

Научная статья

УДК 592(265.54)

DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-111-128

EDN: YYLINW



ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕГАБЕНТОСА
БУХТЫ АЛЕКСЕЕВА
(АМУРСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Р.В. Власенко, Д.А. Соколенко*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. По результатам водолазных исследований бухты Алексева в 2017 г. изучен видовой состав и обилие мегабентоса, выделено 6 группировок мегазообентоса, приведены их характеристики. Показано, что за последние 50 лет характер пространственного распределения биомассы мегазообентоса в бухте, как и ее средний показатель, не претерпели существенных изменений, за исключением границ рассмотренных биотических группировок и обилия слагающих их видов. По-прежнему доминируют фильтрующие сестонофаги — мидия Грея *Crenomytilus grayanus* и модиолус *Modiolus kurilensis*, распространение и обилие которого значительно увеличилось. Сформировалась ранее не отмеченная группировка с преобладанием устрицы *Crassostrea gigas*. Снизилось обилие морских ежей *Mesocentrotus nudus* и *Strongylocentrotus intermedius*, приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* и трепанга *Apostichopus japonicus*. Массовая в прошлом асцидия пурпурная *Halocynthia aurantium* стала редким элементом донной фауны и самостоятельного сообщества не образует. Высказываются предположения о причинах произошедших изменений.

Ключевые слова: бухта Алексева, Амурский залив, мегабентос, биомасса, группировки, размерный состав

Для цитирования: Власенко Р.В., Соколенко Д.А. Особенности распределения мегабентоса бухты Алексева (Амурский залив, Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 1. — С. 111–128. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-111-128. EDN: YYLINW.

Original article

Distribution patterns for megabenthos in the Alekseev Bay (Amur Bay, Japan Sea)

Roman V. Vlasenko*, Dmitry A. Sokolenko**

*, ** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* leading specialist, roman.vlasenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0000-7988-2672

** head of section, dmitrii.sokolenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-4431-6571

Abstract. Species composition and abundance of megazoobenthos is considered on results of SCUBA survey in the Alekseev Bay conducted in 2017. Six groupings of megabenthos

* Власенко Роман Викторович, ведущий специалист, roman.vlasenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0000-7988-2672; Соколенко Дмитрий Анатольевич, заведующий сектором, dmitrii.sokolenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-4431-6571.

© Власенко Р.В., Соколенко Д.А., 2025

are determined within the bay. The stock of megabenthos and general patterns of its biomass spatial distribution did not change much over the past 50 years, but some changes are detected for the boundaries of biotic groupings and their quantitative species composition. Filtering sestonophages, as mussel *Crenomytilus grayanus* and horsemussel *Modiolus kurilensis*, still dominated, but the latter became more abundant and wider distributed. Sea urchins *Mesocentrotus nudus* and *Strongylocentrotus intermedius*, yesso scallop *Mizuhopecten yessoensis* and japanese spiky sea cucumber *Apostichopus japonicus* became less abundant; sea peach *Halocynthia aurantium*, rather common previously, became rare in the benthic fauna and did not longer form a separate grouping. On the contrary, a new grouping appeared formed by oyster *Crassostrea gigas* and mussel *Crenomytilus grayanus*. Possible causes of the occurred changes are discussed.

Keywords: Alekseev Bay, Amur Bay, megabenthos, benthos biomass, biotic grouping, size composition

For citation: Vlasenko R.V., Sokolenko D.A. Patterns of megabenthos distribution in the Alekseev Bay (Amur Bay, Japan Sea), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 1, pp. 111–128. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-111-128. EDN: YYLINW.

Введение

Бухта Алексеева о. Попова, по-видимому, является одной из самых изученных акваторий зал. Петра Великого, мониторинговые исследования состояния среды здесь ведутся уже более 50 лет [Гайко, Зимин, 2016]. К настоящему времени опубликовано несколько работ, посвященных изучению бентосных сообществ, подводных ландшафтов и отдельных видов гидробионтов [Волова и др., 1980; Долматова и др., 2008; Жариков, Преображенский, 2010; Федорец и др., 2011], а также экологическому мониторингу [Гальцова, Павлюк, 1993; Ващенко и др., 1999; Федорец и др., 2011]. В результате марикультурной деятельности за период 1978–1988 гг. бухта подверглась трансформации, что вызвало в ней пространственную перестройку структуры экосистемы [Жариков, Преображенский, 2010]. Мониторинг состояния биоты бухты Алексеева позволяет приблизиться к пониманию механизмов процессов произошедших изменений.

Цель настоящей работы — оценить современное состояние мегазообентоса в бухте Алексеева по результатам водолазных исследований 2017 г.

Материалы и методы

В работе использованы данные водолазной гидробиологической съемки в бухте Алексеева, проведенной сотрудниками ТИНРО на НИС «Убежденный» (БИФ «ВНИРО») 6 сентября 2017 г. в рамках ресурсных исследований. Схема водолажных станций планировалась заранее с учетом рельефа дна и глубин. На акватории бухты выполнено 58 станций (рис. 1) в диапазоне глубин от 1,5 до 21,0 м. Местоположение выполненных станций фиксировали портативным GPS-навигатором, глубину в месте погружения — эхолотом мотобота и глубиномером на консоли водолаза. На каждой станции отбор проб производили с использованием мерной рамки площадью 1 м², располагавшейся на грунте, случайным образом в непосредственной близости друг от друга в трехкратной последовательности. В сборы входили организмы, обитающие как на поверхности грунта, так и в его толще до глубины 15–30 см. Учет крупных эпифаунных гидробионтов производился методами трансект и галсов, обследованная площадь дна при этом на станциях варьировала от 10 до 100 м² [Аверинцев и др., 1982; Блинова и др., 2003]. Также учитывались водоросли и морские травы, для каждого вида оценивалось проективное покрытие. В результате было определено 36 видов беспозвоночных, 1 вид морских трав и 4 вида водорослей. Актуальные названия видов и таксонов приведены в соответствие с систематическими каталогами «World Register of Marine Species» (<https://www.marinespecies.org/>) и «AlgaeBase» (<https://www.algaebase.org/>).

При проведении биологического анализа линейные размеры беспозвоночных определяли штангенциркулем с точностью до 1 мм, сырую массу особей — взвешиванием

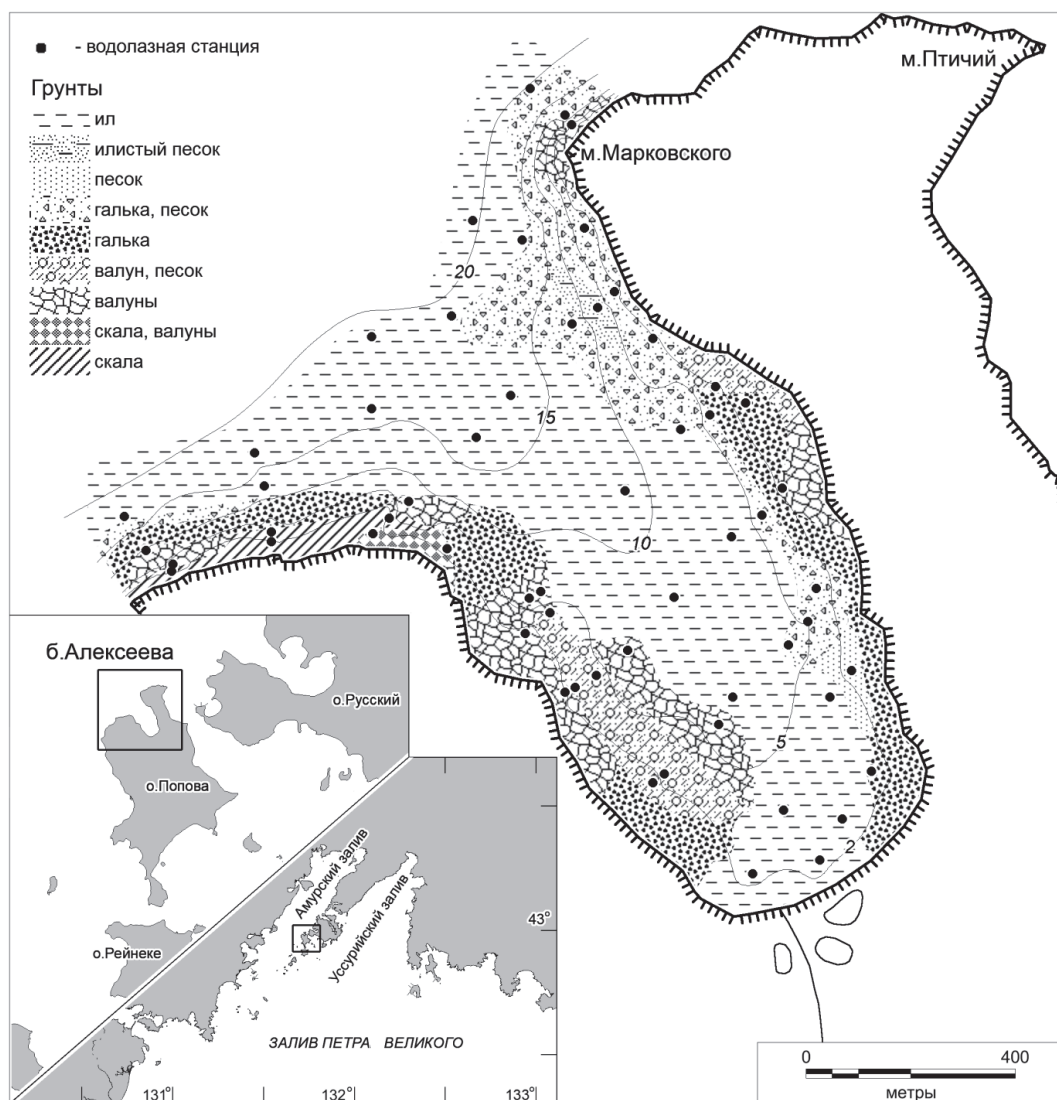


Рис. 1. Схема станций и распределение грунтов в бухте Алексева, 2017 г.

Fig. 1. Scheme of diving survey in 2017 and bottom sediments distribution in the Alekseev Bay

с точностью до 1 г с помощью электронных весов морского исполнения. Произведены промеры более 500 гидробионтов. Типизация поселений массовых видов беспозвоночных выполнена по методике, приведенной А.И. Буяновским [2004].

Принимая во внимание ресурсную направленность методики сбора материала, наиболее полно нами были учтены крупные, средообразующие и многочисленные организмы, относящиеся к категории «мегабентос» (размер более 1 см или масса более 1 г) [Атлас..., 2018], а также молодь этих гидробионтов, которая входит в категорию «макробентос». Мелкоразмерные и малочисленные таксоны практически не учитывались (амфиподы, полихеты и др.), что не позволило привести «классическое» описание бентосных сообществ и полноценно оценить видовое богатство исследованной акватории. Исходя из этого в настоящей работе мы используем более общее понятие «группировка».

Выделение группировок мегазобентоса проведено по методике, принятой для бентосных сообществ, опираясь на доминирующие по биомассе виды [Воробьев, 1949]. Внутри группировок виды классифицированы по показателям встречаемости и обилия

на три категории: «многочисленен» — более 50 % встреч, «обычен» — 10–50 % встреч, «редок» — менее 10 % встреч [Шейко, Федоров, 2000].

Данные о температуре и солености морских вод получены с помощью гидрологического зонда Rinko Profiler ASTD102-ALC-R02.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ Statistica и Microsoft Excel [Боровиков, 2003]. Картографическая обработка данных и построение карт выполнены с применением ГИС MapInfo Professional [Ерунова, Гостева, 2004].

Результаты и их обсуждение

Условия обитания. Бухта Алексеева вдается в северо-западный берег о. Попова, представляет собой полузакрытую акваторию эстуарного типа, выходящую в Амурский залив, по своей геоморфологии является характерной для зал. Петра Великого. Входные мысы обрывистые, сформированы скальными породами и валунами, которые уходят под воду с резким уклоном до глубины 10–15 м. Борта бухты обрывистые и каменистые, подводные склоны вдоль них до глубины 5 м сформированы валунами, галькой, на отдельных участках с примесью песка и илистого песка. Берег вершины бухты низменный, с песчано-галечным пляжем, уклон дна здесь сравнительно слабый, грунт в прибрежной части представлен галькой с илистым песком, сменяющимся илом на глубине более 2 м. Котловина почти от самой вершины и до выхода занята илами, изредка встречаются единичные валуны, мусор и затонувшие объекты антропогенного происхождения, являющиеся преимущественно остатками марикультурных гидробиологических технических сооружений. В южную часть вершины бухты впадает ручей. По направлению от вершины бухты до ее середины глубина постепенно увеличивается и достигает 10 м, далее к выходу возрастет до 20 м. По уклону дна бухта относится к типу приглубых (уклон дна более 0,03). Акватория бухты открыта ветрам западных и северо-западных румбов, движение воды характеризуется слабым циклоническим круговоротом, что затрудняет вынос илистых осадков за ее пределы [Волова и др., 1980; Мануйлов, 1990; Лоция..., 1996*; Павлюк и др., 2005; Жариков, Преображенский, 2010].

Площадь обследованной акватории составила около 107 га, мягкие грунты (ил, илистый песок и песок) занимают 57 % площади дна бухты, галька — 30 %, твердые грунты (скала, валуны, булыжники) — 13 % (рис. 1).

Водолазные работы на мелководных прибрежных участках при проведении ресурсных исследований осложнены их труднодоступностью для подхода мотобота (волнение, мели, заросли водорослей и морских трав). В связи с этим мелководья бухты Алексеева, которые по данным предшествующих исследований покрываются густыми зарослями макрофитов [Волова и др., 1980; Жариков, Преображенский, 2010], нами обследованы недостаточно полно. Заросли морской травы *Zostera marina* с проективным покрытием до 100 % отмечены в глубине бухты вдоль северо-восточного берега на мелководье. Единично zostера встречалась у юго-западного побережья в средней части бухты на глубине 4 м. Поля зеленой водоросли *Ulva fenestrata* наблюдались в кутовой части бухты на глубине 2,5 м с проективным покрытием 20–100 % и в районе западного входного мыса на глубине 2,0 м с проективным покрытием 40 %. В средней части бухты по обоим берегам на глубине 1,5–4,2 м встречались одиночные растения *Codium yezoense*. Вдоль юго-западного побережья бухты от средней части до выхода отмечены известковые водоросли *Lithothamnion phymatodeum* на глубине 1,5–2,7 м и *Bossiella cretacea* на глубине 1,5–4,2 м с проективным покрытием соответственно до 3 и 5 %.

* Лоция северо-западного берега Японского моря. От реки Туманная до мыса Белкина. № 1401. СПб.: ГУНиО МО РФ, 1996. 360 с.

На момент съемки поверхностная температура воды в бухте колебалась от 20,6 до 22,6 °С, на глубине 10 м составляла 19,2–20,0 °С, на 20 м — 16,4–20,0 °С. Соленость поверхностных вод была равна 31,5 eps, на глубине 20 м — 33,2 eps.

Общая характеристика мегазообентоса. Общая биомасса мегазообентоса в бухте Алексева изменялась от 11 до 7150 г/м², в среднем составила 799 г/м². По биомассе преобладают моллюски со средней биомассой 718,5 г/м² (89,9 %), на втором месте иглокожие — 76,0 г/м² (9,5 %). Вклад остальных групп незначительный — 4,5 г/м² (0,6 %) (табл. 1). Максимальные показатели обилия (более 2000 г/м²) отмечены на мелководье в юго-западной части бухты на валунах и гальке. Вдоль северо-восточного берега показатели биомассы не превышают 2000 г/м² и также приурочены к валунным и галечным субстратам. В основной части заиленной котловины бухты биомасса мегазообентоса колеблется от 300 до 1000 г/м², на выходе снижается — менее 100 г/м² (рис. 2) Среди моллюсков по биомассе доминируют двустворчатые с долей 99,7 %, среди иглокожих доля морских ежей составляет 55,3 %, морских звезд — 43,3 %.

Таблица 1
Биомасса отдельных таксонов бентосных гидробионтов бухты Алексева, 2017 г., г/м²
Table 1

Biomass of certain taxa of benthos in the Alekseev Bay in 2017, g/m²

Группа, класс	Средняя биомасса	Доля, %
Mollusca	718,50	89,90
Bivalvia	716,50	89,65
Gastropoda	1,85	0,23
Polyplacophora (Loricata)	0,15	0,02
Echinodermata	76,00	9,50
Echinoidea	42,00	5,25
Asteroidea	33,00	4,10
Ophiuroidea	0,70	0,10
Holothuroidea	0,30	0,05
Crustacea	2,50	0,30
Coelenterata	1,50	0,20
Tunicata	0,50	0,10
Bcero	799,00	100,00

Группировки мегазообентоса. На основе полученных данных в бухте Алексева выделено 6 группировок мегазообентоса (рис. 3, табл. 2).

1. Группировка мидии Грея *Crenomytilus grayanus* располагается вдоль северо-восточного побережья от входного мыса до средней части бухты на гальке и булыжниках, редко на валунах в диапазоне глубин 1,8–4,5 м. Вдоль юго-западного побережья она формирует пояс, простирающийся от входного мыса до кутовой части бухты на илах, валунах и булыжниках от 1,5 до 10,0 м, в отдельных местах до 18,0 м. Средняя биомасса группировки *C. grayanus* составляет 948,0 г/м² (пределы — 27,5–3333,5 г/м²), доля руководящего вида — 80,5 %. Почти повсеместно здесь встречаются шаровидные морские ежи *Mesocentrotus nudus* (4,6 % от общей биомассы группировки) и *Strongylocentrotus intermedius* (1,3 %). Также многочисленными являются морские звезды *Patiria pectinifera* (1,5 %) и *Asterias amurensis* (0,7 %), модиолус *Modiolus kurilensis* обычен, его доля составляет 9,7 % от биомассы группировки. Вклад остальных видов не превышает 2 %.

2. Группировка *M. kurilensis* занимает большую часть котловины бухты на илах и заиленной гальке с ракушей в диапазоне глубин 1,5–16,3 м, а также на выходе у мыса Марковского на 18,3 м. Средняя биомасса группировки составляет 819,6 г/м² (пределы — 36,0–2228,9 г/м²), доля руководящего вида — 72,1 % от общей биомассы. *C. grayanus* является субдоминантом с долей 20,2 %. Повсеместно встречается морская

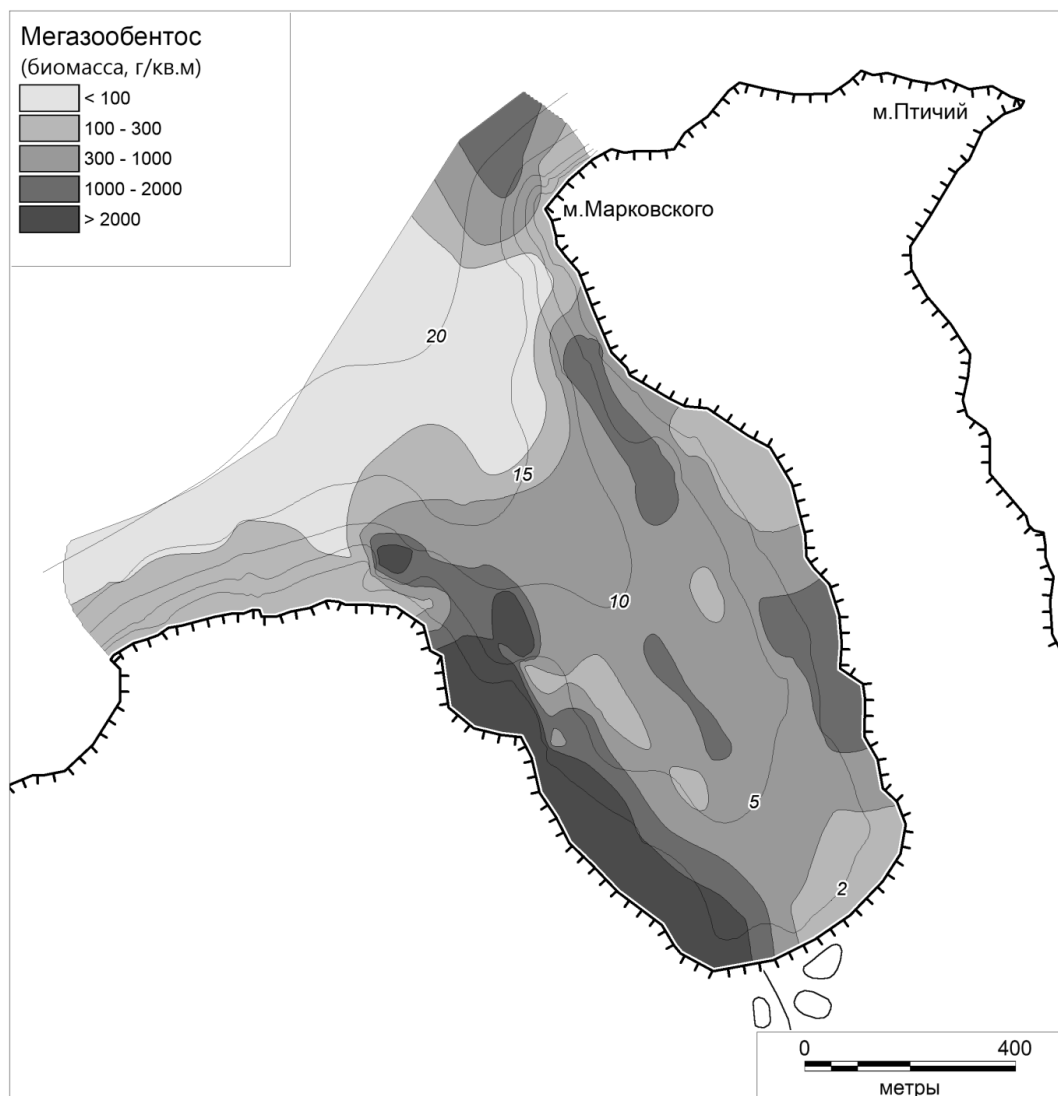


Рис. 2. Распределение биомассы мегазообентоса в бухте Алексева, 2017 г.

Fig. 2. Spatial distribution of the total megazoobenthos biomass in the Alekseev Bay in 2017

звезда *P. pectinifera* (3,8 %), массовыми являются морские ежи *S. intermedius* (1,7 %) и *M. nudus* (1,3 %). На остальных представителей мегазообентоса приходится менее 1 % биомассы группировки.

3. Группировка морских ежей *M. nudus* + *S. intermedius* отмечена вдоль бортов бухты от входных мысов до ее средней части: у северо-восточного берега в диапазоне глубин 1,4–3,8 м на гальке с песком и ракушей; у юго-западного берега разрозненно от 2,0 до 3,0 м на скально-валунных субстратах, в средней части бухты, уходя вглубь до 8,2 м. Средняя биомасса данной группировки составляет 136,0 г/м² (пределы — 75,7–280,4 г/м²), руководящие виды *M. nudus* и *S. intermedius* — соответственно 43,0 и 14,3 % от общей биомассы. Массовыми являются морские звезды *P. pectinifera* и *A. amurensis* с долями 10,7 и 10,6 %, обычна *Distolasterias nipon* с долей 2,2 %. Массовой является мидия *C. grayanus* — 11,0 %. У юго-западного побережья на глубине около 2,5 м встречается устрица *Crassostrea gigas* (1,7 %). Обычен хищный брюхоногий моллюск *Nucella heyseana* с долей 3,4 %. Другие представители мегазообентоса суммарно насчитывают 3,1 % от биомассы группировки.

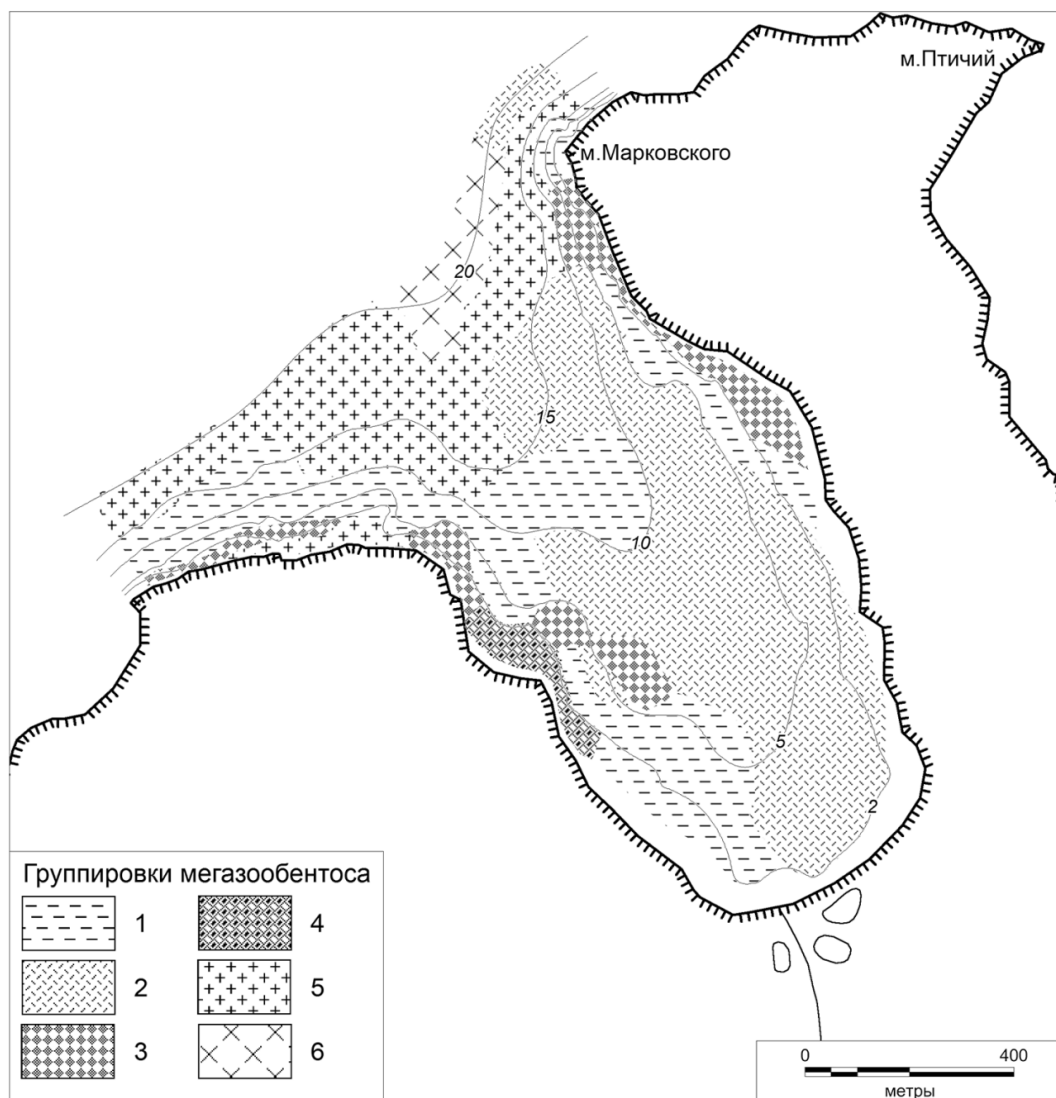


Рис. 3. Группировки мегазообентоса в бухте Алексева, 2017 г.: 1 — *Crenomytilus grayanus*; 2 — *Modiolus kurilensis*; 3 — *Mesocentrotus nudus* + *Strongylocentrotus intermedius*; 4 — *Crasostrea gigas* + *Crenomytilus grayanus*; 5 — *Asterias amurensis* + *Mesocentrotus nudus* + *Patiria pectinifera*; 6 — *Ophiura sarsi*

Fig. 3. Groupings of megazoobenthos in the Alekseev Bay in 2017: 1 — *Crenomytilus grayanus*; 2 — *Modiolus kurilensis*; 3 — *Mesocentrotus nudus* + *Strongylocentrotus intermedius*; 4 — *Crasostrea gigas* + *Crenomytilus grayanus*; 5 — *Asterias amurensis* + *Mesocentrotus nudus* + *Patiria pectinifera*; 6 — *Ophiura sarsi*

4. У юго-западного побережья на глубине 1,5–2,0 м на булыжниках и крупной гальке располагается группировка *C. gigas* + *C. grayanus* с наибольшими показателями средней биомассы всей исследованной акватории — 4907,6 г/м² (пределы — 2664,7–7150,7 г/м²) (рис. 4). Доля устрицы по биомассе составляет 61,4 %, мидии — 37,2 %. Другие представители мегазообентоса не играют заметной роли в данной группировке, их суммарная доля менее 2 %. Массовые виды — гребешок японский *Chlamys farreri*, черный морской еж *M. nudus*, морские звезды *A. amurensis* и *P. pectinifera*.

5. Группировка морских звезд и ежей *A. amurensis* + *M. nudus* + *P. pectinifera* располагается небольшой узкой полосой на скалах и валунах у юго-западного входного мыса бухты на глубине около 1,5 м и занимает обширную площадь илистого дна в

Таблица 2

Состав группировок мегазообентоса в бухте Алексеева, 2017 г.

Table 2

Species composition of the megazoobenthos groupings in Alekseev Bay in 2017

№ п/п	Сообщество; кол-во станций; глубина; ср. биом. ± ст. откл.	Таксон и вид	Группа	Встречи, %	Обилие	Биомасса, г/м ²	Кол-во, экз./м ²	Доля от биомассы, %
1	<i>Crenomytilus grayanus</i> ; 20 станций; 1,8–18,0 м; 948,0 ± 1022,3 г/м ²	<i>Crenomytilus grayanus</i>	Bi	100	м	763,8	8,7	80,5
		<i>Modiolus kurilensis</i>	Bi	10	о	91,6	0,6	9,7
		<i>Mesocentrotus nudus</i>	Ech	90	м	43,5	1,1	4,6
		<i>Patiria pectinifera</i>	As	65	м	14,3	1,1	1,5
		<i>Strongylocentrotus intermedius</i>	Ech	95	м	12,3	0,4	1,3
		<i>Asterias amurensis</i>	As	75	м	7,0	0,08	0,74
		<i>Chlamys swifti</i>	Bi	25	о	3,6	0,03	0,38
		<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Bi	25	о	2,4	0,01	0,25
		<i>Halocynthia aurantium</i>	Tu	15	о	0,9	0,01	0,09
		<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	30	о	3,6	0,02	0,38
		<i>Tegula rustica</i>	Ga	15	о	1,5	0,35	0,2
		<i>Ezocallista brevisiphonata</i>	Bi	5	р	1,4	0,01	0,15
		<i>Protocallithaca adamsii</i>	Bi	5	р	0,4	0,005	0,05
		<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	De	10	о	0,3	0,05	0,032
		Loricata	Lo	20	о	0,3	0,31	0,031
		<i>Apostichopus japonicus</i>	Ho	25	о	0,21	0,003	0,022
		<i>Distolasterias nipon</i>	As	25	о	0,2	0,007	0,021
		<i>Balanus</i> sp.	Ci	10	о	0,16	0,017	0,02
		<i>Gigahomalopoma sangarense</i>	Bi	5	р	0,1	0,05	0,011
		<i>Styela clava</i>	Ho	10	о	0,09	0,015	0,01
		<i>Chlamys farreri</i>	Bi	10	о	0,036	0,001	0,004
		<i>Ophiura sarsi</i>	Oph	5	р	0,025	0,05	0,003
		<i>Scyra bidentata</i>	De	5	р	0,025	0,05	0,003
		<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	De	5	р	0,02	0,005	0,002
		<i>Hiatella arctica</i>	Bi	5	р	0,005	0,05	0,001
2	<i>Modiolus kurilensis</i> ; 19 станций; 1,5–18,3 м; 819,6 ± 639,2 г/м ²	<i>M. kurilensis</i>	Bi	100	м	591,0	4,8	72,1
		<i>C. grayanus</i>	Bi	58	м	165,9	1,56	20,2
		<i>P. pectinifera</i>	As	100	м	31,3	4,06	3,8
		<i>S. intermedius</i>	Ech	63	м	14,3	0,5	1,7
		<i>M. nudus</i>	Ech	84	м	10,9	0,18	1,3
		<i>A. amurensis</i>	As	53	м	1,4	0,04	0,2
		<i>P. adamsii</i>	Bi	16	о	1,1	0,016	0,15
		<i>Balanus</i> sp.	Ci	5	р	1,0	0,05	0,12
		<i>M. yessoensis</i>	Bi	26	о	0,7	0,002	0,1
		<i>C. gigas</i>	Bi	5	р	0,56	0,0005	0,1
		<i>Tetrarca boucardi</i>	Bi	5	р	0,5	0,005	0,06
		<i>G. amphioetus</i>	De	5	р	0,25	0,05	0,05
		<i>A. japonicus</i>	Ho	5	р	0,2	0,001	0,02
		<i>S. clava</i>	Ho	10	о	0,16	0,05	0,02
		<i>Cucumaria frondosa japonica</i>	Ho	10	о	0,12	0,001	0,01
		Loricata	Lo	10	о	0,1	0,1	0,01
		<i>Ophiura sarsi</i>	Oph	10	о	0,05	0,1	0,01
		<i>D. nipon</i>	As	5	р	0,02	0,0005	0,01

Продолжение табл. 2
Table 2 continued

№ п/п	Сообщество; кол-во станций; глубина; ср. биом. $\pm$ ст. откл.	Таксон и вид	Группа	Встречи, %	Обилие	Биомасса, г/м ²	Кол-во, экз./м ²	Доля от биомассы, %
3	<i>Mesocentrotus nudus</i> + <i>Strongylocentrotus intermedius</i> ; 7 станций; 1,4–8,2 м; 136,0 $\pm$ 71,1 г/м ²	<i>M. nudus</i>	Ech	100	м	58,5	1,7	43,0
		<i>S. intermedius</i>	Ech	100	м	19,5	0,5	14,3
		<i>C. grayanus</i>	Bi	57	м	15,0	0,2	11,0
		<i>P. pectinifera</i>	As	86	м	14,6	1,2	10,7
		<i>A. amurensis</i>	As	86	м	14,4	0,1	10,6
		<i>Nucella heyseana</i>	Ga	14	о	4,6	0,4	3,4
		<i>D. nipon</i>	As	43	о	3,0	0,03	2,2
		<i>C. gigas</i>	Bi	28	о	2,3	0,03	1,7
		<i>Pagurus</i> spp.	De	14	о	1,4	0,14	1,0
		<i>Metridium senile</i>	Ac	14	о	0,7	0,01	0,5
		Actiniaria	Ac	14	о	0,7	0,1	0,5
		<i>T. rustica</i>	Ga	14	о	0,6	0,2	0,5
		<i>M. kurilensis</i>	Bi	14	о	0,23	0,001	0,2
		<i>Ch. swifti</i>	Bi	14	о	0,2	0,001	0,1
		<i>A. japonicus</i>	Ho	14	о	0,1	0,001	0,1
		<i>Ophiura sarsi</i>	Oph	14	о	0,07	0,1	0,1
		<i>Ch. farreri</i>	Bi	14	о	0,04	0,001	0,03
		<i>Pachycheles stevensii</i>	De	14	о	0,02	0,01	0,02
		<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	De	14	о	0,07	0,01	0,05
4	<i>Crassostrea gigas</i> + <i>Crenomytilus grayanus</i> ; 2 станции; 1,5–2,0 м; 4907,6 $\pm$ 3172,0 г/м ²	<i>C. gigas</i>	Bi	100	м	3014,0	27,0	61,4
		<i>C. grayanus</i>	Bi	100	м	1827,5	29,0	37,2
		<i>A. amurensis</i>	As	100	м	16,0	0,2	0,3
		<i>M. nudus</i>	Ech	100	м	6,3	0,6	0,12
		<i>P. pectinifera</i>	As	100	м	5,0	0,6	0,1
		<i>Ch. farreri</i>	Bi	100	м	3,8	0,07	0,1
		<i>M. kurilensis</i>	Bi	50	о	12,5	2,5	0,3
		<i>T. boucardi</i>	Bi	50	о	7,0	1,5	0,1
		<i>N. heyseana</i>	Ga	50	о	4,3	0,16	0,1
		<i>H. sanguineus</i>	De	50	о	4,7	1,0	0,1
		<i>T. rustica</i>	Ga	50	о	3,0	1,0	0,1
		<i>S. intermedius</i>	Ech	50	о	2,0	0,1	0,04
		<i>Ch. swifti</i>	Bi	50	о	0,7	0,005	0,02
		<i>D. nipon</i>	As	50	о	0,5	0,05	0,01
		<i>Mytilisepta keenae</i>	Bi	50	о	0,25	0,5	0,01
5	<i>Asterias amurensis</i> + <i>Mesocentrotus nudus</i> + <i>Patiria pectinifera</i> ; 8 станций; 1,5–18,5 м; 116,0 $\pm$ 89,0 г/м ²	<i>A. amurensis</i>	As	100	м	46,7	0,7	40,2
		<i>M. nudus</i>	Ech	87	м	32,5	0,6	28,0
		<i>P. pectinifera</i>	As	87	м	20,1	2,9	17,3
		<i>Balanus</i> sp.	Ci	25	о	9,0	6,7	7,7
		<i>N. hyesiana</i>	Ga	12	о	2,7	0,25	2,3
		<i>S. intermedius</i>	Ech	75	м	1,4	0,05	1,2
		<i>C. grayanus</i>	Bi	25	о	1,3	0,004	1,1
		<i>M. kurilensis</i>	Bi	25	о	0,6	0,002	0,5
		<i>C. frondosa japonica</i>	Ho	25	о	0,7	0,003	0,6
		<i>M. yessoensis</i>	Bi	12	о	0,3	0,001	0,3
		<i>D. nipon</i>	As	25	о	0,3	0,002	0,3
		<i>Telmessus cheiragonus</i>	De	12	о	0,2	0,001	0,25
		<i>A. japonicus</i>	Ho	12	о	0,1	0,001	0,12
		<i>M. senile</i>	Ac	12	о	0,06	0,001	0,05
		Actiniaria	Ac	12	о	0,06	0,001	0,05
		<i>Henricia</i> sp.	As	12	о	0,04	0,001	0,03

Окончание табл. 2
Table 2 finished

№ п/п	Сообщество; кол-во станций; глубина; ср. биом. ± ст. откл.	Таксон и вид	Группа	Встречи, %	Обилие	Биомасса, г/м ²	Кол-во, экз./м ²	Доля от биомассы, %
6	<i>Ophiura sarsi</i> ; 2 станции; 19,5–21,0 м; 55,1 ± 23,0 г/м ²	<i>O. sarsi</i>	Oph	100	м	19,0	45	34,6
		<i>P. pectinifera</i>	As	100	м	13,0	2,0	23,6
		<i>P. adamsii</i>	Bi	100	м	11,9	0,15	21,6
		<i>A. amurensis</i>	As	50	о	10,6	1,0	19,2
		<i>M. yessoensis</i>	Bi	50	о	0,5	0,005	1,0

Примечания. В столбце «Группа»: Ac — актинии, As — морские звезды, Bi — двустворчатые моллюски, Ci — усовоногие раки, De — десятиногие раки, Ech — морские ежи, Ga — брюхоногие моллюски, Ho — голотурии, Lo — панцирные моллюски, Oph — офиуры, Tu — оболочники. В столбце «Обилие»: м — многочисленный, о — обычный, р — редкий.



Рис. 4. Группировка *Crassostrea gigas* + *Crenomytilus grayanus*
Fig. 4. Grouping of *Crassostrea gigas* + *Crenomytilus grayanus*

приглубой открытой ее части на глубине 11,0–18,5 м. Средняя биомасса группировки — 116,0 г/м² (пределы — 11,0–273,7 г/м²), доминант *A. amurensis* составляет 40,2 % от этой величины, субдоминанты *M. nudus* и *P. pectinifera* — соответственно 28,0 и 17,3 %. Массовым является морской еж *S. intermedius* — 1,2 % от общей биомассы. Морские желуди *Balanus* sp. обычны на скальных и илистых грунтах с долей 7,7 %. На глубине 15 м присутствуют *C. grayanus* и *M. kurilensis* — соответственно 1,1 и 0,5 %. На прочих представителей мегазообентоса приходится менее 4 % от биомассы группировки.

6. На выходе из бухты в диапазоне глубин 19,5–21,0 м на илах выделена группировка *O. sarsi* со средней биомассой 55,1 г/м² (пределы 38,7–71,6 г/м²), руководящий вид формирует 34,6 % биомассы. Массовыми видами здесь являются морская звезда *P. pectinifera* и двустворчатый инфаунный моллюск каллитака *P. adamsii*, составляющие соответственно 23,6 и 21,6 % биомассы. Морская звезда *A. amurensis* (19,2 % биомассы) и гребешок приморский *M. yessoensis* (1,0 %) находятся в статусе обычных видов.

Размерный состав массовых промысловых видов. При немалом количестве исследований, проведенных в бухте Алексева, ни в одной работе не демонстрируется размерный или весовой состав поселений массовых видов, несмотря на то что эти данные являются важнейшими показателями для оценки пополнения, роста и смертности. Многолетние изменения размерной структуры — не менее важный индикатор состояния популяции, чем динамика численности или биомасса [Буяновский, 2004].

Длина раковины мидии *C. grayanus* изменялась в пределах 25–184 мм (средняя — $83,8 \pm 2,7$ мм), индивидуальная масса — от 2 до 720 г (средняя — $119,1 \pm 10,5$ г). Частотное распределение моллюсков по длине раковины полимодальное, по индивидуальной массе характеризуется превалированием особей со значениями менее 20 г (25,4 %) и постепенной убылью численности в ряду возрастающих весовых классов. Мидии с длиной раковины менее 100 мм, являющиеся непромысловыми*, составили 65,4 % от общей численности. Наиболее крупные моллюски размером более 150 мм немногочисленны — 3,6 % от общей численности, особи с массой более 240 г — 12,7 % (рис. 5). Доминирование среднеразмерных особей на фоне присутствия крупных моллюсков позволяет присвоить данному поселению мидий статус сформированного с прерывистым пополнением.

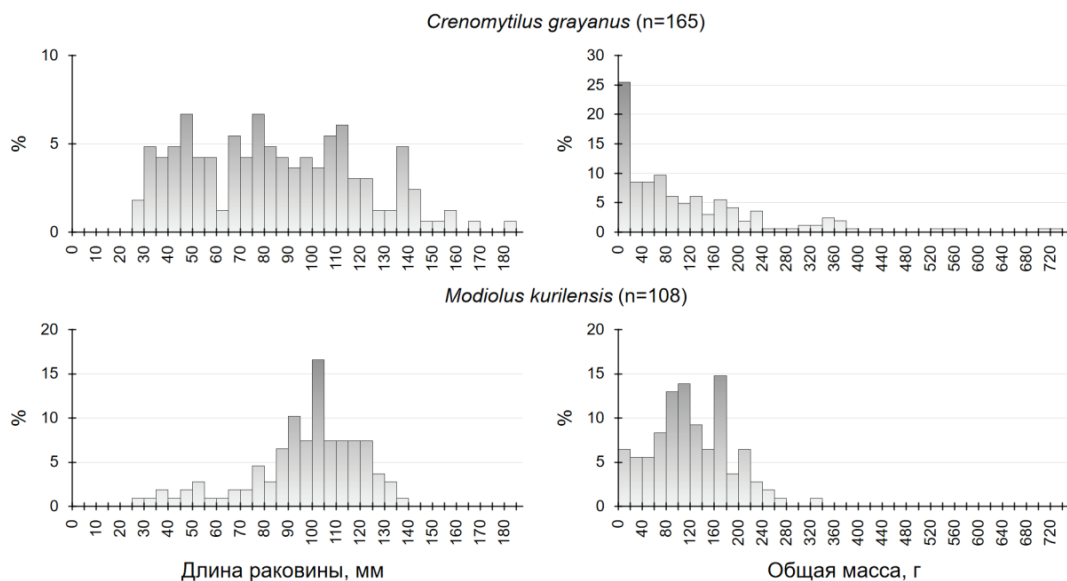


Рис. 5. Размерный (слева) и весовой (справа) составы поселений мидии и модиолуса
Fig. 5. Size (left) and weight (right) compositions of *C. grayanus* and *M. kurilensis*

Длина раковины модиолуса *M. kurilensis* — 29–137 мм (средняя — $96,3 \pm 2,2$ мм), индивидуальная масса — 3–321 г (средняя — $121,9 \pm 6,2$ г). В выборках преобладали особи с размером 85–125 мм (70,3 %) и индивидуальной массой от 80 до 180 г (57,4 %). Доля наиболее крупных моллюсков с размерами более 125 мм — 7,4 %, особи размером менее 100 мм составили 46,3 % от выборки (рис. 5). Поселение модиолуса можно охарактеризовать как сформированное с ослабленным пополнением.

Высота раковины устрицы *C. gigas* в наших сборах изменялась в пределах 2–275 мм (средняя — $90,5 \pm 4,6$ мм), индивидуальная масса — от 2 до 1061 г (средняя — $139,4 \pm 17,8$ г). Моллюски размером от 75 до 125 мм составили 70,3 % выборки (рис. 6). Индивидуальная масса большинства особей (84,3 %) не превышала 200 г. Доля непромысловых моллюсков (с высотой раковины менее 120 мм) была 84,3 %. В исследованном поселении устрицы отмечено наличие мелкоразмерных особей, значительное количество среднеразмерных и почти полное отсутствие крупных (старых) особей, что позволяет установить его статус как формирующееся.

Высота раковины гребешка приморского *M. yessoensis* — 83–160 мм (средняя — $112,6 \pm 2,3$ мм), индивидуальная масса — 70–546 г (средняя — $198,0 \pm 13,1$ г). Моллюски размером 95–125 мм составили 77,2 % от общей численности, с индивидуальной массой

* Приказ Минсельхоза России от 06.05.2022 № 285 (ред. от 22.10.2024) Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) (<https://base.garant.ru/404781783/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>).

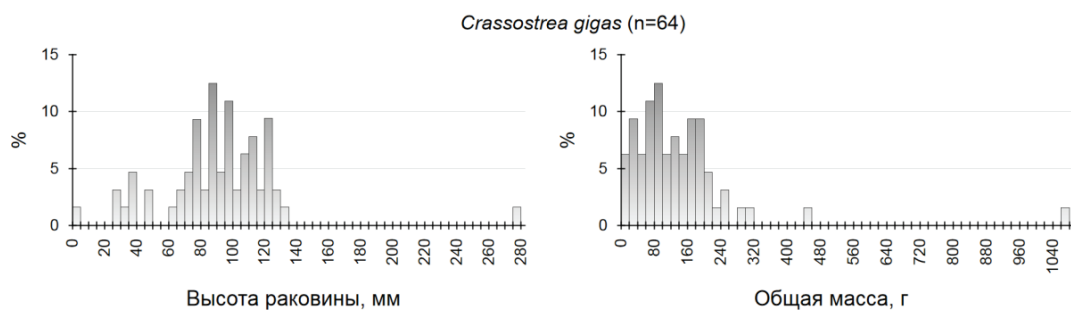


Рис. 6. Размерный (слева) и весовой (справа) составы поселения устрицы
Fig. 6. Size (left) and weight (right) compositions of *C. gigas*

от 100 до 240 г — 72,7 %. В размерном составе отмечается резкая убыль численности моллюсков с высотой раковины более 125 мм и массой свыше 240 г (рис. 7). Непромысловые особи (с высотой раковины менее 120 мм) составляют 68,2 %. Размерный состав исследованного поселения приморского гребешка характеризуется отсутствием мелкогазмерных (моладых) моллюсков и доминированием особей средних размеров. Статус данного поселения — сформированный с ослабленным пополнением. При отсутствии пополнения его статус может измениться на деградирующий, представленный только крупногазмерными (старыми) особями.

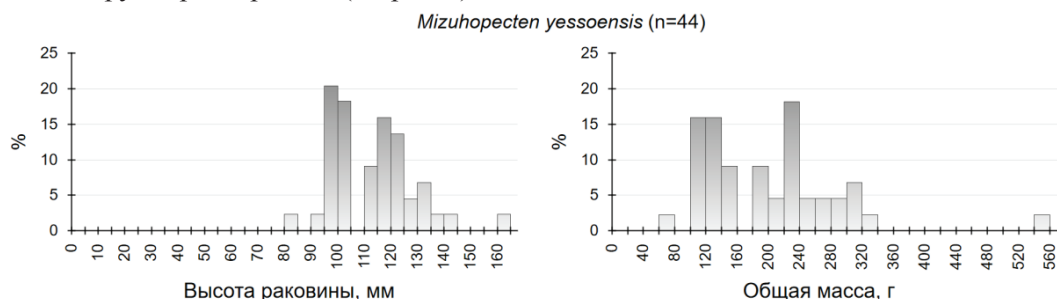


Рис. 7. Размерный (слева) и весовой (справа) составы поселения гребешка приморского
Fig. 7. Size (left) and weight (right) compositions of *M. yessoensis*

Диаметр панциря серого морского ежа *S. intermedius* в выборках варьировал в пределах 19–70 мм (средний — $43,6 \pm 1,8$ мм), индивидуальная масса изменялась от 4 до 140 г (средняя — $45,0 \pm 4,3$ г). Частотное распределение ежей как по размеру, так и по массе полимодальное, характерна резкая убыль особей по достижении диаметра панциря 60 мм. Непромысловые особи (с диаметром панциря менее 45 мм) составили 53,3 % от общей численности (рис. 8).

Диаметр панциря черного морского ежа *M. nudus* изменялся от 6 до 85 мм (средний — $44,2 \pm 1,7$ мм), индивидуальная масса — от 1 до 248 г (средняя — $49,7 \pm 4,9$ г). В выборках преобладали ежи с размерами от 35 до 60 мм (72,8 %) и массой 20–50 г (42 %). Так же как и в поселении серого морского ежа, доля особей с диаметром панциря более 60 мм резко сокращалась. Непромысловые особи (с диаметром панциря менее 55 мм) составили 77,7 % от общей численности (рис. 8).

Таким образом, для поселений двух видов морских ежей в бухте Алексеева характерна незначительная доля мелкогазмерных особей и доминирование среднеразмерных животных. Существует высокая вероятность недоучета мелких ежей, обитающих в убежищах, труднодоступных для водолазного учета. В целом размерный состав морских ежей характеризует их поселения как сформированные с прерывистым или ослабленным пополнением.

Подходя к оценке текущего состояния мегазообентоса в бухте Алексеева, сравним наши результаты с данными предшествующих работ. В 1968 и 1971 гг. в бухте

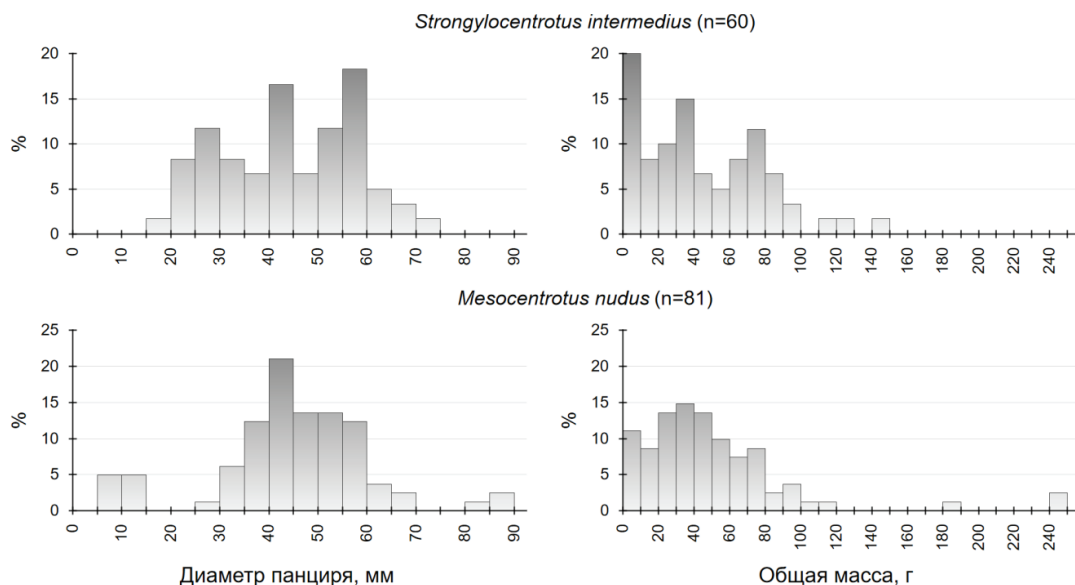


Рис. 8. Размерный (слева) и весовой (справа) составы поселений морских ежей
Fig. 8. Size (left) and weight (right) compositions of *S. intermedius* and *M. nudus*

были проведены гидробиологические исследования водолазным и дночерпательным способами, видовой список беспозвоночных превышал 250 видов, определено 15 бентосных сообществ, 8 из которых сублиторальные, приведены данные по обилию гидробионтов [Волова и др., 1980].

Средние показатели биомассы зообентоса в 1968 и 1971 гг. составили соответственно 818 и 497 г/м², на различия в оценке повлияла разница в местоположении станций, усредненное значение — 657 г/м² [Волова и др., 1980]. По результатам наших исследований этот показатель составил 799 г/м², что вполне сопоставимо с данными пятидесятилетней давности. Моллюски сохранили доминирующую позицию по показателям биомассы, иглокожие, как и прежде, являются субдоминантами, но если доля первых по нашим данным существенно возросла (с 45 до 90 %), то доля вторых значительно снизилась (с 33,0 до 9,5 %). Различия методик сбора материала не позволяют провести корректное сравнение показателей обилия по другим группам беспозвоночных.

Картирование пространственного распределения общей биомассы зообентоса в бухте ранее не приводилось, однако по описаниям можно заключить, что в настоящее время картина распространения обилия донного населения в целом соответствует ретроспективному и характеризуется аналогичной неравномерностью. Наибольшие значения биомассы отмечены на твердых субстратах у входных мысов и вдоль бортов бухты, наименьшие — на илах, занимающих среднюю часть котловины.

Расположение группировки мидии *C. grayanus* во многом совпадает с описанным ранее одноименным сообществом, она занимает значительную площадь дна исследованной акватории, области ее распределения прежние, за исключением района у северо-восточного побережья, где мидию заместил модиолус. Отмечено небольшое снижение средней биомассы группировки мидии по сравнению с показателями аналогичного сообщества 1970-х гг. — с 1273 до 948 г/м². Биомасса руководящего вида почти не изменилась: ранее 725 г/м², в настоящее время 764 г/м². Показатели обилия массовых и обычных видов (*M. nudus*, *S. intermedius*, *P. pectinifera*, *Ch. swifti* и *M. kurilensis*) практически остались прежними. Заметно уменьшилась биомасса *A. amurensis* — с 43,3 до 7,0 г/м². Отмечено катастрофическое снижение биомассы трепанга *A. japonicus* — с 52,4 до 0,2 г/м², асцидии пурпурной *H. aurantium* — с 74,4 до 0,9 г/м², а асцидия бугорчатая *H. roretzi* в наших исследованиях не встречена.

Сообщество модиолуса *M. kurilensis* в 1970-е гг. располагалось на небольших участках заиленного дна, теперь группировка с доминированием данного вида занимает наибольшую часть дна исследованной акватории. Расширение распространения модиолуса отмечалось в 2010 г. [Жариков, Преображенский, 2010]. В целом средняя биомасса группировки модиолуса с 1970-х гг. немного увеличилась, с 681,2 до 819,9 г/м², биомасса руководящего вида заметно возросла — с 275,6 до 591,0 г/м². Стоит отметить существенное увеличение обилия мидии *C. grayanus* — с 7,0 до 165,9 г/м², уменьшение биомассы трепанга с 44,4 до 0,2 г/м² и отсутствие асцидий *H. aurantium* и *H. roretzi*. Обилие морской звезды *P. pectinifera* практически не изменилось, тогда как биомасса *A. amurensis* заметно снизилась, с 4,9 до 1,4 г/м².

Обычно пространственное распределение сообществ на твердых грунтах постоянно, в отличие от распространения на мягких субстратах. Так, группировка морских ежей (*M. nudus* + *S. intermedius*) преимущественно сохранила места своей прежней локализации. Средняя биомасса данного формирования по сравнению с одноименным сообществом, описанным в 1970-х гг., уменьшилась с 477,2 до 135,9 г/м², закономерно снизилось и обилие руководящих видов: *M. nudus* — с 223,8 до 58,4 г/м² и *S. intermedius* — с 99,4 до 19,5 г/м². Упомянув характерные виды, отметим, что обилие *A. amurensis* не изменилось, у *P. pectinifera* уменьшилось с 56,9 до 14,6 г/м², а у *C. grayanus* возросло с 9,1 до 15,1 г/м². Почти не встречался характерный в прошлом трепанг *A. japonicus*, его обилие снизилось с 34,9 до 0,1 г/м², не отмечены *H. aurantium* и *Ch. swifti*.

Группировка с преобладанием устрицы (*C. gigas* + *C. grayanus*) впервые зафиксирована у юго-западного побережья бухты, в месте, где ранее доминировала мидия, которая в настоящее время здесь является субдоминантом. В 1970-е гг. взрослые особи устрицы отмечались только в сублиторальном сообществе zostеры *Zostera marina*, тогда как ювенильные встречались в большинстве сообществ, главным образом литоральных.

В открытой приглубой части бухты, где в 1970-е гг. доминировали инфаунные многощетинковые черви *Maldane sarsi*, а субдоминантами были морские звезды, нами околонтурена группировка морских звезд и ежей. Настоящими методами сбора практически не охвачены черви, обитающие в толще грунта. В исследованиях 2010 г. говорится о снижении доминирования *M. sarsi* в сообществах бухты из-за накопления органики [Жариков, Преображенский, 2010], но все же отмечается преобладание данного вида у входа бухты на глубине более 15 м [Федорец и др., 2011].

Сообщество асцидий (*H. aurantium* + *H. roretzi*) в центральной глубоководной части бухты, о котором упоминалось в 1970-е гг., в 2010 г. уже отсутствовало [Жариков, Преображенский, 2010], а на его месте доминировали инфаунные многощетинковые черви и офиуры. По результатам наших исследований здесь располагается группировка морских звезд и ежей. Данные сотрудников ТОИ ДВО РАН демонстрируют, что в 2009 и 2010 гг. асцидии встречались на камнях и скалах в открытой части бухты с максимальным обилием до 15 экз./м² на глубинах 7–10 м [Федорец и др., 2011], однако в настоящее время их встречаемость и обилие низкие.

На месте существовавшего в 1970-е гг. сообщества сердцевидного морского ежа и мидии Грея (*Echinocardium cordatum* + *C. grayanus*) в юго-западной части бухты сейчас доминирующая роль у мидии, а *E. cordatum* отсутствует.

Результаты настоящей работы демонстрируют, что средние показатели биомассы зообентоса, как и общая картина его пространственного распределения в бухте Алексеева, во многом схожи с данными предшествующих исследований. Главенствующую роль сохраняют фильтрующие сестонофаги — мидия Грея и модиолус. Но если площадь группировки мидии уменьшилась, то у модиолуса — возросла, данная тенденция отмечалась В.В. Жариковым и Б.В. Преображенским [2010].

Как и в прежние годы, заметная роль во всех сообществах принадлежит морским звездам — *P. pectinifera* и *A. amurensis*, однако если встречаемость и обилие первой за длительный срок практически не изменились, то второй — существенно снизились. Отмечено уменьшение обилия морских ежей скальных биотопов.

Теплый период года (лето — начало осени) не является оптимальным для учета трепанга, что связано с особенностями его нерестового поведения, поэтому оценки его обилия занижены. Однако сроки нашей съемки сопоставимы со сроками исследований пятидесятилетней давности [Волова и др., 1980], что позволяет сделать вывод о депрессивном состоянии поселения трепанга в настоящее время.

На акватории бухты нами не отмечено скоплений асцидий р. *Halocynthia*, а гребешок приморский встречен в разных биотопах, но с низкими показателями обилия.

Обнаружено поселение устрицы *C. gigas*, которое в предыдущих исследованиях не описано. Вероятно, массовое распространение устриц здесь произошло в последние несколько лет. Настоящее скопление способно обеспечить личиночный пул для экспансии моллюсков на близлежащие акватории.

Анализ размерного состава отдельных массовых видов беспозвоночных на исследованной акватории свидетельствует о стабильном состоянии их поселений.

Со времени первого масштабного исследования биоты бухты Алексеева прошло около 50 лет, в то время на акваторию еще не оказывалось существенного антропогенного воздействия. Затем, в результате деятельности хозяйства марикультуры по выращиванию гребешка и мидии, произошло накопление органических веществ в донных отложениях, что привело к перестройкам биоценозов преимущественно мягких грунтов. Впоследствии выяснилось, что эвтрофикация отрицательно сказалась на росте и жизнеспособности культивируемых объектов, и марикультурная деятельность была прекращена [Волова и др., 1980; Тарасова, 2004; Жариков, Преображенский, 2010].

Прошло около 30 лет после окончания деятельности марикультурного хозяйства, экологическая ситуация в бухте стала улучшаться, однако считается, что прошлое коренным образом повлияло на изменение ландшафтной структуры бухты [Жариков, Преображенский, 2010] и, вероятно, будет определять дальнейшую сукцессию донных сообществ. Приблизиться к пониманию дальнейших последствий антропогенной деятельности — задача сложная, тем более на фоне природных процессов циклического развития экосистем, влияния климатических процессов на них, а также природных аномальных явлений.

Ряд наблюдаемых изменений в бухте Алексеева, таких как расширение границ группировки с преобладанием модиолуса, объясняется увеличившимся заилинием грунта, наиболее выраженным в ее восточной части. Группировка мидии Грея лучше развита у западного побережья бухты, где среда наиболее динамична из-за открытости прибою при ветрах северных и северо-западных румбов. Низкое обилие приморского гребешка и трепанга обусловлено непрекращающимся браконьерством. А вот снижение обилия морских ежей, амурской звезды и асцидий, скорее всего, происходит вследствие более сложных причин, связанных с климатом и гидрологией.

Выводы

Исследования бентоса бухты Алексеева, выполненные за последние несколько десятилетий, демонстрируют достаточную устойчивость пространственного распределения и обилия массовых средообразующих представителей мегабентоса — мидии Грея, модиолуса, черного и серого морских ежей. Наблюдаемые процессы сукцессии донного населения обусловлены продолжительным воздействием в прошлом марикультурной деятельности, непрекращающимся браконьерством, рекреационной нагрузкой и климатическими изменениями.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарны рецензентам за ценные замечания, которые были учтены при подготовке настоящей рукописи к печати.

The authors are grateful to anonymous reviewers for their valuable comments, which were taken into account when preparing the manuscript for publication.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional principles for the care and use of animals have been observed. The authors state that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Концепция исследования, сбор биологического материала, обработка данных, обсуждение результатов исследования и редактирование — совместно; написание текста — Р.В. Власенко.

Concept of the study, samples collection, data processing, results discussing — both authors jointly; text is written and illustrated by R.V. Vlasenko and finally edited by both authors.

Список литературы

Аверинцев В.К., Голиков А.Н., Сиренко Б.И., Шереметевский А.М. Количественный водолазный метод при проведении гидробиологических исследований // Подводные гидробиологические исследования. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. — С. 48–58.

Атлас мегабентосных организмов Баренцева моря и сопредельных акваторий / Захаров Д.В., Стрелкова Н.А., Манушин И.Е. и др. — Мурманск : ПИНРО, 2018. — 530 с.

Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. — М. : ВНИРО, 2003. — 80 с.

Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере : моногр. — 2-е изд. — СПб. : Питер, 2003. — 688 с.

Буяновский А.И. Пространственно-временная изменчивость размерного состава в популяциях двустворчатых моллюсков, морских ежей и десятиногих ракообразных : моногр. — М. : ВНИРО, 2004. — 306 с.

Вашенко М.А., Лучшева Л.Н., Жадан П.М. и др. Оценка экологической ситуации в бухте Алексеева (залива Петра Великого Японского моря) по биологическим и биогеохимическим показателям // Биол. моря. — 1999. — Т. 25, № 2. — С. 96–97.

Волова Г.Н., Жаккина Т.И., Микулич Л.В. Бентос бухты Алексеева (залив Петра Великого) // Прибрежный планктон и бентос северной части Японского моря. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1980. — С. 32–56.

Воробьев В.П. Бентос Азовского моря : моногр. — Симферополь : Крымиздат, 1949. — 193 с. (Тр. АзЧерНИРО; вып. 13.)

Гайко Л.А., Зимин П.С. Научные исследования на морской экспериментальной станции «Остров Попова» Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН: история и современное состояние (бухта Алексеева, Японское море) // Морские биологические исследования: достижения и перспектив : в 3-х т. : сб. мат-лов Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции / под общей ред. А.В. Гаевской. — Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. — Т. 1. — С. 21–24.

Гальцова В.В., Павлюк О.Н. Мейобентос в условиях марикультуры приморского грешка в бухте Алексеева Японского моря // Биол. моря. — 1993. — Т. 19, № 5/6. — С. 17–22.

Долматова Л.С., Долматов И.Ю., Добряков Ю.И., Косьяненко А.А. Исследование состояния биотопов голотурий и асцидий в бухте Алексеева (залив Петра Великого) // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря. — М. : ГЕОС, 2008. — С. 261–270.

Ерунова М.Г., Гостева А.А. Географические и земельно-информационные системы. Ч. 2. Картографирование средствами инструментальной ГИС MapInfo. Методические указания. — Красноярск : Красн. гос. аграр. ун-т, 2004. — 83 с.

Жариков В.В., Преображенский Б.В. Ландшафтный мониторинг бухты Алексева (залив Петра Великого, Японское море) // Подводные исследования и робототехника. — 2010. — № 2(10). — С. 72–85.

Захаров Д.В., Стрелкова Н.А., Манушин И.Е. [и др.]. Атлас мегабентосных организмов Баренцева моря и сопредельных акваторий. — Мурманск, ПИНРО, 2018. — 530 с.

Мануйлов А.А. Подводные ландшафты залива Петра Великого : моногр. — Владивосток : ДВГУ, 1990. — 168 с.

Павлюк О.Н., Требухова Ю.А., Чернова Е.Н. Мейобентос в условиях марикультуры приморского гребешка в бухте Миноносков (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. — 2005. — Т. 31, № 5. — С. 329–337.

Тарасова Т.С. Состав и распределение бентосных фораминифер в условиях марикультуры (залив Петра Великого, Японское море) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 2004. — 24 с.

Федоренко Ю.В., Шарова О.А., Косьяненко А.А. и др. Экологический мониторинг морской биоты бухты Алексева (залив Петра Великого) // Изв. Самарск. науч. центра РАН. — 2011. — Т. 13, № 1(6). — С. 1386–1392.

Шейко Б.А., Федоров В.В. Глава 1. Рыбообразные и рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. — Петропавловск-Камчатский : Камч. печ. двор, 2000. — С. 7–69.

References

Averintsev, V.G., Golikov, A.N., Sirenko, B.I., and Sheremetevsky, A.M., Quantitative diving method of hydrobiological research, in *Podvodnyye gidrobiologicheskiye issledovaniya* (Underwater hydrobiological research), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1982, pp. 48–58.

Zakharov, D.V., Strelkova, N.A., Manushin, I.E., Zimina, O.L., Jørgensen, L.L., Luybin, P.A., Nosova, T.B., Zhuravleva, N.E., Golikov, A.V., and Blinova, D.Ju., *Atlas of the megabenthic organisms of the Barents Sea and adjacent waters*, Murmansk: PINRO, 2018.

Blinova, E.I., Vilkova, O.Yu., Milyutin, D.M., and Pronina, O.A., *Metodicheskie rekomendatsii po uchetu zapasov promyslovyykh gidrobiontov v pribrezhnoi zone* (Methodological Recommendations for the Inventory of Stocks of Commercial Aquatic Species in the Coastal Zone), Moscow: VNIRO, 2003.

Borovikov, V., *Statistica. Iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere* (Statistica. The Art of Data Analysis on a Computer), St. Petersburg: Piter, 2003, 2nd ed.

Buyanovsky, A.I., *Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' razmernogo sostava v populyatsiyakh dvustvorchatykh mollyuskov, morskikh ezhei i desyatinogikh rakoobraznykh* (Spatio-temporal Variability of Size Structure in Populations of Bivalve Mollusks, Sea Urchins, and Decapod Crustaceans), Moscow: VNIRO, 2004.

Vaschenko, M.A., Luchsheva, L.N., Zhadan, P.M., Bel'cheva, N.N., Syasina, I.G., and Silina, A.V., Assessment of Ecological Condition in the Alekseev Bight (Peter the Great Bay, the Sea of Japan) by Biological and Biogeochemical Parameters, *Russ. J. Mar. Biol.*, 1999, vol. 25, no. 2, pp. 98–100.

Volova, G.N., Zhakina, T.I., and Mikulich, L.V., Benthos of Alekseeva Bay (Peter the Great Bay, in *Pribrezhnyy plankton i bentos severnoy chasti Yaponskogo morya* (Coastal plankton and benthos of the northern part of the Sea of Japan), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1980, pp. 32–56.

Vorobyev, V.P., *Bentos Azovskogo morya* (Benthos of the Sea of Azov), Simferopol: Krymizdat, 1949.

Gayko, L.A. and Zimin, P.S., Scientific research at the Marine Experimental Station «Popov Island» of the V.I. Ilyichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences: History and Current state (Alekseev Bay, Sea of Japan), in *Morskie biologicheskiye issledovaniya: dostizheniya i perspektivy* (Marine biological research: achievements and prospects): collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 145th anniversary of the Sevastopol biological station, edited by A.V. Gaevskaya, Sevastopol: ECOSI-Gidrophysics, 2016, vol. 1, pp. 21–24.

Galtsova, V.V. and Pavlyuk, O.N., Meiobenthos in the areas of mariculture of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in Alekseev Bay (Sea of Japan), *Russ. J. Mar. Biol.*, 1993, vol. 19, no. 5/6, pp. 17–22.

Dolmatova, L.S., Dolmatov, I.Yu., Dobryakov, Yu.I., and Kosyanenko, A.A., Study of the state of sea cucumber and ascidian biotopes in Alekseev Bay (Peter the Great Bay), in *Sovremennoe*

sostoyanie i tendentsii izmeneniya prirodnoi sredy zaliva Petra Velikogo Yaponskogo morya (Current State and Trends in the Natural Environment of Peter the Great Bay, Sea of Japan), Moscow: GEOS, 2008, pp. 261–270.

Erunova, M.G. and Gosteva, A.A., *Geographical and land information systems. Part 2. Mapping with MapInfo: guidelines*. Krasnoyarsk, 2004.

Zharikov, V.V. and Preobrazhensky, B.V., Ecosystem transformation and its eventual landscape manifestation in the aquaculture-affected Alekseeva Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan), in *Podvodnie issledovaniya i robototekhnika* (Underwater investigation and robotics), 2010, no. 2(10), pp. 72–85.

Manuylov, A.A., *Podvodnyye landshafty zaliva Petra Velikogo* (Underwater landscapes of Peter the Great Bay), Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ., 1990.

Pavlyuk, O.N., Trebuhov, J.A., and Chernova, E.N., Meiobenthos of Japanese scallop culture grounds in Minonosok Bay, Sea of Japan, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2005, vol. 31, no. 5, pp. 329–337.

Tarasova, T.S., Composition and distribution of benthic foraminifera in mariculture conditions (Peter the Great Bay, Sea of Japan), *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 2004.

Fedorets, Yu.V., Sharova, O.A., Kosyanenko, A.A., Aksentov, K.I., Rakov, V.A., and Vasilyeva, L.E., Marine biota ecological monitoring in Alekseev Bay (Peter the Great Gulf), *Izv. Samarsk. nauch. tsentra RAN*, 2011, vol. 13, no. 1(6), pp. 1386–1392.

Sheiko, B.A. and Fedorov, V.V., Chapter 1. Fish-like and fishes, in *Katalog pozvonochnykh Kamchatki i sopredel'nykh morskikh akvatoriy* (Catalog of Kamchatka's vertebrates and adjacent marine areas), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatsky Pechatny Dvor, 2000, pp. 7–69.

World Register of Marine Species (WoRMS). <https://www.marinespecies.org/about.php>. Cited December 10, 2024.

<https://www.algaebase.org/>. Cited December 10, 2024.

Lotsiya severo-zapadnogo berega Yaponskogo morya. Ot reki Tumannaya do mysy Belkina (Northwestern Sea of Japan Coast Pilot. From the Tumen River to Cape Belkin), St. Petersburg: Gl. Upr. Navig. Okeanogr. Minist. Oborony, 1996, no. 1401.

Pravila rybolovstva dlya Dal'nevostochnogo rybokhozyaystvennogo basseyna. Prikaz Minsel'khoza Rossii ot 06.05.2022 № 285 (s izmeneniyami na 22.10.2024) (Fishing Rules for the Far Eastern Fisheries Basin (as amended as of 22.10.2024). <https://docs.cntd.ru/document/350550495>. Cited December 10, 2024.

Поступила в редакцию 9.12.2024 г.

После доработки 6.03.2025 г.

Принята к публикации 10.03.2025 г.

*The article was submitted 9.12.2024; approved after reviewing 6.03.2025;
accepted for publication 10.03.2025*