

УДК 593.12(265.54)

Т.С. Тарасова¹, А.В. Романова², С.П. Плетнев³, В.К. Аннин^{3*}¹ Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17;² Дальневосточный геологический институт ДВО РАН,
690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159;³ Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР В БУХТЕ ЖИТКОВА (О. РУССКИЙ) ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Исследованы качественный и количественный составы комплексов современных бентосных фораминифер из бухты Житкова (о. Русский) зал. Петра Великого Японского моря. Обнаружены 52 вида бентосных фораминифер, принадлежащих к 30 родам 14 семейств. Большую часть комплексов составили секретионные формы, представленные 38 видами. Среди них наиболее многочисленны представители семейств Elphidiidae, Discorbidae, Buliminidae. Из 14 агглютинирующих видов фораминифер самыми распространенными оказались 2 вида из семейств Trochamminidae и Ataxophragmiidae. Выявлена зависимость плотности поселения фораминифер от характера грунта: наибольшая численность обнаружена в алевритовом миктите и песчаном гравии, наименьшая — в пелитовом миктите. По количественному превосходству представителей тех или иных семейств в бухте Житкова выделены шесть комплексов фораминифер.

Ключевые слова: бентосные фораминиферы, комплексы, распределение, донные осадки, марикультура.

Tarasova T.S., Romanova A.V., Pletnev S.P., Annin V.K. Modern assemblages of benthic foraminifera in the Zhitkov Bay (Russky Island) of Peter the Great Bay, Japan Sea // *Izv. TINRO*. — 2016. — Vol. 184. — P. 158–167.

Taxonomic and quantitative composition of Foraminifera assemblages in the Zhitkov Bay (Russky Island, Peter the Great Bay, Japan Sea) are described. In total, 52 species from 30 genera and 14 families of benthic foraminifera have been identified in bottom sediments. The most of them are represented by calcareous forms (38 species), with the highest abundance of families Elphidiidae, Discorbidae, and Buliminidae, other are 14 species of agglutinated foraminifera, including 2 common species of families Trochamminidae and Ataxophragmiidae. Population density of benthic foraminifera correlates well with the type of bottom sediments: the

* Тарасова Татьяна Сергеевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: tanya.taras2012@yandex.ru; Романова Александра Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, e-mail: sandra_ru@bk.ru; Плетнев Сергей Павлович, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: pletnev@poi.dvo.ru; Аннин Владимир Кузьмич, ведущий инженер, e-mail: annin@poi.dvo.ru.

Tarasova Tatyana S., Ph.D., researcher, e-mail: tanya.taras2012@yandex.ru; Romanova Alexandra V., Ph.D., researcher, e-mail: sandra_ru@bk.ru; Pletnev Sergey P., D.Sc., leading researcher, e-mail: pletnev@poi.dvo.ru; Annin Vladimir K., leading engineer, e-mail: annin@poi.dvo.ru.

highest abundance is observed on alenric sediments and pebble-sandy grounds and the lowest abundance — on fine-grained pelitic sediments. Six assemblages of benthic foraminifera are determined for the Zhitkov Bay, taking into account the prevailing families.

Key words: benthic foraminifera, benthic assemblage, distribution of benthos, bottom sediments, aquaculture.

Введение

Бентосные фораминиферы — обширная группа простейших организмов, тело которых защищено раковиной. Они обитают на всех широтах и глубинах Мирового океана. Короткие циклы развития большинства бентосных фораминифер и приуроченность ряда видов к определенным экологическим условиям характеризуют их как животных, очень чувствительных к быстрым изменениям среды. Они живут на поверхности и в толще донных осадков и в большей степени, чем планктон или нектон, подвергаются вредному воздействию токсических элементов и соединений, аккумулирующихся на дне морских водоемов. В сильно загрязненных областях у фораминифер могут появляться морфологически измененные раковины, обедняется видовой состав, снижается плотность поселения большинства видов, увеличивается численность оппортунистических видов. Изменение видового разнообразия фораминифер — это надежный инструмент для оценки воздействия антропогенной нагрузки на морские экосистемы (Тарасова, 2006; Alve et al., 2009; Pawlowski et al., 2014; и др.).

Особый интерес представляют исследования в районах искусственного выращивания беспозвоночных и рыб. В таких местах негативные последствия наблюдаются под установками марикультуры и в непосредственной близости от них — загрязнение акватории, эвтрофирование, накопление биоотложений и, как следствие, фаунистические изменения в сообществах морских организмов (Тарасова, Преображенская, 2007).

Акватория бухты Житкова была выбрана в качестве полигона для изучения прибрежной экосистемы в связи со строительством на о. Русском Приморского океанариума. В этой бухте располагалось хозяйство марикультуры приморского гребешка в подвесных садках, занимавших значительную часть акватории в течение нескольких лет, предположительно с 2003 по 2008 г. Все подвесные установки были сняты непосредственно перед началом гидробиологических исследований.

Цель данной работы — характеристика таксономического состава бентосных фораминифер и особенностей их количественного расселения в бухте Житкова до начала строительства океанариума.

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили пробы грунта, собранные в ноябре 2008 г. на 8 станциях из поверхностного слоя донных осадков бухты Житкова на глубине от 1 до 12 м (рис. 1, табл. 1). Пробы собирали с помощью легководолазной техники трубчатым пробоотборником площадью 20 см². С каждой станции отбирали по 2 пробы. Одновременно брали грунт для гранулометрического анализа. Дальнейшую обработку проб грунта проводили по стандартной методике (Саидова, 1975). Для выделения из общего комплекса фораминифер живых особей (окрашенных) пробы фиксировали 70 %-ным спиртовым раствором бенгальского розового красителя (Walton, 1952). Через 24 ч пробы донных осадков промывали через сито из мельничного газа с размером ячеек 63 мкм (0,063 мм) и высушивали при температуре 80 °С.

Отделение фораминифер от грунта проводили в лабораторных условиях в вытяжном шкафу с помощью четыреххлористого углерода (CCl₄). Живые и отмершие раковины фораминифер отбирали с помощью кисточки под бинокуляр. Плотность поселения фораминифер рассчитывали на 1 м² поверхности дна.

Определение видов производили на основе системы классификации, изложенной в работе «Введение в изучение фораминифер ...» (1981).

При изучении распределения фораминифер по станциям применяли термин «комплекс», т.е. общее число живых и отмерших фораминифер, наиболее приемлемый при

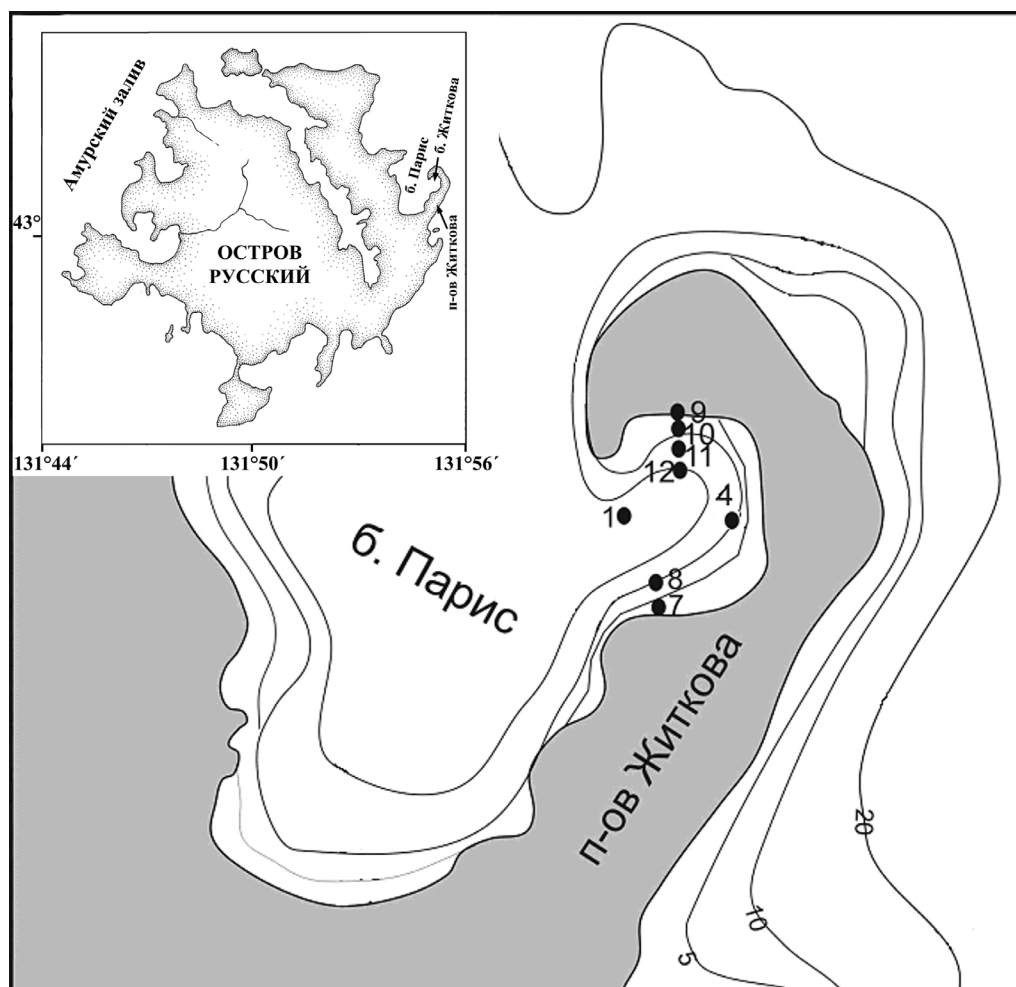


Рис. 1. Карта района и схема расположения станций в бухте Житкова
Fig. 1. Scheme of sampling

Координаты и глубина станций

Таблица 1

Coordinates and depth of the sampling stations

Table 1

Дата	№ станции	Глубина, м	Широта, N	Долгота, E
06.11	9	1	43°01'19,0''	131°55'47,5''
06.11	10	2	43°01'17,0''	131°55'48,0''
06.11	11	5	43°01'15,0''	131°55'48,0''
06.11	12	10	43°01'15,0''	131°55'48,0''
13.11	1	12	43°01'03,0''	131°55'36,3''
14.11	4	5	43°01'03,5''	131°55'52,0''
14.11	7	2	43°00'57,5''	131°55'46,0''
14.11	8	5	43°00'60,0''	131°55'45,5''

долговременных межгодовых исследованиях для животных с короткими жизненными циклами.

В процессе анализа структуры комплексов фораминифер учитывали видовой состав, количество видов, численность фораминифер с агглютинированной (песчаной) и секреторной (известковой) стенками раковин, а также соотношение живых и отмерших особей (Фурсенко, Фурсенко, 1973). Виды, представленные единичными экземплярами мертвых раковин, не учитывали.

Для характеристики видового разнообразия фораминифер использовали индекс Шеннона-Уивера (Shannon, Weaver, 1963) и индекс Гибсона (Gibson, 1966).

При определении зависимости количественного распределения фораминифер от типа грунта использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена (Плохинский, 1970).

Для выявления основных доминирующих комплексов бентосных фораминифер бухты Житкова к матрице содержания видов, доля которых в сообществе составляла не менее 2 (5) % хотя бы в одной пробе (Fishbein, Patterson, 1993), применена восходящая иерархическая кластеризация. В качестве метрики было использовано обычное евклидово расстояние, расчет производился методом «средней связи». Коэффициент корреляции 0,9. Анализ проводили с помощью пакета Statistica 6.0.

Для определения гранулометрического состава донных осадков использовали ситовый и ареометрический методы (Лихт и др., 1983).

Результаты и их обсуждение

Мелководная бухта Житкова входит в состав бухты Парис (о. Русский) и расположена в восточной ее части (рис. 1), максимальная глубина не превышает 12 м, площадь составляет менее 1 км². Водоем полуоткрытого типа, сообщается с Амурским заливом за счет сгонно-нагонных явлений*. Минимальная температура воды (–2 °С) отмечена в январе-феврале, максимальная (до +24 °С в верхних слоях) — в середине августа. Разница солености между поверхностными и придонными слоями воды не превышает 2 ‰. Наибольшие изменения солености отмечаются с июня по сентябрь (30–32 ‰) в связи с атмосферными осадками.

Донные отложения исследованной бухты довольно разнообразны и представлены галечными, гравийными, песчаными и более тонкими фракциями, а также смешанными осадками — миктитами (табл. 2). Такие типы грунтов характерны для мелководной прибрежной зоны зал. Петра Великого (Лихт и др., 1983).

Таблица 2

Гранулометрический состав донных осадков в бухте Житкова, %

Table 2

Grain-size composition of bottom sediments in the Zhitkov Bay, %

Размер фракции, мм	Станции					
	1	4	7, 9	8	10	11, 12
> 10	–	–	9,4 (5,5–12,5)	–	14,0	–
10–5	–	–	6,3 (4,3–9,2)	–	22,9	–
5–2	–	–	13,4 (8,5–16,1)	–	22,9	–
2–1	–	–	10,4 (8,1–12,1)	–	16,4	–
1,0–0,5	–	0,4	5,6 (3,9–7,3)	9,0	8,0	0,4 (0,0–0,8)
0,50–0,25	3,7	1,9	11,6 (5,5–18,5)	8,6	8,9	4,1 (0,0–6,3)
0,25–0,10	16,0	7,6	37,8 (24,9–58,7)	49,3	13,1	12,5 (4,9–18,8)
0,10–0,05	13,5	11,2	4,5 (1,7–6,6)	18,5	3,0	9,9 (7,8–12,1)
0,05–0,01	32,0	42,3	0,5 (0,3–0,8)	9,7	0,5	30,5 (25,3–37,7)
0,010–0,005	11,8	14,5	0,2 (0,0–0,5)	4,0	3,0	13,6 (11,1–15,3)
0,005–0,001	18,7	18,9	0,1 (0,0–0,3)	7,3	0,1	23,8 (22,0–26,9)
< 0,001	4,2	3,2	0,1 (0,0–0,2)	1,8	0,1	5,2 (4,5–6,0)
Тип грунта	III	II	IV	V	VI	I

Примечание. I — пелитовый миктит, II — пелитовый алевроит, III — алевроитовый миктит, IV — гравийный песок, V — алевроитовый песок, VI — песчаный гравий, «–» — фракция отсутствует.

Статистический анализ материала показал достоверную связь плотности поселения фораминифер с типом грунта (ранговый коэффициент Спирмена был

* Лоция северо-западного берега Японского моря. От реки Туманная до мыса Белкина. М.: ГУ навигации и океанографии, 1984. 319 с.

равен $0,72 \pm 0,21$). Наименьшая плотность поселения отмечена на станциях, где распространен пелитовый миктит, наибольшие значения этого показателя — в алевроитовом миктите и песчаном гравии.

В бухте Житкова обнаружены 52 вида бентосных фораминифер, относящихся к 30 родам 14 семейств (табл. 3). Большую часть в комплексах фораминифер составили секретионные формы, представленные 38 видами. Из них наиболее многочисленными были *Criboelphidium frigidum*, *Protelphidium asterotuberculatum*, *Retroelphidium subgranulosum*, *Elphidium advenum depressulum* (сем. Elphidiidae), *Buccella frigida*, *Ammonia beccarii* (сем. Discorbidae) и представитель семейства Buliminidae *Buliminella elegantissima*. Из 14 агглютинирующих видов фораминифер самыми распространенными во всех районах бухты были *Trochammina inflata* (сем. Trochamminidae) и *Eggerella advena* (сем. Ataxophragmiidae).

Распределение фораминифер в бухте было неравномерным. Число видов на станциях изменялось от 18 до 33, плотность их поселения — от 15 ± 5 до 451 ± 224 тыс. экз./м². Наиболее обедненными оказались 2 участка в северной части бухты (станции 11 и 12; глубины 5 и 10 м). В комплексах этих районов в пелитовом миктите встречены 18 и 19 видов фораминифер с плотностью поселения соответственно 15 ± 5 и 58 ± 32 тыс. экз./м². На обеих станциях обнаружено по 7 агглютинирующих видов, на долю которых на каждой из станций приходилось по 37 % общей численности фораминифер. На станции 11 доминировали *T. inflata* и *B. frigida*. На станции 12 преобладал вид *E. advena*. Вторым по численности видом в обоих случаях был *P. asterotuberculatum*. Индексы видового разнообразия на этих участках близки по значению (рис. 2). Живые особи от всего комплекса фораминифер составили соответственно 24 и 36 %.

Южный (станция 7) и северный (станция 9) прибрежные районы бухты характеризовались более высокими значениями плотности поселения фораминифер и индексов видового разнообразия. Здесь меньше видов с песчаной стенкой раковины, их доля от общей численности фораминифер не превышала 12 %. В гравийном песке, распространенном на этих участках, обнаружены 26 и 33 вида фораминифер с плотностью поселения соответственно 87 ± 57 и 126 ± 42 тыс. экз./м². Доминировали и субдоминировали представители семейств Elphidiidae и Discorbidae: *C. frigidum*, *E. advenum depressulum*, *B. frigida* и *A. beccarii*. Однако доля живых особей на этих станциях составила лишь 9 и 13 % всего комплекса фораминифер.

Наибольшая плотность поселения фораминифер обнаружена на выходе из бухты (станция 1) в алевроитовом миктите — 451 ± 224 тыс. экз./м². В комплексах фораминифер встречен 21 вид, доминирующим был *P. asterotuberculatum*, *C. frigidum* субдоминировал. Значения индексов видового разнообразия невысокие — 2,52 и 4,39 бит/особь. Агглютинирующие фораминиферы составили 18 % всей численности, на долю живых приходилось 38 %.

Высокая плотность поселения, 444 ± 237 тыс. экз./м², отмечена в песчаном гравии станции 10, что отличает ее от расположенных здесь же станций 9 и 11, где в гравийном песке и пелитовом миктите численность фораминифер заметно ниже. Однако значения индексов видового разнообразия (рис. 2) и доля живых особей на этих станциях были сопоставимы. На станции 10 в комплексах фораминифер доминировал *C. frigidum* и субдоминировал *B. frigida*. Агглютинирующие виды составляли 12 % общей численности фораминифер.

Нужно отметить, что на всех исследованных станциях число агглютинирующих видов варьировало от 3 до 7. Исключением был район в южной части бухты (станция 8), где встречены 12 видов фораминифер с песчаной стенкой раковины, их доля в общем комплексе составила 66 %. На этой станции доминировал *T. inflata*, субдоминировали *E. advena* и *R. subgranulosum*. Плотность поселения составила 316 ± 110 тыс. экз./м², с довольно высокой (44 %) долей живых особей. Значения индексов видового разнообразия здесь наиболее низкие — 2,49 и 3,59 бит/особь. Наибольшей доля живых фораминифер (51 %) была в пробах грунта из кутовой части бухты (станция 4). Грунт здесь представлен пелитовым алевроитом и плотность поселения фораминифер в нем

Species composition, abundance and other quantitative parameters for benthic foraminifera in the Zhitkov Bay

№ п/п	Вид	Станция										
		1	4	7	8	9	10	11	12			
1	<i>Ammonia beccarii</i> (Linne, 1758)	4,5	18,0	75,0	—	356,0	534,0	—	—			
2	<i>Ammonium cassis</i> (Dawson, 1870)	4,5	—	—	—	—	—	0,5	—			
3	<i>Bolivina decussata</i> Brady, 1884	—	—	—	—	2,0	—	—	—			
4	<i>B. pacifica</i> Cushman & McCulloch, 1942	—	—	—	—	4,0	16,0	—	—			
5	<i>B. seminuda</i> Cushman, 1911	—	—	1,0	—	4,0	—	—	—			
6	<i>Buccella depressa</i> Andersen, 1952	13,5	2,0	—	—	—	12,0	1,5	—			
7	<i>B. frigida</i> (Cushman, 1922)	634,5	190,0	244,0	46,0	249,0	1122,0	41,5	24,0			
8	<i>B. inusitata</i> Andersen, 1952	—	2,0	8,0	—	2,0	26,0	—	—			
9	<i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny, 1839)	270,0	26,0	13,0	36,0	10,0	102,0	2,0	7,5			
10	<i>Canalifera fax</i> (Nicol, 1944)	4,5	2,0	19,0	4,0	8,0	—	—	—			
11	<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker, Jacob, 1798)	—	—	—	—	—	8,0	—	—			
12	<i>Cribrorhaphidium frigidum</i> (Cushman, 1933)	1512,0	166,0	273,0	175,0	327,0	1422,0	20,5	17,0			
13	<i>C. goesi cognatum</i> Polovova, 1979	31,5	—	—	—	—	—	—	0,5			
14	<i>C. kusiroense</i> (Asano, 1938)	40,5	26,0	8,0	4,0	21,0	176,0	—	6,5			
15	<i>Cribrononion incertus</i> (Williamson, 1858)	22,5	226,0	35,0	14,0	36,0	186,0	5,0	62,5			
16	<i>Discorbis bradyi</i> (Cushman, 1915)	—	—	—	10,0	2,0	22,0	0,5	—			
17	<i>D. subaraucana</i> Cushman, 1931	—	—	1,0	—	4,0	—	—	—			
18	<i>Eggerella advena</i> (Cushman, 1922)	760,5	836,0	38,0	694,0	30,0	210,0	21,0	175,5			
19	<i>Elphidium advenum depressulum</i> Cushman, 1933	18,0	180,0	107,0	152,0	10,0	40,0	—	71,5			
20	<i>E. excavatum</i> (Terquem, 1875)	9,0	10,0	4,0	—	4,0	18,0	0,5	0,5			
21	<i>E. jenseni</i> (Cushman, 1924)	—	4,0	19,0	—	—	38,0	—	—			
22	<i>E. reticulosum</i> Cushman, 1933	—	—	5,0	—	11,0	68,0	—	—			
23	<i>Glabrata globosa</i> (Sidebottom, 1909)	—	—	—	—	—	6,0	—	—			
24	<i>G. opercularis</i> (d'Orbigny, 1839)	4,5	4,0	1,0	—	—	—	—	—			
25	<i>Jadammina macrescens</i> (Brady, 1870)	—	2,0	1,0	60,0	—	—	—	—			
26	<i>Labrospira jeffreysi</i> (Williamson, 1858)	4,5	—	—	13,0	—	24,0	0,5	0,5			
27	<i>L. tenuis</i> (Cushman, 1927)	4,5	—	—	10,0	2,0	12,0	—	—			
28	<i>Millammina fusca</i> (Williamson, 1858)	—	2,0	—	6,0	—	—	—	0,5			

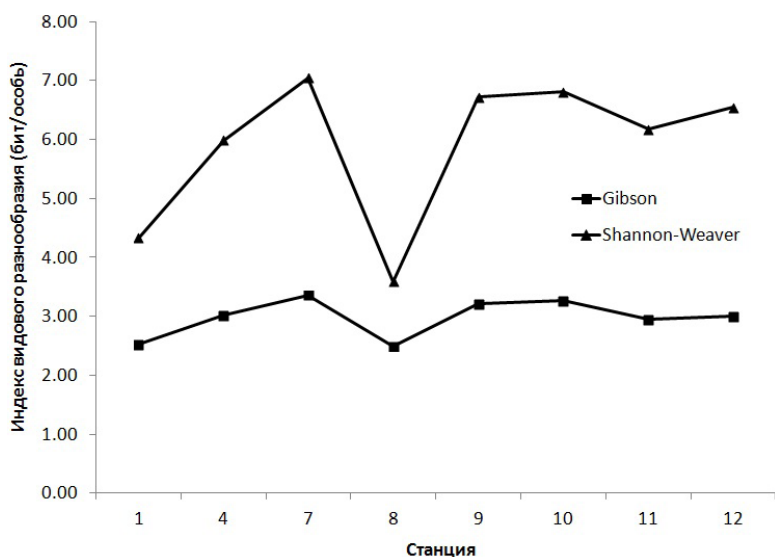


Рис. 2. Изменение видового разнообразия на станциях бухты Житкова
 Fig. 2. Changes of species diversity in the Zhitzkov Bay, by samples

составила 265 ± 65 тыс. экз./м². Среди преобладающих видов в комплексах обнаружены и агглютинирующие формы (*E. advena*, *T. inflata*), составляющие 36 %, и секреторные (*R. subgranulosum*, *P. asterotuberculatum*). Значения индексов видового разнообразия невысокие (рис. 2).

По количественному превосходству тех или иных представителей семейств и с учетом статистической обработки матрицы содержания видов фораминифер (рис. 3) в бухте Житкова выделены шесть кластеров, или группировок, соответствующих шести комплексам фораминифер.

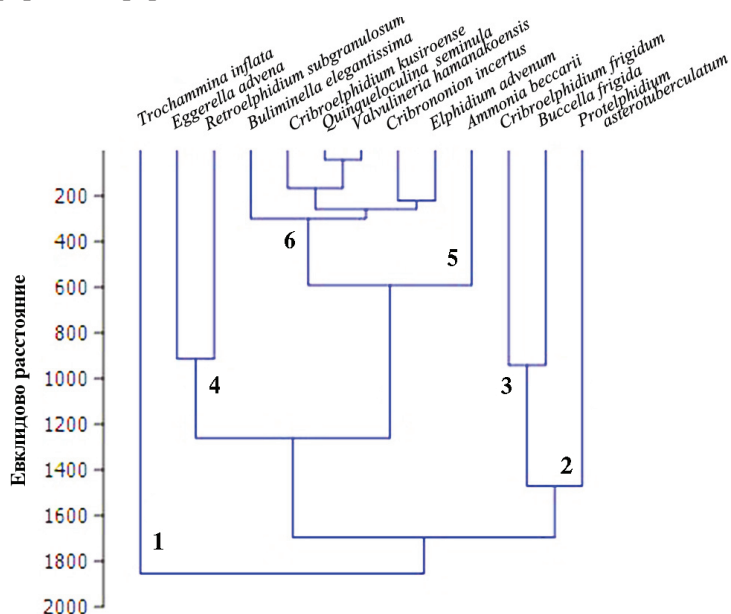


Рис. 3. Дендрограмма сходства распространенных и массовых видов фораминифер по станциям в бухте Житкова: 1 — комплекс *T. inflata*; 2 — комплекс *P. asterotuberculatum*; 3 — комплекс *C. frigidum* — *B. frigida*; 4 — комплекс *E. advena* — *R. subgranulosum*; 5 — комплекс *A. beccarii*; 6 — комплекс *B. elegantissima*

Fig. 3. Dendrogram of similarity for common and mass foraminifera species in the Zhitzkov Bay. Assemblages (named by dominant species): 1 — *T. inflata*; 2 — *P. asterotuberculatum*; 3 — *C. frigidum* — *B. frigida*; 4 — *E. advena* — *R. subgranulosum*; 5 — *A. beccarii*; 6 — *B. elegantissima*

Сравнение видового состава бентосных фораминифер бухты Житкова с фауной более чистых районов зал. Петра Великого, расположенных вблизи островов Русский, Попова, Верховского, Де-Ливрона и др., показало, что наиболее многочисленными и распространенными в сравниваемых биотопах были одни и те же представители семейств Elphidiidae, Discorbidae, Trochamminidae, Ataxophragmiidae. Но, в отличие от бухты Житкова, где определены 52 вида фораминифер, в ранее изученных районах насчитывалось от 90 до 110 видов (Преображенская, Тарасова, 1990). В бухте Парис, в состав которой входит исследуемая бухта, и в сублиторали п-ова Житкова с внешней стороны (см. рис. 1) были определены соответственно 94 и 114 видов бентосных фораминифер (Tarasova et al., 2012).

Полученные данные мы сравнили с результатами многолетних исследований донных осадков и фауны фораминифер в бухте Алексеева (о. Попова), где в течение десяти лет культивировали двустворчатых моллюсков (Тарасова, Преображенская, 2007). Наряду с различиями, которые проявляются в степени заиления донных осадков в бухтах Житкова (43 %) и Алексеева (60 %), в средних значениях плотности поселения фораминифер этих бухт — соответственно 220 ± 96 тыс. экз./м² и 800 ± 270 тыс. экз./м² и в средних значениях живых особей в комплексах фораминифер этих районов — 29 % (бухта Житкова) и 11 % (бухта Алексеева) отмечен ряд общих черт. Для обеих бухт характерно разнообразие мягких грунтов, на большинстве станций бухты Житкова и на всей акватории бухты Алексеева в период марикультуры приморского гребешка наиболее распространенными и многочисленными были виды *C. frigidum* и *B. frigida*. Кроме того, в обеих бухтах было выделено по шесть комплексов фораминифер, но, в отличие от бухты Алексеева, где вышеназванные виды были определяющими во всех комплексах, в бухте Житкова они преобладали только в четырех. Эти виды были условно определены как виды-индикаторы донных осадков с высокой степенью заиления и повышенным содержанием в них органического углерода.

Заключение

Таким образом, низкое видовое разнообразие фораминифер (52 вида) в бухте Житкова, небольшое число агглютинирующих форм на станциях (от трех до семи видов), невысокая плотность поселения на станциях (до 400 тыс. экз./м²) в сравнении с показателями численности в прилегающей бухте Парис (Tarasova et al., 2012), где были отмечены экстремально высокие значения плотности поселения фораминифер (более 1 млн экз./м²), подтверждают негативное влияние хозяйств марикультуры на массовое развитие фораминифер. Однако высокая доля живых особей на большинстве станций (от 24 до 51 %), что, по-видимому, связано с недолговременной промышленной эксплуатацией бухты Житкова, позволяет надеяться на восстановление структуры комплексов фораминифер. Несмотря на то что химико-экологические исследования прибрежной зоны северо-восточной части о. Русского выявили в морской воде и донных осадках бухты Житкова высокое содержание загрязняющих веществ (тяжелых металлов, нефтяных углеводородов, фенолов, ДДТ, его производных и других растворенных и взвешенных форм опасных химических веществ), превышающее допустимые нормы в несколько раз (Калиничук и др., 2010; Мощенко, Шайхлисламова, 2010), результаты наших исследований достаточно оптимистичны. И поскольку фораминиферы — это важное звено в преобразовании органических соединений и биогенных элементов в донных экосистемах и, вероятно, способны активно участвовать в процессах очищения донных осадков (Lesen, 2005), в дальнейшем необходимо продолжить исследования комплексов фораминифер для изучения влияния антропогенной нагрузки в районе расположения Приморского океанариума.

Список литературы

Введение в изучение фораминифер. (Классификация мелких фораминифер мезо-кайнозоя) / под ред. Н.Н. Субботиной, Н.А. Волошиновой, А.Я. Азбель. — Л. : Недра, 1981. — 211 с.

Калинчук В.В., Мишуков В.Ф., Елисафенко Т.Н., Аксентов К.И. Комплексные химико-экологические исследования прибрежной зоны северо-восточной части острова Русский // Вестн. ДВО РАН. — 2010. — № 5. — С. 96–106.

Лихт Ф.Р., Астахов А.С., Боцул А.И. и др. Структура осадков и фации Японского моря : моногр. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1983. — 287 с.

Мощенко А.В., Шайхлисламова Л.Е. Экологическое состояние восточной части пролива Босфор Восточный (залив Петра Великого Японского моря) // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 199–211.

Плохинский Н.А. Биометрия : моногр. — М. : МГУ, 1970. — 368 с.

Преображенская Т.В., Тарасова Т.С. Донные фораминиферы некоторых районов залива Петра Великого // Распространение и экология современных и ископаемых морских организмов. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. — С. 11–18.

Саидова Х.М. Основные закономерности распределения современных бентосных фораминифер и фораминиферовые зоны Тихого океана // Образ жизни и закономерности расселения современной и ископаемой микрофауны. — М. : Наука, 1975. — С. 62–70.

Тарасова Т.С. Влияние среды на фауну бентосных фораминифер в прибрежных экосистемах // Биол. моря. — 2006. — Т. 32, № 2. — С. 85–94.

Тарасова Т.С., Преображенская Т.В. Бентосные фораминиферы бухты Миноносков залива Петра Великого (Японское море) в условиях марикультуры приморского гребешка // Биол. моря. — 2007. — Т. 33, № 1. — С. 25–36.

Тарасова Т.С., Преображенская Т.В. Влияние марикультуры приморского гребешка на комплексы фораминифер бухты Алексеева Японского моря // Биол. моря. — 2000. — Т. 26, № 3. — С. 166–174.

Фурсенко А.В., Фурсенко К.Б. Фораминиферы лагуны Буссе и их комплексы // Вопросы биогеографии и экологии фораминифер. — Новосибирск : Наука, 1973. — С. 49–118.

Alve E., Lepland A., Magnusson J., Backer-Owe K. Monitoring strategies for re-establishment of ecological reference conditions: Possibilities and limitations // Mar. Poll. Bull. — 2009. — Vol. 59. — P. 297–310.

Fishbein E., Patterson T. Error-weighted maximum likelihood (EWML): A new statistically based method to cluster quantitative micropaleontological data // J. Paleontol. — 1993. — Vol. 67, № 3. — P. 475–486.

Gibson L.B. Some unifying characteristics of species diversity // Contrib. Cushman Found. Foram. Res. — 1966. — Vol. 17, № 14. — P. 117–124.

Lesen A.E. Relationship between benthic foraminifera and food resources in South San Francisco Bay, California, USA // Mar. Ecol. Prog. Ser. — 2005. — Vol. 297. — P. 131–145.

Pawlowski J., Esling P., Lejzerowicz F. et al. Environmental monitoring through protist next-generation sequencing metabarcoding: assessing the impact of fish farming on benthic foraminifera communities // Molecular Ecology Resources. — 2014. — Vol. 14, № 6. — P. 1129–1140.

Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. — Urbana : Univ. Illinois Press, 1963. — 177 p.

Tarasova T.S., Zykova M.V., Pitruk D.L. Modern benthic foraminifera in the water area around the Peninsula Zhitkova (Amur Bay, Sea of Japan) // Proceedings of the Russian-China bilateral symposium on marine ecosystem under the global change in Northwestern Pacific. — Vladivostok, 2012. — P. 105–110.

Walton W.R. Techniques for recognition of living foraminifera // Cushman Found. Foram. Res. Contrib. — 1952. — Vol. 3. — P. 56–60.

Поступила в редакцию 31.08.15 г.