

ОСОБЕННОСТИ ФОРАМИНИФЕРОВЫХ АССОЦИАЦИЙ В МЕЛКОВОДНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ БУХТЫ ЭКСПЕДИЦИИ, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**Иванова Е.Д., Жариков В.В., Лебедев А.М.***ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток*

Аннотация. Для выявления особенностей формирования комплексов бентосных фораминифер в мелководных условиях были изучены пробы из поверхностных осадков бухты Экспедиции (Южное Приморье). Основными факторами, влияющими на распределение и экоструктуру фораминиферных сообществ, являются гидродинамика и характер грунта. Отмечается доминирование в комплексах агглютинирующих видов, часто встречающихся в заиленных осадках мелководий при слабой гидродинамике. Максимальное число секретионных видов отмечено на участках дна с мелководными банками.

Ключевые слова: бентосные фораминиферы, мелководные условия, гидродинамика, характер грунта

FEATURES OF FORAMINIFERA ASSOCIATIONS IN SHALLOW-WATER CONDITIONS (USING THE EXAMPLE OF EXPEDITION BAY, PRIMORSKY KRAI)**Ivanova E.D., Zharikov V.V., Lebedev A.M.***Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok*

Annotation. To identify the features of benthic foraminifera, assemblage formation in shallow-water conditions, samples from surface sediments of Expedition Bay (Southern Primorye) were study. The main factors influencing the distribution and ecological structure of foraminiferal communities are hydrodynamics and sediment type. The dominance of agglutinated species in the assemblages, often found in silty sediments of shallow waters under low hydrodynamic conditions, is noted. The maximum number of calcareous species was record in bottom areas with shallow-water banks.

Keywords: benthic foraminifera, shallow-water conditions hydrodynamics, sediment type

Введение. Условия обитания бентосных фораминифер (БФ) на поверхности и в толще донных осадков предполагают значительную роль в их жизнедеятельности таких факторов среды как субстрат и гидродинамика. Особенно это заметно в условиях мелководья. Чтобы показать эту взаимосвязь, были изучены сообщества БФ в осадках бухты Экспедиции, являющейся одной из трех бухт залива Посыета (Южное Приморье). От открытого моря бухта отделена с северо-востока полуостровом Новгородским и с юго-востока косой Назимова. Акватория бухты, глубины которой редко превышают 4 метра, характеризуется песчаным дном с мелководными банками и местами илистыми участками, покрытыми морской травой. В 1997 году бухта была признана лечебно-оздоровительным местом регионального значения. Здесьние лечебные грязи достаточно хорошо исследованы, а месторождение практически не подвергается массивированному антропогенному влиянию и является одним из самых безупречных и ценных с экологической точки зрения [2, 7].

Материалы и методы. Отбор проб на фораминиферовый анализ проводился в ходе экспедиционных работ, выполненных в период 12-14 июня 2025 г. на акватории б. Экспедиции зал. Посыета. Сбор материала осуществлялся с использованием легководолазного снаряжения и с точной навигационной привязкой [4]. Для каждой станции фиксировались типы донных грунтов (ил, песок, гравий, раковинный детрит, валуны и т.д.) с визуальным определением

преобладающей фракции. Для фораминиферового анализа были использованы образцы осадков, отобранных на 6 станциях (точки отбора) (рис. 1).

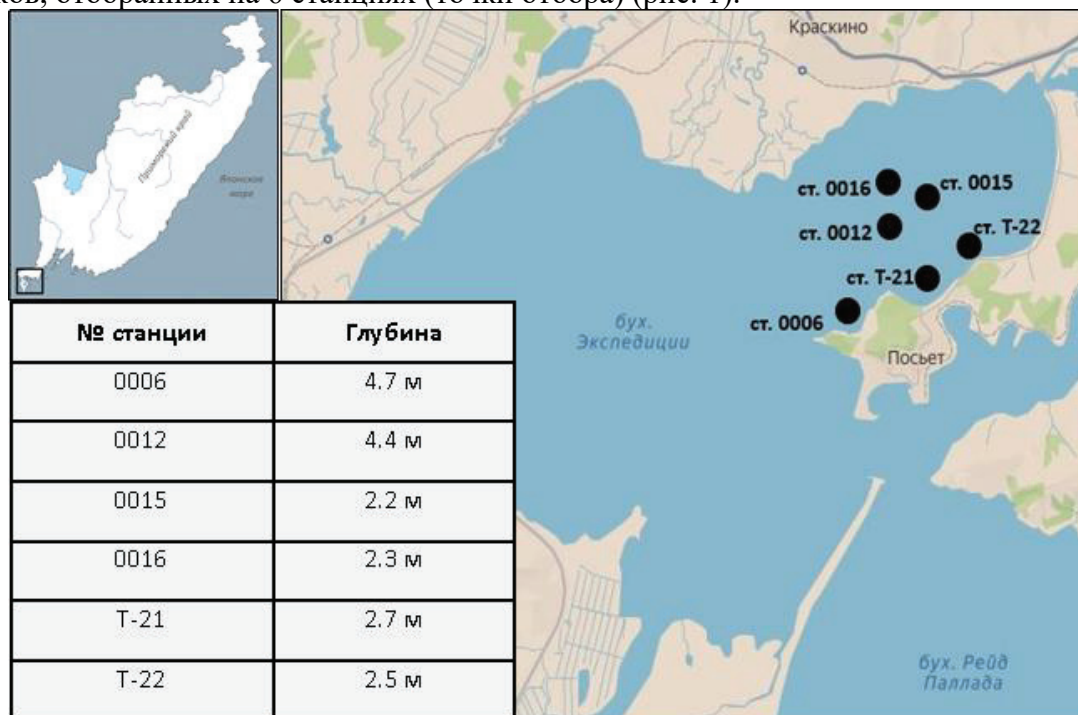


Рис. 1. Расположение изученных станций в бухте Экспедиции

После первичной обработки [5] в каждом образце определялся видовой состав комплекса, подсчитывались общая численность БФ (для показательности в пересчете на 30 г сухого осадка) и их процентное соотношение. При определении видов использовались работы отечественных и зарубежных авторов [3, 6, 11]. Также были использованы международные электронные базы данных [8, 10]. Всего в выделенных комплексах БФ было определено 26 видов, относящихся к 14 родам. 7 видов относятся к агглютинирующим (песчанистым) формам, остальные 19 видов являются секреторными (известковыми) (Табл. 1).

Таблица 1

Процентное соотношение видов в изученных комплексах БФ в осадках бух. Экспедиции

№ станции	0006	0012	0015	0016	T-21	T-22
Глубина (м)	4,7	4,4	2,2	2,3	2,7	2,5
<i>Ammonia maruhasi</i> (Kuwano)			2,0	1,5		
<i>Ammonia neobecarii</i> Stchedrina et Mayer	17,8	24,7	17,4	3,9		
<i>Ammotium inflatum</i> (Stschedrina)			1,5		1,6	
<i>Ammotium cassis</i> (Parker)	1,6		0,7	1,6		8,5
<i>Buccella frigida</i> (Cushman)	9,7	3,4	5,8			
<i>Buccella hannaе oris</i> Levtschuk		0,6				
<i>Criboelphidium asterineum</i> Troitskaja			0,7			
<i>Criboelphidium kusiroense</i> (Asano)			0,4			
<i>Criboelphidium etigoense</i> (Husezima et Maruhasi)	4,9	33,7	6,5			

<i>Criboelphidium goesi cognatum</i> Polovova				0,2		
<i>Cribrononion incertus</i> (Williamson)	8,1		2,9			
<i>Cribrononion obscurus</i> Gudina	14,6		4,4	3,1	3,3	
<i>Eggerella advena</i> Cushman	4,9	12,4	11,6	18,7	10,7	4,3
<i>Elphidium advenum depressulum</i> Cushman	1,0					
<i>Elphidium excavatum</i> (Terquem)			0,5			
<i>Elphidium frigidum</i> (Cushman)			8,0			
<i>Glabratella opercularis</i> (d'Orbigny)		2,5				
<i>Lituola parva</i> Troitskaja					0,2	
<i>Miliammina fusca</i> (Brady)						4,3
<i>Nonionella japonica</i> (Asano)		0,7				
<i>Quinqueloculina sp.</i>					0,2	
<i>Quinqueloculina longa</i> Gudina		0,3				
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem		0,4				
<i>Retroelphidium subgranulosum</i> (Asano)	3,2	2,2	6,5			
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu)	27,6	18,0	27,6	38,9	84,0	61,7
<i>Trochammina voluta</i> Saidova	6,5	1,1	3,6	32,1		21,3
Кол-во экземпляров на 30 г сухого осадка	168	540	2280	390	270	120
Число видов	11	12	16	8	6	5

Результаты и обсуждение. Бентосные фораминиферы изучались на станциях, расположенных в северо-восточной части бухты Экспедиции. На рисунке видно, что три станции (0006, Т-21, Т-22) находятся ближе к берегу, и три станции расположены в центральной части (0012, 0015, 0016). Бухта в районе исследований мелководна. На большей ее части глубины не превышают 4-4,5 м. Ближе к берегу отметки глубин не превышают 2 – 2,5 м.

Грунт в прибрежной части составляют пески и песчанистые илы с зарослями zostеры. Защищенность этого района от сильного волнения и прибоя объясняет заиленность грунта и способствует активным процессам накопления органического вещества (Сорг.). В этих условиях сформировались фораминиферовые сообщества (ст. Т-21 и Т-22), где доминируют агглютинирующие виды *Trochammina inflata* (Montagu), *Trochammina voluta* Saidova, *Eggerella advena* Cushman, *Ammotium cassis* (Parker), часто встречающиеся в солонатоводных маршах, заиленных осадках лагун и эстуариев, в условиях низкой гидрологической активности [9] (Табл.). Станция 0006 расположена южнее, ближе к основной акватории бухты. Глубина станции по сравнению с предыдущими увеличивается до 4,7 м. Здесь отмечается каменистый ландшафт, характеризующийся песчанистыми илами с небольшими участками zostеры, с галькой, валунами и выходами коренных пород. В комплексе БФ при сохраняющемся доминировании агглютинирующего *Trochammina inflata* появляются секреторные виды (*Buccella frigida*, *Ammonia neobecarii*, *Criboelphidium etigoense*, *Cribrononion incertus*, *Cribrononion obscurus*), обычные для литоральных и сублиторальных условий с активной гидродинамикой.

Станции 0012, 0015 и 0016 расположены в центральной части исследуемого района, значительную часть которого занимают биогенные рифы (банки). Грунт здесь неоднородный,

состоящий из раковинного детрита, песка и ила, заполняющими пространство между рифами. Отмечается богатство и разнообразие фито- и зообентоса. Фораминиферовые сообщества на этих станциях также отличаются более высокими количественными параметрами. В комплексах определено от 8 до 16 видов, при суммарной численности от 390 до 2280 экземпляров на 30 г сухого осадка (Табл.). Видовой состав пополнился секреторными видами, некоторые из которых вошли в доминирующую группу (*Ammonia neobecarii*, *Criboelphidium etigoense*, *Elphidium frigidum*). Эти виды характерны для прогреваемых участков дна на небольших глубинах с активной водной средой [1].

Заключение

Состав и многочисленность фораминиферовых сообществ в изученном районе бухты Экспедиции показали зависимость их распределения от определенных условий среды. Относительно тихие заиленные участки заселены, главным образом, агглютинирующими видами, такими как представители родов *Trochammina*, *Eggerella*, *Miliammina*. Секреторные виды предпочитают прогреваемые участки дна с активным перемешиванием придонных вод, обеспечивающим поставку биогенных веществ. Любые изменения в окружающей среде могут повлиять на жизнедеятельность бентосных организмов, особенно в мелководных условиях. Это делает их хорошими индикаторами донных условий, отражающих как природное, так и антропогенное воздействие на среду.

Литература

1. Аннин В.К. Сообщества бентосных фораминифер залива Посыета (Японское море) и условия их обитания // *Океанология*. — 2000. — Т. 40. — № 6. — С. 881-889.
2. Васильченко В.Ф., Бадалов Н.Г., Деркачева Л.Н. Природные ресурсы бухты Экспедиции как основа создания курортного центра на побережье залива Петра Великого Японского моря. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. — 2014. — № 91(4). — С. 53-60.
3. Вопросы биогеографии и экологии фораминифер (Отв. Ред. А.В.Фурсенко). Издательство «Наука»: — Новосибирск, 1973. — 224 с.
4. Жариков В.В., Преображенский Б.В. Ландшафтный мониторинг бухты Алексева залива Петра Великого // *Подводные исследования и робототехника*. — 2010. — № 2(10). — С. 72-84.
5. Иванова Е.Д., Жариков В.В., Лебедев А.М. Бентосные фораминиферы как индикаторы донной среды в прибрежной зоне залива Владимира (Среднее Приморье) // *Успехи современного естествознания*. — 2024. — № 12. — С. 34-41.
6. Фурсенко А.В., Троицкая Т.С., Левчук Л.К. и др. Фораминиферы дальневосточных морей СССР. — М.: Наука, 1979. — 399с.
7. Эл. Ресурс (<http://posyet.com/place/bukhta-ekspeditsii.html>).
8. Foraminifera Database / <https://foraminifera.eu/>. [Электронный ресурс].
9. Murray J.W. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. — Hardback: University of Southampton, 2006. — 440 p.
10. World Foraminifera Database / <https://www.marinespecies.org/foraminifera/>. [Электронный ресурс].
11. Yanli Lei, Tiegang Li Atlas of Benthic Foraminifera from China Seas. The Bohai Sea and the Yellow Sea // *Springer Geology*. — 2016. — 399 p.