекращения периодических дноуглублений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беклемишев К.В. Экология и биогеография пелагиали. М.: Наука, 1969. 291 с.
2. Бродский К.А., Вышкварцева Н.В., Кос М.С., Мархасева Е.Л. Веслоногие ракообразные морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука, 1983. 357 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР; вып. 35).
3. Бродский К.А. Веслоногие рачки (Calanoida) дальневосточных морей СССР и Полярного бассейна. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 441 с.
4. Бродский К.А. Фауна веслоногих рачков (Calanoida) и зоогеографическое районирование северной части Тихого океана и сопредельных вод. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 222 с.
5. Еловская О.А., Федорец Ю.В., Косьяненко А.А., Раков В.А., Васильева Л.Е. Современное состояние морской биоты бухты Врангеля (залив Находка, Японское море) // Вестн. ДВО РАН. 2013. № 6. С. 162–169.
6. Инструкция по количественной обработке морского сетного планктона. Владивосток: ТИНРО, 1982. 29 с.
7. Кос М.С. Сезонные изменения в составе, структуре и распределении зоопланктона залива Посъета (Японское море) // Исследование фауны морей. 1977. Т. 19 (27). С. 64–93.
8. Микулич Л.В., Родионов Н.А. Весовая характеристика некоторых зоопланктеров Японского моря // Тр. ТОИ ДВНЦ АН СССР. 1975. Т. 9. С. 75–83.

9. Милейковский С.А. Обзор советских исследований по влиянию антропогенного фактора на естественные сообщества морского и эстуарного зоопланктона и нейстона // Биология моря. 1981. № 4. С. 3–11.
10. Мурина В.В. Меропланктон Черного моря: История изучения, современные проблемы // Морской экол. журн. 2003. Т. 2, № 3. С. 41–50.
11. Наумов Ю.А. Морские порты и экологическое состояние их морских акваторий (на примере портового комплекса в заливе Находка Японского моря) // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 10/4. С. 623–626.
12. Раков В.А., Селиванова Е.Н., Шевченко О.Г., Завертанова Ю.В., Слободскова В.В. Мониторинг биоты на морских акваториях бухты Врангеля и залива Находка. Препр. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2005. 76 с.
13. Саматов А.Д., Саматова И.Н. Пространственное распределение и сезонная динамика копеподы *Acartia hudsonica* в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Биология моря. 1996. Т. 22. С. 21–30.
14. Федорец Ю.В. Исследования зоопланктона бухты Врангеля (залив Находка, Японское море) // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Серия: Естественные науки. 2015. № 3. С. 66–74.
15. Федорец Ю.В., Шарова О.А., Раков В.А., Косьяненко А.А., Васильева Л.Е. Экологический мониторинг морской биоты в районе порта «Восточный» в бухте Врангеля (залив Находка) // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2012. Т. 14, № 1 (9). С. 2454–2457.
16. Христофорова Н.К., Гамаюнова О.А., Афанасьев А.П. Состояние бухт Козьмина и Врангеля (залив Петра Великого, Японское море): Динамика загрязнения тяжелыми металлами // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 179–186.
17. Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (Морской мезобентос и планктон). Л.: Наука, 1968. 106 с.
18. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Т. 1. Владивосток: ТИНРО, 2001. 580 с.
19. Martin J.W., Davis G.E. An updated classification of the recent Crustacea // Nat. Hist. Mus. Los Angeles County, Sci. Ser. 2001. Vol. 39. P. 1–124.
20. Moore H.B. Marine ecology. N.Y.: Wood's Hole Oceanographic. Inst., 1958. 493 p.