Известия ТИНРО

2015 **Том 183**

УДК 574.587(265.54)

И.Р. Левенец[1, 2], Е.Б. Лебедев[3]*

[1] Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17;

[2] Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б;

[3] Дальневосточный морской заповедник,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17

ИЗМЕНЕНИЯ В БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВАХ БУХТЫ МИНОНОСОК (ЗАЛИВ ПОСЬЕТА, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Изучены состав и структура бентосных сообществ в бухте Миноносок (зал. Посьета, Японское море) в 1990-е гг. и в 2012 г. На 5 базовых разрезах в 1990-х гг. встречено от 77 до 140 таксонов гидробионтов. Общая средняя биомасса бентоса была высокой, до 29 кг/м^2. По числу видов, частоте встречаемости и биомассе лидировали моллюски и водоросли. В 2012 г. на всех разрезах биоценотическая роль макрофитов и, как следствие, общая биомасса бентоса снизились. Монодоминантные сообщества в большинстве случаев сменились полидоминантными. На разрезах южного берега бухты в придонных горизонтах из-за заиления дна макроводоросли прикрепляются не к грунту, а к друзам мидий. Изменилась трофическая структура сообществ верхней сублиторали. Руководящими видами вместо продуцентов стали сестонофаги, детритофаги и хищники.

Ключевые слова: макробентос, разрезы, сообщества, изменения, руководящие виды, бухта Миноносок, залив Посьета.

Levenets I.R., Lebedev E.B. Changes in benthic communities of the Minonosok Bight (Posyet Bay, Japan Sea) // Izv. TINRO. — 2015. — Vol. 183. — P. 217–226.

Composition and structure of benthic communities in the Minonosok Bight (Posyet Bay, Japan Sea) are considered on the surveys data obtained in the 1990s and 2012. In total, 140 taxa of benthic organisms were found in the 1990s with domination of mollusks and algae by the species number, abundance; biomass, and occurrence; their total biomass was high, up to 29 kg/m^2. All these parameters became lower in the 2012 when the monodominant communities changed mainly to polydominant ones. In the 2012, the macroalgae weren't fasten onto the bottom in the southern part of the bay because of its silting, but they were attached to mussel druses. Trophic structure of the sublittoral communities was changed: the producers were replaced by sestonophages, detritophages and predators.

Key words: macrobenthos, transect, community, cenosis change, dominant species, Minonosok Bight, Posyet Bay.

* *Левенец Ирина Романовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник ИБМ ДВО РАН, доцент Дальрыбвтуза, e-mail: iralevenetz@rambler.ru; Лебедев Евгений Борисович, младший научный сотрудник, e-mail: ev-lebedev@mail.ru.*

Levenets Irina R., Ph.D., researcher, e-mail: iralevenetz@rambler.ru; Lebedev Eugeny B., junior researcher, e-mail: ev-lebedev@mail.ru.

Введение

Роль донных сообществ в обеспечении устойчивого функционирования прибрежных экосистем трудно переоценить. Бентосные сообщества обычно высокопродуктивны, характеризуются значительным таксономическим разнообразием, занимают обширные площади и создают среду обитания многих организмов (Шунтов, 2001). Однако эвтрофикация вод и донных отложений, усиление антропогенного пресса на отдельные участки прибрежья залива, вселение в природные экосистемы чужеродных видов, а также глобальные изменения климата могут вызывать смену доминантов в биоценозах, смену самих биоценозов и распространение в бентосе ранее второстепенных видов (Павлюк и др., 2001, 2005; и др.).

В конце 1990-х гг. в бухте Миноносок зал. Посьета (она является научно-производственным участком Дальневосточного морского заповедника) с точной координатной привязкой были описаны базовые гидробиологические разрезы в центральной (№ 1 и № 2, рис. 1), открытой (№ 3 и № 4) и кутовой (№ 5) частях (Лебедев и др., 2004; Лебедев, Вышкварцев, 2011). В 2012 г. были проведены фотонимические исследования макробентоса на тех же разрезах.

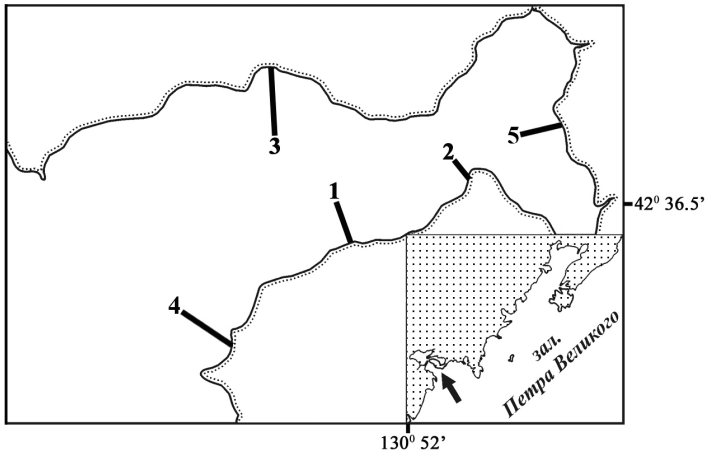

Рис. 1. Карта-схема района исследований: *1–5* — базовые гидробиологические разрезы

Fig. 1. Scheme of surveyed area: *1–5* — basic hydrobiological transects

Цель настоящей работы состоит в анализе современного состояния и тенденций многолетних изменений бентосных сообществ бухты Миноносок зал. Посьета.

Материалы и методы

Гидробиологические исследования на базовых разрезах в бухте Миноносок зал. Посьета проводили: на разрезах № 1 и № 2 — в сентябре 1997 г.; на разрезе № 3 — в июле и сентябре 1998 г.; на разрезе № 4 — в июле и августе 1999 г.; на разрезе № 5 — в июле, августе и сентябре 2000 г. (рис. 1). Координаты начальных точек отсчета на берегу для каждого базового разреза определяли с помощью навигационного прибора GPS Magellan-3000. Дистанционные фотонимические исследования проводили с использованием подводной видеокамеры JJ-Connect FishEye.

Сбор, обработку и анализ материала, собранного на базовых разрезах, проводили по стандартным гидробиологическим методикам, описанным в предыдущих статьях (Лебедев и др., 2004; Лебедев, Вышкварцев, 2011; и др.). Базовые разрезы № 1, 2, 4 выполнены у южного каменистого берега, разрез № 3 — у северного скалисто-каменистого берега и разрез № 5 — в куту бухты.

Результаты и их обсуждение

Состояние макробентоса на базовом разрезе № 1

На пологом подводном склоне, сформированном выходами коренных пород с булыжно-галечной наброской, в 1997 г. было выделено 9 поясов с различными соот-

ношениями плотности поселения и биомассы 140 учтенных таксонов. По биомассе лидировали Bivalvia: *Crenomytilus grayanus* (рис. 2, А) (до 19,6 кг/м^2), *Mizuhopecten yessoensis* и др., а также Echinodermata. По плотности поселения доминировали Falsicingula (Gasropoda) и Spirorbidae (Polychaeta).

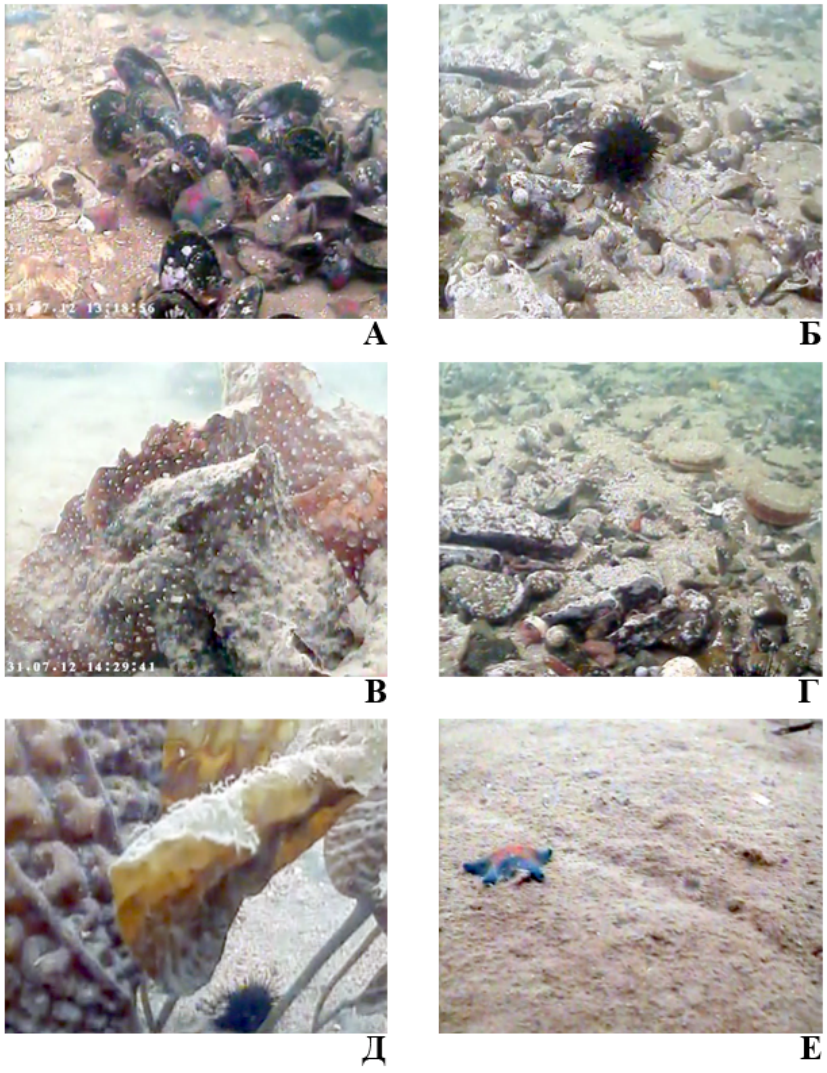

Рис. 2. Руководящие и характерные виды макробентоса бухты Миноносок: **А** — *Crenomytilus grayanus*; **Б** — *Clathromorphum compactum* + *Tegula rustica* + *Strongylocentrotus nudus*; **В** — *Agarum clathratum*; **Г** — *T. rustica* + *Mizuhopecten yessoensis*; **Д** — *Costaria costata*; **Е** — *Patiria pectinifera*

Fig. 2. Dominant and subdominant species of macrobenthos in the Minonosok Bight: **А** — *Crenomytilus grayanus*; **Б** — *Clathromorphum compactum* + *Tegula rustica* + *Strongylocentrotus nudus*; **В** — *Agarum clathratum*; **Г** — *T. rustica* + *Mizuhopecten yessoensis*; **Д** — *Costaria costata*; **Е** — *Patiria pectinifera*

В 2012 г. на глубине 0,5–2,5 м отмечено изменение состава грунта (табл. 1). Сообщества литорали теперь образуют сестонофаги (усоногий рак *Chthamalus dalli*) и фито-детритофаги — брюхоногий моллюск *Tegula rustica*. Ранее же преобладали моллюски различных трофических групп: устрицы-сестонофаги (Bivalvia), литорины-фитофаги и нуцеллы-хищники (Gastropoda) (Цихон-Луканина, 1987). Хтамалусы были субдоминантами. В верхней части сублиторали растительные сообщества сменились на животные или смешанные. Усилилась мозаичность сообществ, в которых совместно доминируют 2–3 группы: чаще всего Gastropoda, известковые Rhodophyta и Echinodermata

Таблица 1

Сравнительная характеристика разреза № 1 (южный берег бухты Миноносок) по данным гидробиологических (1997 г.) и дистанционных (2012 г.) исследований

Table 1

Comparative description of benthos on the transect № 1 (at southern coast of the Minononosok Bight) on the data of shipboard survey in 1997 and remote survey in 2012

Год	Зона, пояс	Руководящие виды (группы)	Грунт	Р, м	Ш, м	Г, м
1997	Супралитораль	Нет макробентоса	Камни	0–2,5	2,5	–
2012						
1997	Литораль, верхняя ступень	*Littorina brevicula*, Decapoda, Isopoda	Камни, галька, скала	2,5–4,0	1,5	–
	Литораль, нижняя ступень: пояс хтамалусов и молоди устриц	*Chthamalus dalli*, *Crassostrea gigas*, Spirorbidae, *Nucella heyseana*		4,0–4,5	0,5	
2012	Литораль	*Ch. dalli*, *Tegula rustica*	Камни	3,5–5,5	2	–
	Сублитораль					
1997	Пояс известковых водорослей	*Corallina pilulifera*, Echinodermata, Gastropoda	Камни, галька, скала	4,5–10,0	5,5	0–0,6
2012	Пояс спирорбид и брюхоногих	Spirorbidae, Littorina, *T. rustica*, Arenicola		5,5–9,0	3,5	0–0,5
1997	Пояс зеленых водорослей: верхняя ступень	*Codium fragile, Ulva lactuca, Sargassum miyabei*	Крупная галька	10–12	2	0,6–0,9
	Пояс зеленых водорослей: нижняя ступень	*C. fragile, U. lactuca, Modiolus kurilensis*	То же + камни	12–18	6	0,90–0,95
2012	Пояс бурых водорослей	Phaeophyceae (10–80 %), *T. rustica*, Littorina, *Patiria pectinifera*, Paguridae	Крупная галька, ракуша, песок	9–17	8	0,5–1,0
1997	Горизонтальное плато	Corallinaceae (50 %), Bivalvia, Spongia, Echinodermata	Камни	18–28	10	0,95–1,0
2012		*T. rustica, Littorina squalida*, Corallinaceae (20–50 %), *P. pectinifera*	Камни, галька, ракуша, песок	17–42	25	0,9–1,1
1997	Пояс крупных мидий: верхняя ступень	*Crenomytilus grayanus, M. kurilensis*, Echinodermata, Corallinaceae	Камни	28–34	6	1,0–1,5
	Пояс крупных мидий: средняя ступень	*C. grayanus, M. kurilensis*, Echinodermata	Камни, галька	34–51	17	1,5–2,2
	Пояс крупных мидий: нижняя ступень	*M. kurilensis*, Echinodermata		51–61	10	2,2
2012	Пояс известковых водорослей, моллюсков и иглокожих	Corallinaceae, *T. rustica*, Echinoidea, *C. grayanus, M. kurilensis, Mizuhopecten yessoensis*	Песок, ракуша, галька, камни	43–60	17	1,5–2,5
1997	Пояс гребешков: верхняя ступень	*M. yessoensis*, Echinodermata	Камни, галька, песок	61–72	11	2,2–3,5
2012	Пояс гребешков, мидий и иглокожих	*M. yessoensis, Strongylocentrotus nudus*, Echinodermata, *C. gigas* на затопленных садках				2,5–3,2
1997	Пояс гребешков: нижняя ступень	*M. yessoensis, C. grayanus*, Echinodermata	Песок, ракуша	72–93	21	3,5–5,0
2012	Пояс редких друз мидий	*C. grayanus* (10–40 %), Echinodermata, Ulva, *M. yessoensis, C. gigas*				
1997	Пояс редких друз мидий	*C. grayanus, Acila insignis, M. kurilensis, M. yessoensis*, Echinodermata	Илистый песок	93–125	32	5–10
2012	Пояс редких друз мидий и бурых водорослей: верхняя ступень	*C. grayanus, M. kurilensis, Agarum clathratum, Costaria costata, U. lactuca, Saccharina cichorioides*, Echinodermata	Песок, ракуша, заиленный песок, ил			
1997	Пояс голого дна	Ophiuroidea, Nemertini, Polychaeta	Ил	125–212	87	10,0–13,2
2012	Пояс редких друз мидий и бурых водорослей: нижняя ступень	*C. grayanus, M. kurilensis, A. clathratum, C. costata*, Asteroidea, Macrura, Rhodophyta	«	125–185	60	10,0–13,1

Примечание. В табл. 1–5 приняты следующие обозначения: Р — расстояние от точки отсчета, Ш — ширина пояса, Г — глубина.

(рис. 2, Б). Пояс одних двустворчатых моллюсков — *M. yessoensis* — сменился поясом других — *C. grayanus* и *Modiolus kurilensis*. В нижних горизонтах стало характерным прикрепление Algae не к грунту, а к друзам *C. grayanus*: на глубине 3–4 м — зеленых, а на глубине 6–13 м — бурых и красных водорослей (рис. 2, В).

Состояние макробентоса на базовом разрезе № 2

На базовом гидробиологическом разрезе № 2 в 1997 г. выделено 6 поясов с различными соотношениями плотности поселения и биомассы 77 учтенных таксонов. По биомассе (до 28,8 кг/м^2) лидировали двустворчатые моллюски *C. grayanus, M. kurilensis, M. yessoensis* (рис. 2, Г) и иглокожие, по плотности поселения — Spirorbidae, Cirripedia и Bivalvia.

В 2012 г. на разрезе № 2 произошли изменения состава грунта на глубине 0–7 м, т.е. в большинстве поясов (табл. 2). Макробентос существовал лишь в нижней части литорали и был представлен полихетами-спирорбидами и раками-отшельниками. В верхней части сублиторали зарегистрировано совместное доминирование брюхоногих моллюсков со спирорбидами и иглокожими. На максимальных глубинах стало характерным присутствие ламинариевых водорослей на друзах крупных мидий (рис. 2, Д).

Таблица 2

Сравнительная характеристика разреза № 2 (южный берег бухты у мыса Алеут) по данным гидробиологических (1997 г.) и дистанционных (2012 г.) исследований

Table 2

Comparative description of benthos on the transect № 2 (at Cape Aleut on southern coast of the Minonosok Bight) on the data of shipboard survey in 1997 and remote survey in 2012

Год	Зона, пояс	Руководящие виды (группы)	Грунт	Р, м	Ш, м	Г, м
1997	Супралитораль	Нет макробентоса	Галька	0–3	3	–
2012						
1997	Литораль, пояс литторин	*L. brevicula*	Скала, галька, песок	3–6	3	–
2012	Нижняя литораль: пояс полихет и ракообразных	Spirorbidae, Paguridae				
	Сублитораль					
1997	Пояс хтамалусов и молоди устриц	*Ch. dalli, C. gigas, S. nudus, L. squalida*	Скала, гравий	6,0–6,5	0,5	0–0,2
	Пояс скалистого плато	*S. nudus, P. pectinifera*		6,5–15,0	8,5	0,2–1,0
2012	Пояс брюхоногих моллюсков и спирорбид	*L. squalida, T. rustica*, Spirorbidae, Actiniaria, *P. pectinifera, Chlamys nipponensis*	Галька, гравий, ракуша	6–15	9	0–0,8
1997	Пояс крупных мидий	*C. grayanus*, Spirorbidae, Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora	Камни, галька, песок	15–28	13	1,0–4,5
2012	Пояс брюхоногих и иглокожих	*L. squalida, T. rustica, P. pectinifera, Ch. nipponesis*	Галька, гравий, камни, песок	15–25	10	0,7–0,8
1997	Пояс морских звезд	*P. pectinifera*	Песок	28–53	25	4,5–7,0
2012	Пояс крупных мидий	*C. grayanus*, Paguridae, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata	Скала, камни, песок	25–53	28	0,7–2,9
	Пояс друз крупных мидий	*C. grayanus*, Echinodermata, Bivalvia	Песок, заиленный песок, ракуша	53–90	37	2,9–7,0
	Пояс друз крупных мидий и водорослей	*C. grayanus, S. cichorioides, A. clathratum, C. costata*, Rhodophyta, Ascidia, Echinodermata, Bivalvia	Ил	90–180	90	7,0–10,2

Таким образом, на базовом разрезе № 2, так же как и на разрезе № 1, заметные изменения произошли в литоральных и верхнесублиторальных сообществах. В них уменьшилась биоценотическая роль макрофитов, вследствие этого снизилась общая биомасса макробентоса. В верхней части сублиторали возросла роль детритоядных и хищных беспозвоночных.

Состояние макробентоса на базовом разрезе № 3

На пологом подводном склоне с галечно-булыжным, песчаным и илисто-песчаным грунтом в 1998 г. было выделено 9 поясов с различными количественными соотношениями 115 учтенных таксонов. По биомассе (до 5,3 кг/м^2) лидировали двустворчатые моллюски, морские травы, зеленые и бурые водоросли, по плотности поселения — Spirorbidae, Phoronida и Bivalvia. Распределение организмов у северного берега имело свои особенности: низкую биомассу животных в супралиторали и на литорали, а также доминирование в эпифауне каменисто-галечных грунтов мидий *M. kurilensis*.

В 2012 г. на разрезе № 3 проведены дистанционные фотонимические исследования, выявившие ряд изменений в бентосных сообществах (табл. 3). В верхней сублиторали вместо исчезнувших видов макрофитов стали преобладать ульвовые и кораллиновые водоросли, устойчивые к загрязнению и эвтрофированию (Виноградова, 1979; Клочкова, 1996). На глубине 0,9–3,5 м заметно возросла роль детритоядных и хищных видов иглокожих.

Таблица 3

Сравнительная характеристика разреза № 3 (северный берег бухты)
по данным гидробиологических (1998 г.) и дистанционных (2012 г.) исследований

Table 3

Comparative description of benthos on the transect № 3 (at northern coast of the Minonosok Bight)
on the data of shipboard survey in 1998 and remote survey in 2012

Год	Зона, пояс	Руководящие виды (группы)	Грунт	Р, м	Ш, м	Г, м
1998	Супралитораль	Нет макробентоса	Скала, галька	0–5,5	5,5	–
2012						
	Литораль					
1998	Брюхоногие и спирорбиды	Gastropoda, Spirorbidae	Гравий, ракуша	5,5–9,5	4	–
2012	Брюхоногие моллюски	*T. rustica*	Галька	5,5–8,5	3	–
	Сублитораль					
1998	Пояс спирорбид	Spirorbidae, *L. squalida, Homalopoma sangarense*, Isopoda, корковые Algae	«	9,5–13,5	4	0–0,6
2012	Пояс спирорбид и кораллиновых водорослей	Spirorbidae, Corallinaceae, *L. squalida, T. rustica*, Echinoidea	Скала, камни, галька	8,5–14,0	5,5	0–0,5
1998	Пояс морских трав	*Phyllospadix iwatensis, M. kurilensis*, Echinodermata	Скала, камни	14–28	14	0,5–1,5
2012	Пояс кораллиновых водорослей и иглокожих	Corallinaceae, *S. nudus, Apostichopus japonicus, P. pectinifera, Asterias amurensis, C. grayanus*	То же + галька, ракуша			
1998	Пояс бурых водорослей	*Analipus japonicus*, Corallinaceae, Echinodermata	Камни, галька	28–38	10	1,4–2,2
2012	Пояс зеленых водорослей	*U. lactuca*, Corallinaceae, Echinodermata, *C. grayanus, M. kurilensis*	Гравий, галька, песок, ракуша	28–75	47	1,6–3,2
1998	Пояс зеленых водорослей	*U. lactuca, C. fragile*, Cladophora, *Analipus japonicus*	Галька, песок	38–62	24	2,2–2,8
1998	Пояс одиночных крупных мидий	*M. kurilensis*, корковые Rhodophyta, Echinodermata	Галька, ракуша	62–85	23	2,8–3,5
2012		*M. kurilensis, S. cichorioides, C. costata*	То же + песок	76–96	20	3,2–4,0
1998	Пояс друз крупных мидий	*M. kurilensis, C. fragile*, Echinodermata	«	85–123	38	3,5–5,0
2012		*M. kurilensis, C. costata, U. lactuca*, Echinodermata	Песок, ракуша, заиленный песок	96–126	30	4,1–5,6
1998	Пояс одиночных друз мидий	*C. grayanus, M. kurilensis*, Corallinaceae, Echinodermata	Илистый песок	123–185	62	5,0–7,8
2012		*C. grayanus, P. pectinifera*, Algae, Echinodermata	То же + ракуша, ил	127–200	73	5,6–9,5

Состояние макробентоса на базовом разрезе № 4

На валунно-галечном склоне вблизи входного мыса Крейсерок в 1999 г. было выделено 8 поясов с различными значениями плотности поселения и биомассы 107 учтенных таксонов, различающихся по составу сообществ и грунтам. Наиболее значимыми организмами по биомассе (до 11,2 кг/м^2) были водоросли *Codium fragile* и *Sargassum pallidum*, иглокожие *Patiria pectinifera* (рис. 2, Е) и *Strongylocentrotus nudus*. Распределение организмов на базовом разрезе № 4 было достаточно специфическим для бухты, с обедненным населением в верхних горизонтах сублиторали и постепенным увеличением обилия известковых Rhodophyta, Bivalvia и Echinodermata на глубинах 3–7 м.

В 2012 г. на разрезе № 4 проведены дистанционные фотонимические исследования, выявившие ряд изменений в донных сообществах (табл. 4). Как видно, фитоценозы верхних горизонтов сублиторали заместились мозаичными сообществами с преобладанием животных либо смешанными. Руководящими видами в них стали сестонофаги, детритофаги и хищники.

Состояние макробентоса на базовом разрезе № 5

На подводном склоне с песчано-щебнистым, каменистым и каменисто-песчаным грунтом в 2000 г. выделено 7 поясов с различными значениями плотности поселения и биомассы 95 учтенных таксонов. Распределение организмов в кутовой части бухты Миноносок имело свои особенности: крайне низкую биомассу гидробионтов в супралиторали и на литорали, а также локальное доминирование мидий и иглокожих в эпифауне на глубине 1–3 м.

В 2012 г. на разрезе № 5 выявлены изменения в сообществах (табл. 5). Отмечена смена грунта на глубине 0–1 м. В данном горизонте сменились и растительные доминанты: исчез кодиум, в сообществе которого биомасса достигала 20,5 кг/м^2. Саргассум встречается дальше от берега и доминирует совместно с брюхоногими и спирорбидами. Глубже 1 м смены бентосных сообществ пока не произошло.

Таким образом, в 2012 г. на всех 5 разрезах отмечено снижение биоценотической роли макрофитов, особенно бурых водорослей и морских трав. Это явление может быть вызвано несколькими причинами.

Известно, что увеличение хозяйственной деятельности приводит к эвтрофикации водоемов и уменьшению площадей произрастания морских трав во всем мире (Larkum et al., 2006). Тренды потепления вод и сложная гидродинамика в отдельных бухтах зал. Посьета, в том числе в бухте Миноносок (Григорьева и др., 2002; Гайко, 2005), вероятно, также могут вызывать смену сообществ в литоральной и верхнесублиторальной зонах.

Доминантами и субдоминантами современных бентосных сообществ бухты Миноносок являются экологически пластичные виды беспозвоночных: моллюски *Littorina brevicula, T. rustica, M. yessoensis, C. grayanus* и *M. kurilensis*, полихеты Spirorbidae, иглокожие *S. nudus, Asterias amurensis* и *P. pectinifera*. Они имеют широкий пищевой спектр, естественная изменчивость которого обусловлена сезонными и локальными изменениями кормовой базы.

Известно, что полихеты семейства Spirorbidae являются типичными сестонофагами (Ржавский, Бритаев, 1984). Основу пищи многих моллюсков составляет детрит, что очень важно для антропогенно трансформированных экосистем. Мидии могут употреблять в пищу и донные организмы, а также питаться метаболитами бактерий (Цихон-Луканина, 1979). Гребешки в условиях подвесного выращивания питаются из толщи воды. При донном выращивании они становятся седиментаторами, употребляя в пищу взвесь из придонного слоя воды (Микулич, Цихон-Луканина, 1981).

Установлено, что черный морской еж *S. nudus* в неблагоприятных условиях существования способен переходить от аэробного обмена к анаэробному (Дроздов, Дроздов, 2015). Мидии благодаря биохимическим особенностям легко переходят с аэробного обмена на анаэробный (Алякринская, 1979). Разреженные друзы мидий,

Таблица 4

Сравнительная характеристика разреза № 4 (южный берег бухты у мыса Крейсерок) по данным гидробиологических (1999 г.) и дистанционных (2012 г.) исследований

Table 4

Comparative description of benthos on the transect № 4 (at Cape Kreyserok on southern coast of the Minonosok Bight) on the data of shipboard survey in 1999 and remote survey in 2012

Год	Зона, пояс	Руководящие виды (группы)	Грунт	Р, м	Ш, м	Г, м
1999	Супралитораль	Нет макробентоса	Галька	0–10,5	10,5	–
2012						
	Литораль					
1999		Gastropoda, Amphipoda	Галька, песок	10,5–14,0	3,5	–
2012		Нет макробентоса	То же + камни			
	Сублитораль					
1999	Пояс брюхоногих моллюсков	*L. squalida*, Falsicingula, *Pusillina plicosa*	Камни, галька, песок	14–16	2	0–0,5
2012		*T. rustica, L. squalida*				
1999	Пояс бурых водорослей	*Sargassum pallidum, Chordaria flageliformis*, Gastropoda, Echinodermata, Bivalvia	Камни, галька	16–19	3	0,5–1,0
2012	Пояс спирорбид, брюхоногих, бурых водорослей и иглокожих	Spirorbidae (до 95 %), *T. rustica, L. squalida, S. pallidum*, Echinodermata		16–23	7	0,5–1,1
1999	Пояс кодиума	*C. fragile*, Bivalvia, Echinodermata	То же	19–24	5	1,0–1,5
2012	Пояс одиночных мидий, иглокожих и брюхоногих	*M. kurilensis, C. grayanus, P. pectinifera, S. nudus, T. rustica*	Камни	23–28	5	1,0–1,3
1999	Пояс одиночных мидий, верхняя ступень	*M. kurilensis*, Corallinaceae, Chlorophyta, Phaeophyceae, Bivalvia, Echinodermata	Камни, галька	24–38	14	1,5–3,0
	Пояс одиночных мидий, нижняя ступень	*M. kurilensis*, корковые Rhodophyta	То же + песок	38–77	39	3–6
	Пояс одиночных крупных мидий и иглокожих	*M. kurilensis, P. pectinifera*, Corallinaceae	Песок	77–92	15	6,0–6,5
	Пояс друз крупных мидий	*M. kurilensis*, Echinodermata, Corallinaceae, *C. grayanus*	Створки мертвых устриц	92–99	7	6,5–7,0
2012	Пояс друз мидий, верхняя ступень	Mytilidae, Echinodermata, *T. rustica*, Ulva, Phaeophyceae	Булыжная мостовая	28–68	40	1,3–3,7
	Пояс друз мидий, нижняя ступень	Mytilidae, Echinodermata, *T. rustica*	То же + песок + наилок	68–92	24	3,7–5,8
	Пояс друз крупных мидий и бурых водорослей, верхняя ступень	*C. grayanus?, P. pectinifera, A. clathratum, C. costata*, Ulva, *M. kurilensis*	Камни, песок, ракуша	92–99	7	5,8–6,7
	Пояс друз крупных мидий и бурых водорослей, нижняя ступень	*C. grayanus?, P. pectinifera, A. clathratum, C. costata*, Ulva, *M. kurilensis, S. nudus*, Asteroidea, Polychaeta	Песок, ракуша, илистый песок, ил	100–169	69	6,7–13,3

наблюдаемые в 2012 г. на всех 5 разрезах, свидетельствуют о стабильности их популяции и быстром росте в данном районе (Вигман, Кутищев, 1979; Селин, 1979). Однако молодь мидий практически не выживает в условиях сильного заиления. Поэтому до глубины 5 м креномидии живут долго, но растут медленно. Глубже 17–20 м в открытых участках креномидии растут быстро, но живут не так долго (Авдеева-Марковская, 1979).

Таблица 5

Сравнительная характеристика разреза № 5 (кутовая часть бухты)
по данным гидробиологических (2000 г.) и дистанционных (2012 г.) исследований

Table 5

Comparative description of benthos on the transect № 5 (in the inner part of the Minonosok Bight)
on the data of shipboard survey in 2000 and remote survey in 2012

Год	Зона, пояс	Руководящие виды (группы)	Грунт	Р, м	Ш, м	Г, м
2000	Супралитораль	Под выбросами морской травы: Amphipoda, Isopoda, Gastropoda	Щебень	0–0,5	0,5	–
2012		Нет макробентоса		0–1	1	
	Литораль					
2000	Пояс хтамалусов	*Ch. dalli*, Spirorbidae, *L. brevicula*	Камни, щебень	0,5–5,2	4,7	–
2012	Пояс литторин	*L. brevicula*	Щебень	2,0–2,5	0,5	–
	Пояс хтамалусов	*Ch. dalli*		2,5–5,0	2,5	
	Сублитораль					
2000	Пояс голого дна	*L. squalida*, Tritia spp., *T. rustica*	Щебень, песок	5,2–12,0	6,8	0–0,3
2012	Пояс спирорбид и брюхоногих	Spirorbidae, *L. squalida, T. rustica*	Щебень	5–8	3	0–0,3
2000	Пояс бурых водорослей	*Sargassum miyabei* (90 %)	Гравий	12–28	16	0,4–0,1
2012	Пояс полихет-спирорбид, брюхоногих и водорослей	*L. squalida, T. rustica*, Spirorbidae, Algae	Скала, гравий, песок	8–22	14	0,3–0,4
2000	Пояс голых камней	Codium, Corallinaceae	Камни, щебень	28–32	4	0,1–0,5
2012	Пояс бурых водорослей, литторин и спирорбид	Sargassum (30–70 %), *L. squalida, T. rustica*, Spirorbidae		22–31	9	0,3–0,4
2000	Пояс кодиума	*C. fragile, C. grayanus*	Камни	32–43	11	0,5–1,0
2012	Пояс брюхоногих моллюсков и иглокожих	*L. squalida, T. rustica*, Spirorbidae, Echinodermata	Камни, галька, скала, мертвый мидийник	31–40	9	0,4–1,0
2000	Пояс друз мидий	*C. grayanus*, Asteroidea, Corallinaceae	Щебень, камни, песок	43–58	15	1,0–2,7
2012		*C. grayanus* (10–100 %), *T. rustica*	Камни, галька, скала, ил, мертвые мидии	40–85	45	1,0–4,3
2012	Пояс иглокожих	*P. pectinifera, A. amurensis, S. nudus, M. yessoensis*	Галька, гравий, ракуша; глубже — ил	85–90	5	4,3–4,8

Выводы

Таким образом, дистанционные исследования в бухте Миноносок выявили некоторые общие многолетние тенденции изменений бентосных сообществ.

Изменения произошли в «неустойчивых» зонах: на литорали и в тех поясах сублиторали, где изменился состав грунта. В верхней сублиторали растительные сообщества заместились животными или смешанными, биоценотическая роль макрофитов и общая биомасса бентоса снизились.

Усилилась мозаичность бентоса: монодоминантные сообщества в большинстве случаев сменились полидоминантными.

На разрезах южного берега в нижних горизонтах из-за заиления дна стало характерным прикрепление водорослей не к грунту, а к друзам мидий.

Изменилась трофическая структура сообществ верхней сублиторали. Руководящими видами в них стали сестонофаги, детритофаги и хищники.

Авторы искренне благодарны за сбор и первичную обработку материала организатору гидробиологических и дистанционных работ в бухте Миноносок Д.И. Вышкварцеву.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Объединенного гранта ДВО 15-I-6-012 о «Устойчивость и безопасность морских и прибрежных экосистем в современных условиях».

Список литературы

Авдеева-Марковская Е.Б. О размерно-возрастном составе поселений *Crenomytilus grayanus* (Dunker) в разных условиях обитания в заливе Петра Великого Японского моря // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. — Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1979. — С. 3–8.

Алякринская И.О. Биохимические предпосылки высокой выживаемости мидий // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. — Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1979. — С. 12–13.

Вигман Е.П., Кутищев А.А. Роль друз разной величины в поддержании численности популяции креномидии грайана // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. — Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1979. — С. 34–36.

Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. — Л. : Наука, 1979. — 147 с.

Гайко Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море) : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 2005. — 151 с.

Григорьева Н.И., Кучерявенко А.В., Федосеев В.Я. Гидрометеорологическая характеристика залива Посьета как района культивирования гидробионтов // Вопр. рыб-ва. — 2002. — Т. 3, № 4(12). — С. 578–604.

Дроздов К.А., Дроздов А.Л. Изменение содержания лактата и аланина в целомической жидкости морского ежа *Mesocentrotus nudus* (A. Agassiz, 1864) (Echinoidea: Strongylocentrotidae) свидетельствует о наличии анаэробного гликолиза // Биол. моря. — 2015. — Т. 41, № 4. — С. 285–289.

Клочкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива (Японское море) и особенности ее формирования : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 1996. — 292 с.

Лебедев Е.Б., Вышкварцев Д.И. Состав и распределение донных сообществ бухты Миноносок залива Посьета Японского моря (разрезы № 3 и № 4) // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. — Владивосток : ДВМБГПЗ ДВО РАН, 2011. — № 1. — С. 82–110.

Лебедев Е.Б., Левенец И.Р., Вышкварцев Д.И. Донные сообщества бухты Миноносок залива Посьета (Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 137. — С. 378–392.

Микулич Л.В., Цихон-Луканина Е.А. Состав пищи приморского гребешка // Океанол. — 1981. — Т. 21, вып. 5. — С. 894–897.

Павлюк О.Н., Преображенская Т.В., Тарасова Т.С. Межгодовые изменения в структуре сообщества мейобентоса бухты Алексеева Японского моря // Биол. моря. — 2001. — Т. 27, № 2. — С. 127–132.

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

Ржавский А.В., Британев Т.А. Экология *Janua (Dexiospira) nipponica* и *J. (D.) alveolata* (Polychaeta, Spirorbidae) у южного побережья Приморья и морфология трубок // Зоол. журн. — 1984. — Т. 63, вып. 9. — С. 1305–1315.

Селин Н.И. Влияние характера организации друз на рост креномидий грайана // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. — Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1979. — С. 104–105.

Цихон-Луканина Е.А. Питание митилид (Bivalvia, Mytilidae) // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. — Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1979. — С. 124–126.

Цихон-Луканина Е.А. Трофология водных моллюсков : моногр. — М. : Наука, 1987. — 175 с.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

Larkum A., Orth R., Duarte C. Seagrasses: biology, ecology and conservation. — Netherlands : Springer, 2006. — 690 p.

Поступила в редакцию 4.08.15 г.