

УДК [593.12:574.587] (265.54)

ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕНТОСНЫХ МЯГКОРАКОВИННЫХ ФОРАМИНИФЕР И ГРОМИИД (PROTOZOA) В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

© 2024 г. Н. Г. Сергеева¹, * (ORCID: 0000-0002-3984-0918),
О. В. Аникеева¹ (ORCID: 0000-0003-4497-1901)

¹Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского (ИнБЮМ) РАН,
Севастополь 299011, Россия

*e-mail: nserg05@mail.ru

Поступила в редакцию 23.07.2022 г.

После доработки 11.05.2023 г.

Принята к публикации 08.06.2023 г.

У берегов Приморского края (северо-западная часть Японского моря, глубина 0.3–86.0 м) были исследованы таксономический и количественный составы мейобентоса с акцентом на фораминифер и громиид. Для этого района Protozoa впервые оценены как компонент сообществ мейобентоса. Простейшие представлены четырьмя морфо-экологическими группами: Ciliophora (свободноподвижные и эпибионтные), Foraminifera в твердых и Foraminifera в мягких раковинах и Cercozoa (класс Gromiidea). Общая численность мейобентоса варьировала от 32.5 тыс. до 2107.5 тыс. экз./м², Protozoa — от полного отсутствия (ст. 62) до 155 тыс. экз./м². Среди простейших доминировали фораминиферы в мягких раковинах (МРФ) и громииды (ГР). В зал. Петра Великого на отдельных станциях ГР составляли до 51–85% обилия всех простейших, на других преобладали МРФ, доля которых достигала 93–100%. Наиболее многочисленны фораминиферы с твердой раковиной (ТРФ) и инфузории (ИНФ) были в зал. Владимира и на отдельных станциях у восточных берегов Приморского края. Приведены краткие диагнозы с иллюстрациями 45 представителей МРФ, относящихся к семействам Allogromiidae и Saccamminidae, 22 из них определены до вида или рода, а 23 морфотипа — до уровня семейства. Фауна громиид представлена шестью морфотипами.

Ключевые слова: мейобентос, фораминиферы с мягкими раковинами, громии, таксономический состав, Японское море

DOI: 10.31857/S0134347524020029

Одноклеточные гетеротрофные организмы Protozoa — это постоянный компонент морских донных сообществ (Sergeeva et al., 2015, 2023; Sergeeva, 2019, 2022; Ürkmez et al., 2017). Их экологическая роль как передаточного звена бактериальной и водорослевой продукции на следующие трофические уровни в донных экосистемах водоемов огромна.

Известно, что бентосные простейшие всеядны, они питаются мелкими бактериями, водорослями, пылью наземных растений, гифами и конидиями морских мицелиальных грибов, простейшими и многоклеточными беспозвоночными. В свою очередь, сами простейшие служат

важным источником пищи для многих донных беспозвоночных в разных средах обитания.

При исследовании бентосных сообществ Protozoa уделялось мало внимания — их роль в донных экосистемах недооценена. Однако, учитывая большое разнообразие и высокие количественные показатели бентосных простейших в составе мейобентоса, а также широкий спектр их питания, закономерно предположить, что их значимость в круговороте органических веществ в донных морских экосистемах велика.

Мейобентос дальневосточных морей России хорошо изучен в разных аспектах: таксономический

состав, обилие, сезонная динамика и распределение, а также развитие в условиях марикультуры и антропогенного загрязнения. Результаты исследований представлены в многочисленных публикациях (Гальцова, Павлюк, 1987, 2000; Павлюк и др., 2001, 2003, 2005; Павлюк, Требухова, 2004; Фадеева, 2005). Однако эти работы акцентированы на многоклеточных донных эукариотах и доминирующей группе сообществ — свободноживущих нематодах. Из простейших в качестве компонента мейобентоса учитывались только фораминиферы, обладавшие жесткой однокамерной или многокамерной раковиной (Преображенская, Тарасова, 1990; Тарасова, Преображенская, 2000, 2007; Тарасова и др., 2016; Tarasova et al., 2012).

В составе типа Foraminifera выделяют группу фораминифер с твердыми (кальцинированными или песчанистыми) раковинами (ТРФ) и фораминифер с мягкой гибкой раковиной (МРФ) из органического материала (Gooday, Pawlowski, 2004; Sabbatini et al., 2013; Henderson, 2023). Мягкие органические стенки раковин могут быть агглютинированы мельчайшими минеральными и детритными частицами (отряд *Astrorhizida*, семейства *Saccamminidae* и *Psammosphaeridae*). В основном это однокамерные раковины, за небольшим исключением среди представителей отряда *Allogromiida*.

Громииды — простейшие размером от нескольких десятков микрометров до нескольких сантиметров, имеют мягкую прозрачную оболочку, хорошо развитую ротовую капсулу и внутреннюю полость, заполненную гранулами отходов жизнедеятельности — стеркоматами. Представлены единственным родом *Gromia* в составе класса *Gromiidea* (громииды) типа *Cerczoa*.

Результаты детальных исследований видового разнообразия ТРФ описаны Т.Г. Лукиной и Т.С. Тарасовой (2013) в “Списке свободноживущих беспозвоночных дальневосточных морей России”, в который включены 217 видов фораминифер. В списке указан и представитель МРФ *Allogromia* sp. из семейства *Allogromiidae*, как впервые найденный в Беринговом море, а также в районе Южных Курильских о-вов и у северо-восточных берегов о-ва Сахалин.

Значительным дополнением к знаниям о фауне МРФ морей Дальнего Востока России стали

результаты исследования бентосных фораминифер района впадины Дерюгина (Охотское море). Список фораминифер Охотского моря включает 15 видов МРФ и 78 видов ТРФ (Tarasova et al., 2016). В числе первых указаны неописанные виды родов *Nodellum* и *Micrometula*, присутствовавшие также в наших сборах на северо-западе Японского моря.

Трудности разработки систематики МРФ объясняются недостаточной изученностью видового разнообразия этой группы простейших в морях и океанах. Исследователи широко используют классификацию, построенную на основе морфо-анатомических особенностей (Loeblich, Tappan, 1987). Применение молекулярных методов (Pawlowski et al., 1994; Pawlowski, 2000; Gooday, Pawlowski, 2004; Gooday et al., 2011) для уточнения видовой принадлежности ряда форм послужило основанием для ревизии некоторых видов и изменения их систематического статуса (Pawlowski et al., 1999). Однако такие исследования не всегда возможны, и изучение видового разнообразия МРФ разных водоемов, описание новых видов и установление положения таксонов в системе данной группы простейших по-прежнему основывается на морфо-анатомических признаках. В данной работе мы следуем общепринятой международной систематике морских организмов WoRMS (Hayward et al., 2023).

Цели данного исследования — предоставить предварительную информацию о пространственном распределении и многообразии громиид и однокамерных фораминифер с мягкой раковиной в исследованном районе северо-западной части Японского моря, оценить обилие и долю (по численности) этих простейших в структуре мейобентосных сообществ, а также привести краткое описание каждого из встреченных морфотипов, по возможности идентифицировав их до рода и проиллюстрировав.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом послужили сборы донных осадков, выполненные в ходе рейса 64 НИС “Академик Опарин” (17.06–08.07.2021 г.). Донные осадки были отобраны на 17 станциях (34 пробы) от зал. Петра Великого, вдоль побережья Приморского края до зал. Владимира и

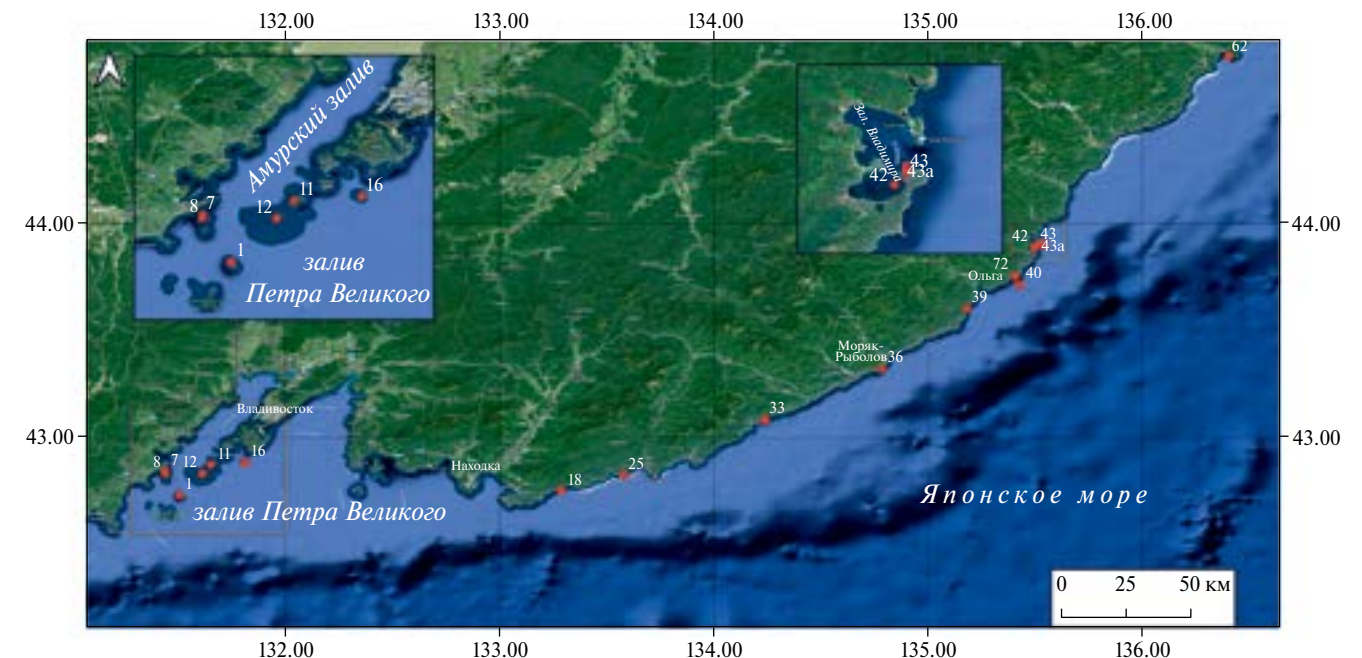


Рис. 1. Расположение станций отбора донных осадков в районе исследований в северо-западной части Японского моря.

далее в диапазоне глубин от 0.3 до 86.0 м (рис. 1, табл. 1). На мелководных станциях водолазы в двух повторностях трубками площадью 10 см² вырезали колонки донных осадков высотой 5 см. На значительной глубине такие же колонки грунта получали с поверхности монолитов донных отложений, принесенных на борт НИС дночерпателем Ван Вина.

Донные осадки на борту фиксировали 75% этанолом, обрабатывали и анализировали образцы грунта в лаборатории Института биологии южных морей РАН (г. Севастополь). Пробы первой серии промывали через геологические сита, верхнее из которых имело диаметр ячеей 1 мм, нижнее — 63 мкм, для промывания второй серии проб использовали нижнее сито с диаметром ячеей 32 мкм. Достоверных различий в результатах анализа фауны первой и второй серии проб не обнаружено. Промытые и сконцентрированные на ситах с разным диаметром ячеей осадки отдельно окрашивали раствором бенгальской розы (1 г/л) в диапазоне времени от 4 ч до 1 сут. Детальный микроскопический анализ и количественный учет мейофауны был выполнен с помощью бинокля МСП-2, микроскопов Olympus CX41, Nikon и Микмед-6, оснащенных фотокамерами, сопряженными с ПК.

Для идентификации вида или морфовида/морфотипа, а также дальнейшего хранения материала препараты МРФ и ГР заключали в глицерин с небольшим количеством воды и специальными сферическими гранулами “slide-beads”, позволяющими сохранить форму органической стенки раковины. При описании видов и морфотипов использовали коэффициент С — соотношение средних значений длины и ширины раковины.

Полученные образцы видов и морфотипов МРФ и ГР из северо-западной части Японского моря переданы в коллекцию ИнБИОМ РАН. Каждому коллекционному образцу присвоен номер с символом “J”, указывающим, что данный представитель найден в Японском море (Sea of Japan).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Бентосные простейшие как компонент мейобентоса Японского моря

В сообществах мейобентоса исследованного района шельфа Японского моря были определены представители 20 крупных таксонов Metazoa: Polychaeta, Echiura (*incertae sedis*), Xenacoelomorpha, Oligochaeta, Nemertea, Kinorhyncha, Gastrotricha, Tardigrada, Arthropoda (Harpacticoida, Amphipoda, Isopoda, Cumacea, Decapoda, Ostracoda, Cirripedia

Таблица 1. Характеристика станций отбора проб в Японском море (НИС “Академик Опарин”, 17.06–08.07.2021 г.)

№ станции	Координаты	Глубина, м	Донные осадки
1	42°43.865 N, 131°30.445 E	13	Зайланный мелкозернистый песок
7	42°50.5 N, 131°26.4 E	22.1	Пелитовый плотный ил со слюдяными пластинками, на поверхности пушистый детрит
8	42°50.077 N, 131°26.355 E	8	Среднезернистый песок, раковины мертвых фораминифер
11	42°52.471 N, 131°39.202 E	6	Плотный ил, песок мелкозернистый
12	42°49.981 N, 131°36.779 E	22	Плотный ил, песок, мелкозернистый, раковины мертвых фораминифер, желтые кристаллы минералов
16	42° 53.065 N, 131°48.688 E	10	Мелкая галька, песок среднезернистый
18	42°45.193 N, 33°17.302 E	16	Мелкая галька, песок мелкозернистый
25	42°49.50 N, 133°34.835 E	9	Плотный пелитовый ил, песок мелкозернистый
33	43°04.971 N, 134°14.283 E	10	Крупная галька, песок мелкозернистый
36	43°19.259 N, 134°47.081 E	10	Плотный мелкозернистый песок, мертвые раковины моллюсков и фораминифер
39	43°36.191 N, 135°10.897 E	10	Крупная галька, мелкий песок, терригенный детрит
40	43° 42.7 N, 135°25.6 E	86	Пелитовый ил, песок мелкозернистый с прозрачными кристаллами
42	43°42.7 N, 135°25.6 E	24	Черный пелитовый ил, детрит растительный, диатомовые
43	43°53.904 N, 135°30.401 E	10	Среднезернистый песок, ракуша, прозрачный песок
43A	43°53.904 N, 135°30.401 E	0.3	Среднезернистый песок, ракуша, прозрачный песок
62	44°46.77 N, 136°24.05 E	23	Плотный пелитовый ил, мелкозернистый песок, слюдяные пластинки
72	43°45.28 N, 135°24.38 E	18	Мелкозернистый песок, прозрачный песок

и Arachnida), Mollusca (Bivalvia и Gastropoda, включая Patellogastropoda), а также Cnidaria (Hyd- gozoa). Наряду с многоклеточными были учте- ны Protozoa, в составе которых выделены Cilio- phora, Foraminifera с твердыми раковинами и Foraminifera с мягкими однокамерными ракови- нами, а также Cercozoa (класс Gromiidea).

Плотность поселения мейобентоса варьирова- ла в широких пределах от 32.5 – 103.5 тыс. экз./м² (ст. 33 и ст. 18) до 1431.5 – 2107.5 тыс. экз./м² (ст. 7 и ст. 42). Численность многоклеточной и одноклеточной фауны в исследованном районе также распределялась неравномерно (рис. 2а). У представителей Metazoa она варьи- ровала от 17.5 – 91.5 тыс. экз./м² (ст. 33 и ст. 18)

до 1414.5 – 1952.5 тыс. экз./м² (ст. 7 и ст. 42). Мак- симальное обилие простейших (155 тыс. экз./м²) выявлено на ст. 42 в зал. Владимира, мини- мальное (4500-5000 экз./м²) – на ст. 39 и 25. В пробах со ст. 62 при сравнительно высокой (297.5 тыс. экз./м²) общей численности много- клеточных организмов Protozoa отсутствовали.

Анализ соотношения численности разных групп в таксоценозах Protozoa (рис. 2б) показал, что наибольшая доля численности одноклеточного мейобентоса приходилась на МРФ и ГР. При этом доминирующая группа на разных станциях меня- лась. Так, в зал. Петра Великого на ст. 1, 8, 11 и 12 в таксоценозе Protozoa доминировали ГР (51-85%); доля МРФ на ст. 7 и 16 достигала 93 и 100%

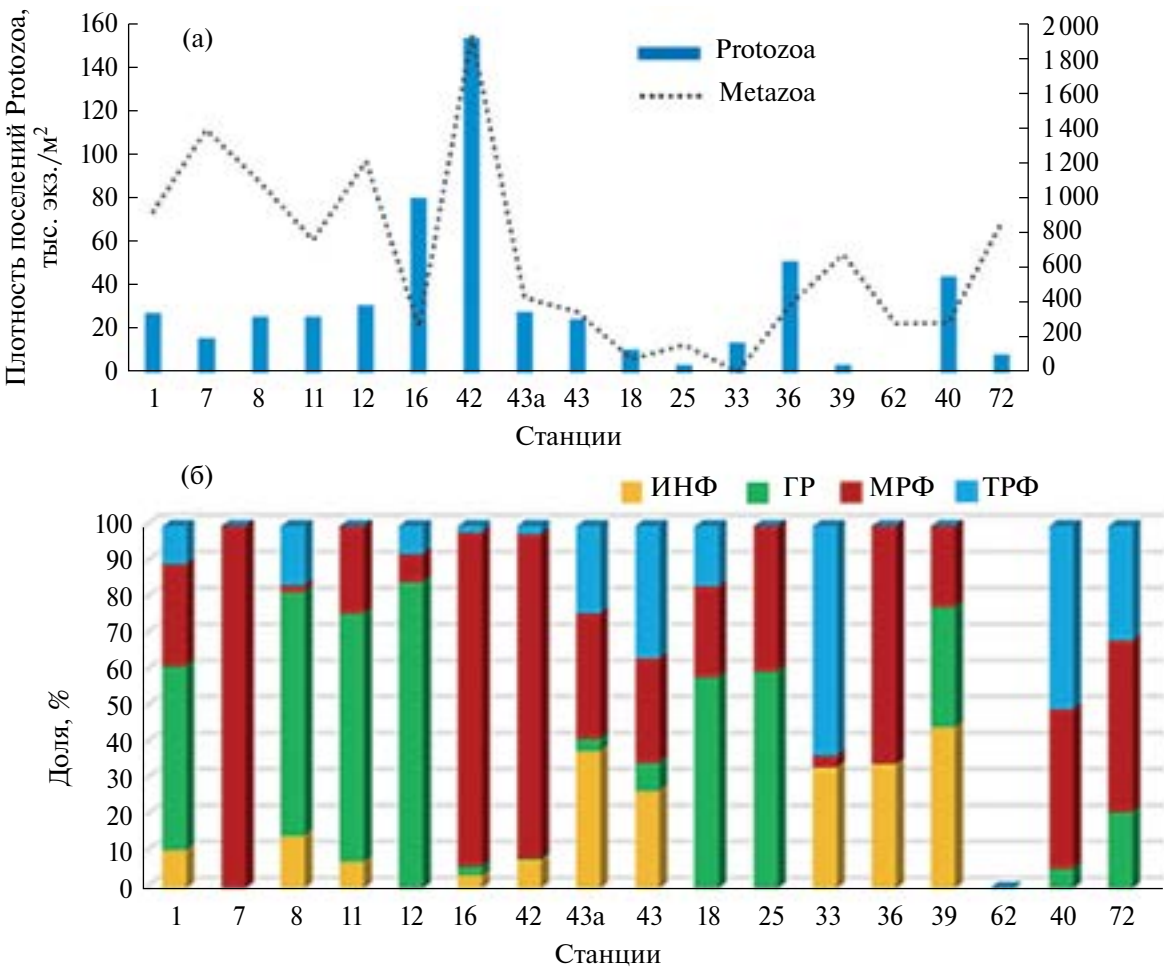


Рис. 2. Количественное распределение двух компонентов мейобентоса — Protozoa и Metazoa в Японском море у берегов Приморского края. а — плотность поселения Protozoa и Metazoa; б — соотношение четырех морфоэкологических групп: Ciliophora (ИНФ), Foraminifera с мягкими (МРФ) и с твердыми (ТРФ) раковинами, а также Gromiida (ГР) в таксоценозах простейших на разных станциях.

соответственно. Фораминиферы с твердыми раковинами (ТРФ) в пробах из залива отсут- ствовали или их доля не превышала 14.5%.

В зал. Владимира доля ГР составляла 0.2– 7.7%, на долю МРФ на ст. 42 приходилось 90% всех простейших, тогда как на двух других станциях численность этой группы была сопо- ставима с ТРФ и ИНФ.

Инфузории не были отмечены на семи из 17 стан- ций, максимальной их доля была на ст. 39 (рис. 2б).

Таксономический состав изученных групп бентосных простейших

Среди выделенных инфузорий до вида опре- делены только вагильные и эбибионтные. Так- сономический состав МРФ и ГР определен до

вида или только до морфотипа с принадлежно- стью к определенному роду или семейству.

Видовой состав Ciliophora был представлен че- тырьмя классами. До вида определены 11 пред- ставителей, до рода – 4 (Сергеева и др., 2022). Восемь видов инфузорий найдены в качестве эбибионтов гарпактикоидов (на поверхности базибионта присутствовали от 1 до 9 экз. инфу- зорий одного вида): *Cothurnia inclinans* Felinska, 1965; *C. compressa* Claparede et Lachmann, 1859; *C. curvula* Entz (1876), 1884; *Cothurnia* sp. (Ciliophora, Peritrichia); *Rhabdophrya* sp., *Lecanophrya truncata* (Collin, 1909); *Thecacinetia cothurnioides* Collin, 1909 и *Corynophrya elongata* Chatterjee et al., 2020 (Ciliophora, Suctorea). Как эбибионт Acari отме- чен *Praethecacinetia halacari* (Schulz, 1933); на не- матоде обнаружили *Acinetides gruberi* Curds, 1985

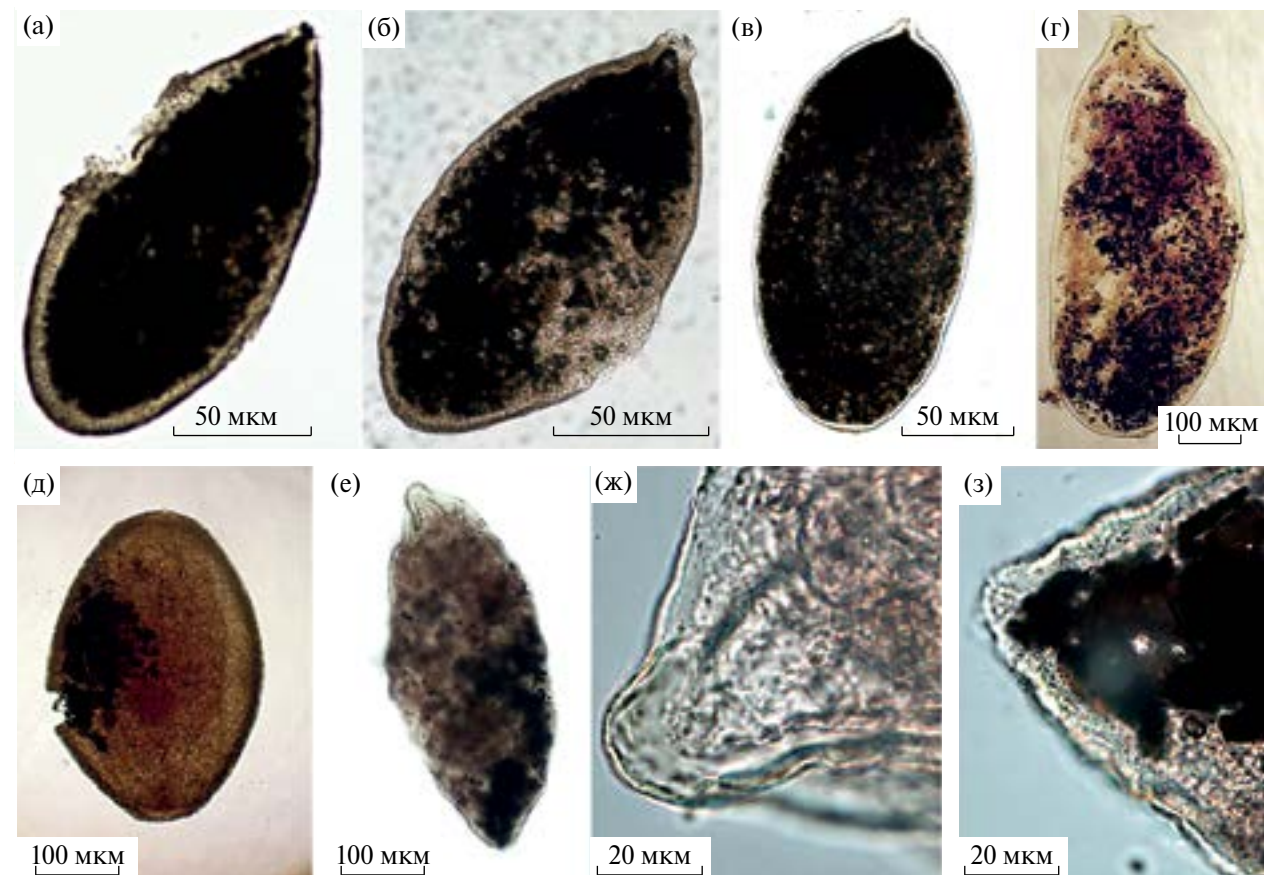


Рис. 3. Представители рода *Psammophaga*: а–в – *Psammophaga* cf. *simplora*; г – *Psammophaga* sp. 2J; д – *Psammophaga* sp. 4J; е–з – *Psammophaga* sp. 3J. е – общий вид, ж – передняя часть особи, содержащая диатомовые водоросли, з – задняя часть особи, заполненная минеральными частицами.

(Ciliophora, Suctorea); на водорослях в большом количестве присутствовал *Vorticella* sp.

Из вагильных инфузорий были обнаружены *Loxophyllum* sp. и *L. jini* Lin et al., 2005 (Ciliophora, Pleurostomatida); *Leptoamphisiella vermis* (Gruber, 1888) Li et al., 2007 (Ciliophora, Hypotrichida) и *Pseudotrachelocerca trepida* (Kahl, 1928) Song, 1990 (Ciliophora, Naptorida).

Ниже приведены первые данные о встречаемых у берегов Приморского края (северо-запад Японского моря) бентосных фораминиферах, имеющих мягкие гибкие органические оболочки (МРФ). Поверхность оболочки отдельных видов в разной степени агглютинирована мельчайшими детритными или минеральными частицами; некоторые МРФ в процессе жизненного цикла аккумулируют в клетке минеральные частицы и многочисленные створки диатомовых водорослей (зачастую одного вида).

Тип Foraminifera, d'Orbigny 1826

Класс Monothalamea Haeckel, 1862

Отряд Astrorhizida Brady, 1881

Семейство Saccamminidae Brady, 1884

Подсемейство Saccammininae Brady, 1884

Род *Psammophaga* Arnold, 1982

Psammophaga cf. *simplora* Arnold, 1982 (рис. 3а–в)

По форме раковины (наподобие пшеничного зерна), терминальному расположению апертуры и наличию минеральных частиц в цитоплазме данный представитель фауны МРФ (рис. 3а–в) относится к роду *Psammophaga* и типовому виду – *P. simplora*. Однако в связи с отсутствием генетической экспертизы, а также учитывая морфологическое сходство некоторых видов данного рода, мы определили его как *Psammophaga* cf. *simplora*. Обнаружен в зал. Владимира (ст. 43).

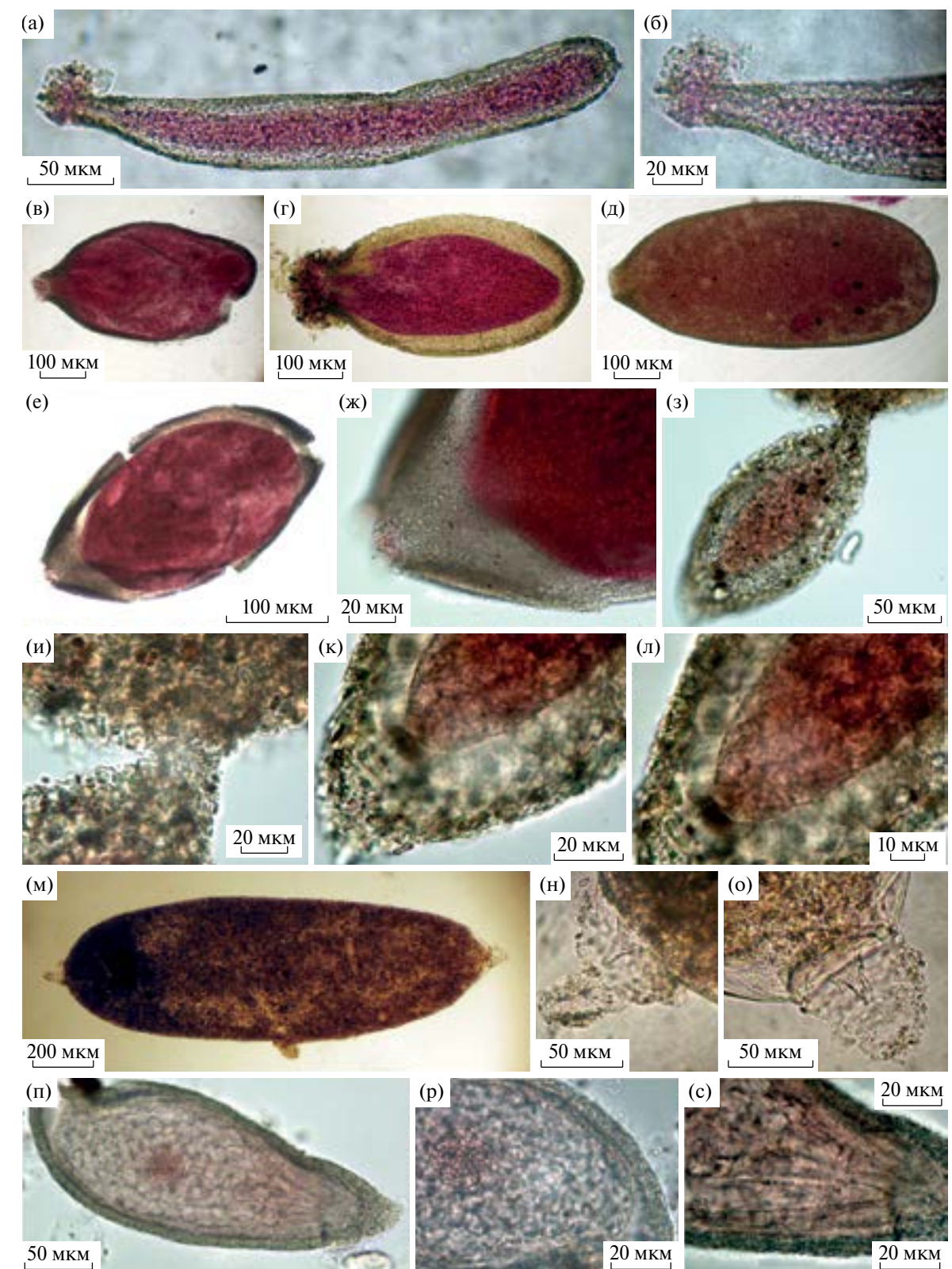


Рис. 4. Представители семейства Saccamminidae: а, б – Saccamminid sp. 1J (а – общий вид, б – апертура); в – Saccamminid sp. 2J; г – Saccamminid sp. 3J; д – Saccamminid sp. 4J; е, ж – Saccamminid sp. 5J (е – общий вид, ж – апертура); з–л – Saccamminid sp. 6J (з – общий вид, и – апертура, внедренная в детрит, к – задний край, л – ядро в задней части); м–о – Saccamminid sp. 7 (м – общий вид, н, о – апертуры); п–с – Saccamminid sp. 8J (п – общий вид, р – ядро, с – часть цитоплазмы в районе апертуры).

Psammophaga sp. 2J (рис. 3г)

Основные признаки (форма раковины, структура и расположение апертур, содержимое цитоплазмы) указывают на принадлежность вида к роду *Psammophaga*. Размер раковины 670×300 мкм, ширина апертур 50 мкм; коэффициент С около 2.2. Встречен в заливах Петра Великого (ст. 7) и Владимира (ст. 43).

Psammophaga sp. 3J (рис. 3е–з)

Раковина удлинненно-овальная (рис. 3е), с одной апертурой (рис. 3ж). Внутри особи находится большое количество створок диатомовых *Coscinodiscus* и минеральных частиц. Стеркоматы и минеральные частицы локализованы ближе к заднему концу раковины (рис. 3з). Размер раковины 400×195 мкм, диаметр ядра 24 мкм. Ядро отстоит от края на 90 мкм; коэффициент С около 2. Обнаружен на станциях 7, 40 и 43.

Psammophaga sp. 4J (рис. 3д)

Морфологически напоминает *Psammophaga fuegia* Gschwend et al., 2016, но стенка раковины более толстая, апертюра слабо выраженная. Цитоплазма гомогенная, на четверть заполнена минеральными частицами и стеркоматами. Размер раковины 370×260 мкм, в центре клетки ядро диаметром около 60 мкм; С равен 1.4. Встречен в зал. Владимира (ст. 42).

Saccamminid sp. 1J (рис. 4а, 4б)

Из известных родов морфологически наиболее близок к роду *Conqueria* (Gooday, Pawlowski, 2004). Раковина удлиненная (рис. 4а), толщина стенки клетки около 8 мкм. Размер раковины 350×45 мкм, единственная апертюра диаметром 18 мкм находится на суженном конце раковины (рис. 4б); С около 7.8. Обнаружен в районе зал. Петра Великого (ст. 8).

Saccamminid sp. 2J (рис. 4в)

Раковина средних размеров, с одной простой округлой апертурой. На противоположном апертуре конце раковины расположено крупное ядро. Клеточная стенка толстая, плотная, с небольшой агглютинацией. Цитоплазма мелкозернистая, гетерогенная, с множеством вакуолеобразных включений. Размер раковины 500×270 мкм, диаметр апертур около 53 мкм, диаметр ядра 72 мкм; С приблизительно 1.8. Обнаружен в районе зал. Петра Великого (ст. 16).

Saccamminid sp. 3J (рис. 4г)

Раковина средних размеров, яйцевидной формы, с единственной характерной апертурой. Стенка раковины толстая, агглютинированная. Цитоплазма мелкозернистая, гомогенная, заполняет не все клеточное пространство и отстоит от стенки клетки на 25–50 мкм. Размер раковины 475×230 мкм; С около 2. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 16).

Saccamminid sp. 4J (рис. 4д)

Довольно крупная раковина с одной простой апертурой в виде округлого отверстия. Стенка раковины толстая, плотная, с небольшой агглютинацией. Цитоплазма гомогенная, мелкозернистая, с большим количеством мелких сферических включений и вакуолеподобных структур. Размер раковины 710×320 мкм, диаметр апертур около 50 мкм; С около 2.2. Обнаружен на ст. 25.

Saccamminid sp. 5J (рис. 4е, 4ж)

Раковина среднего размера, яйцевидной формы, с одной апертурой в виде округлого отверстия (рис. 4ж). Стенка раковины толстая, агглютинированная, довольно хрупкая (рис. 4е). Цитоплазма гомогенная, мелкозернистая, содержит множество включений, похожих на вакуоли. Размер раковины 300×75 мкм, диаметр апертур 30 мкм; С равен 4. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 16).

Saccamminid sp. 6J (рис. 4з–л)

Раковина агглютинированная, предположительно кварцевыми частицами (рис. 4з). Ядро диаметром 13 мкм находится в нижней части клетки (рис. 4к, 4л). Размер раковины 195×86 мкм, диаметр апертур 20 мкм (рис. 4и); С около 2.2. Встречен в зал. Владимира (ст. 42).

Saccamminid sp. 7J (рис. 4м–о)

Раковина продолговатой формы, довольно крупная (рис. 4м). Две идентичных выпуклых апертур (рис. 4н, 4о) расположены на противоположных концах клетки. По форме раковины и расположению апертур напоминает черноморский *Tinogullmia lukyanovae* Gooday, Anikeeva, Sergeeva 2006, однако раковина намного крупнее, а содержимое цитоплазмы и структура апертур не позволяют отнести его к вышеупомянутому виду. Цитоплазма гомогенная, темно-коричневого цвета. Размер раковины $1525 \times$



Рис. 5. Представители четырех родов фораминифер с мягкой раковинной: а – *Vellaria*-like sp. 3J; б – *Vellaria* cf. *pellucida*; в – *Vellaria* cf. *sacculus*; г – *Vellaria* с ячеистой цитоплазмой в виде сот (with honeycombed cytoplasm); д – *Vellaria* cf. *pellucida*; е – *Vellaria*-like sp. 2J; ж–и – *Micrometula* sp. 1J (ж – общий вид, з – апертюра, и – ядро); к, л – *Goodayia* cf. *rostellata* (к – общий вид, л – апертюра); м–о – *Goodayia* sp. 1J (м – общий вид, н – апертюра, о – задняя часть с ядром); п, р – *Goodayia* sp. 2J (п – общий вид; р – апертюра); с, т – *Psammophaga* sp. 1J (с – общий вид, т – ядро).

475 мкм, диаметры апертур 70 и 80 мкм; С около 3.2. Обнаружен в зал. Петра Великого (ст. 11).

Saccamminid sp. 8J (рис. 4п–с)

Раковина чечевицевиной формы (рис. 4п). Апертюра диаметром 18 мкм расположена на более узком конце клетки. Структура цитоплазмы ячеистая, гомогенная (рис. 4с). Округлое ядро диаметром 20 мкм (рис. 4р) отстоит от апертур на 115 мкм. Оболочка с мелкоотечной инкрустацией имеет наибольшую толщину (до 16 мкм) у апертур, на некотором удалении от апертур – 10 мкм и у заднего

края – 6. Размер раковины 283×83 мкм; С приблизительно 3.4. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 8).

Семейство Allogromiidae Rhumbler, 1904

Род *Vellaria* Gooday et Fernando, 1992*Vellaria*-like sp. 3J (рис. 5а)

От типового вида *V. pellucida* отличается яйцевидной формой раковины. Апертюра имеет характерную для рода структуру. Стенка клетки протеиновая, тонкая, прозрачная. Цитоплазма гомогенная, мелкозернистая. Размер раковины

330 × 165 мкм, диаметр апертуры 36 мкм; С равен 2. Встречен в зал. Владимира (ст. 42).

Vellaria cf. *pellucida* (рис. 5б)

Имеет характерную для рода форму раковины и структуру апертурного образования. Размер раковины 310 × 130 мкм, диаметр апертуры 30 мкм; С около 2.4. Обнаружен в заливах Петра Великого (ст. 16) и Владимира (ст. 42).

Vellaria cf. *sacculus* (рис. 5в)

Раковина довольно крупная, с ярко выраженной характерной для рода апертурой диаметром 40 мкм. Хорошо визуализируется ядро (диаметр 38 мкм). Цитоплазма мелкозернистая, содержит различные включения. Размер раковины 600 × 290 мкм; С около 2. Обнаружен в заливах Петра Великого (ст. 16) и Владимира (ст. 42).

Vellaria с ячеистой цитоплазмой, напоминающей соты (with honeycombed cytoplasm) (рис. 5г)

Характеризуется крупно гранулированной, ячеистой (напоминающей соты) цитоплазмой. У некоторых особей на противоположном апертуре конце раковины наблюдается небольшая выпуклость. Средние параметры раковины составляют 290 × 90 мкм, С около 3.2. Встречен в зал. Владимира (ст. 42 и 43).

Vellaria pellucida (рис. 5д)

Морфологически наиболее близкий к типовому виду представитель из Японского моря. Обнаружен на ст. 1, 16, 36, 42 и 43.

Vellaria-like sp. 2J (рис. 5е)

Отличается от типового вида *V. pellucida* большей длиной раковины, а также менее выраженной фестончатой формой апертурной шейки. Размер раковины 512 × 110 мкм, С около 4.6. Встречен в зал. Владимира (ст. 43).

Род *Micrometula* Nyholm, 1952

Micrometula sp. 1J (рис. 5ж–и)

Раковина длинная, постепенно сужающаяся от аперттуры к противоположному концу (рис. 5ж). Аперттура округлой формы (рис. 5з). В апертурной части диаметр тела 35 мкм, на дистальном конце — 15 мкм. Размер клетки 640 мкм, диаметр апертуры около 14 мкм. Ядро округлое, диаметр около 15 мкм при соответствующем диаметре тела 35 мкм (рис. 5и); усредненное значение С около 18. Обнаружен на ст. 36 и 40.

Подсемейство Argillotubinae Avnimelech, 1952

Род *Goodayia* Sergeeva et Anikeeva, 2008

Goodayia cf. *rostellata* Sergeeva et Anikeeva, 2008 (рис. 5к, 5л)

Обладает нежной однокамерной органической раковиной длиной 125 мкм (рис. 5к). По основным морфологическим признакам (рис. 5л) сходен с типовым черноморским *G. rostellata*. Встречен на ст. 16, 25 и 42.

Goodayia sp. 1J (рис. 5м–о)

Форма клетки сигаровидная, диаметр почти одинаковый по всей длине (рис. 5м). Размер раковины 167 × 65 мкм, апертурной шейки — 88 × 11 мкм (рис. 5н). Ядро диаметром 19 мкм расположено в задней части тела (рис. 5о), С около 2.5. Обнаружен в зал. Владимира (ст. 42).

Goodayia sp. 2J (рис. 5п, 5р)

Вид по морфологическим признакам идентичен черноморскому *Goodayia rostellata* Sergeeva, Anikeeva 2008, но в среднем в 2–3 раза крупнее типового образца: размер раковины 650 × 200 мкм (рис. 5п), диаметр ядра 90 мкм, размер апертурного образования 30 × 55 мкм (рис. 5р); С равен 3.25. Обнаружен в зал. Петра Великого и в зал. Владимира (ст. 16 и 42).

Надсемейство Psammosphaeroidea Haeckel, 1894

Семейство Psammosphaeridae Haeckel, 1894

Psammosphaeridae g. spp. 1J (рис. 5с, 5т)

Раковина небольшого размера, сферической формы (рис. 5с). Как и у всех псаммосферид, явная хорошо видимая аперттура отсутствует. Стенка раковины органическая, тонкая, прозрачная. Цитоплазма гомогенная. Диаметр клетки 160 мкм, диаметр ядра 40 мкм (рис. 5т); С равен 1. Встречен в зал. Владимира (ст. 42).

Отряд Allogromiida Loeblich et Tappan, 1961

Семейство Allogromiidae Rhumbler, 1904

Подсемейство Shephardellinae Loeblich et Tappan, 1984

Nemogullmia sp. 1J (рис. 6а)

На первый взгляд, представители рода напоминают нематод, что долгое время затрудняло их идентификацию. Описываемый экземпляр определен только до рода, поскольку аперттуры на концах клетки плохо визуализируются.



Рис. 6. Представители рода *Nemogullmia*: а — *Nemogullmia* sp. 1J; б, в — *Nemogullmia* sp. 3J (б — общий вид, в — средняя часть с продольным ядром); г, д — *Nemogullmia* sp. 2J (г — общий вид, д — аперттура); е–з — *Nemogullmia* sp. 4J (е — общий вид, ж, з — аперттуры).

Длина тела около 1200 мкм, наибольшая ширина — 29 мкм; крупное, вытянутой формы ядро размером 37 × 18 мкм; С около 41. Обнаружен в зал. Петра Великого (ст. 8).

Nemogullmia sp. 3J (рис. 6б, 6в)

Морфологически наиболее близок к черноморскому виду *Nemogullmia longissima* Sergeeva et Anikeeva 2020. Размер раковины 2400 × 25 мкм (рис. 6б), ядра — около 55 × 23 мкм (рис. 6в); С равен 96. Обнаружен в зал. Петра Великого (ст. 16).

Nemogullmia sp. 2J (рис. 6г, 6д)

Клетка характерной для рода *Nemogullmia* червеобразной формы (рис. 6г). Стенка раковины протеиновая, тонкая, прозрачная, без агглютинации. Цитоплазма крупнозернистая, гомогенная. Расположенное ближе к середине клетки ядро визуализируется не полностью. Две аперттуры расположены на противоположных концах раковины, диаметр одной 30 мкм (рис. 6д), вторая видна нечетко. Размер

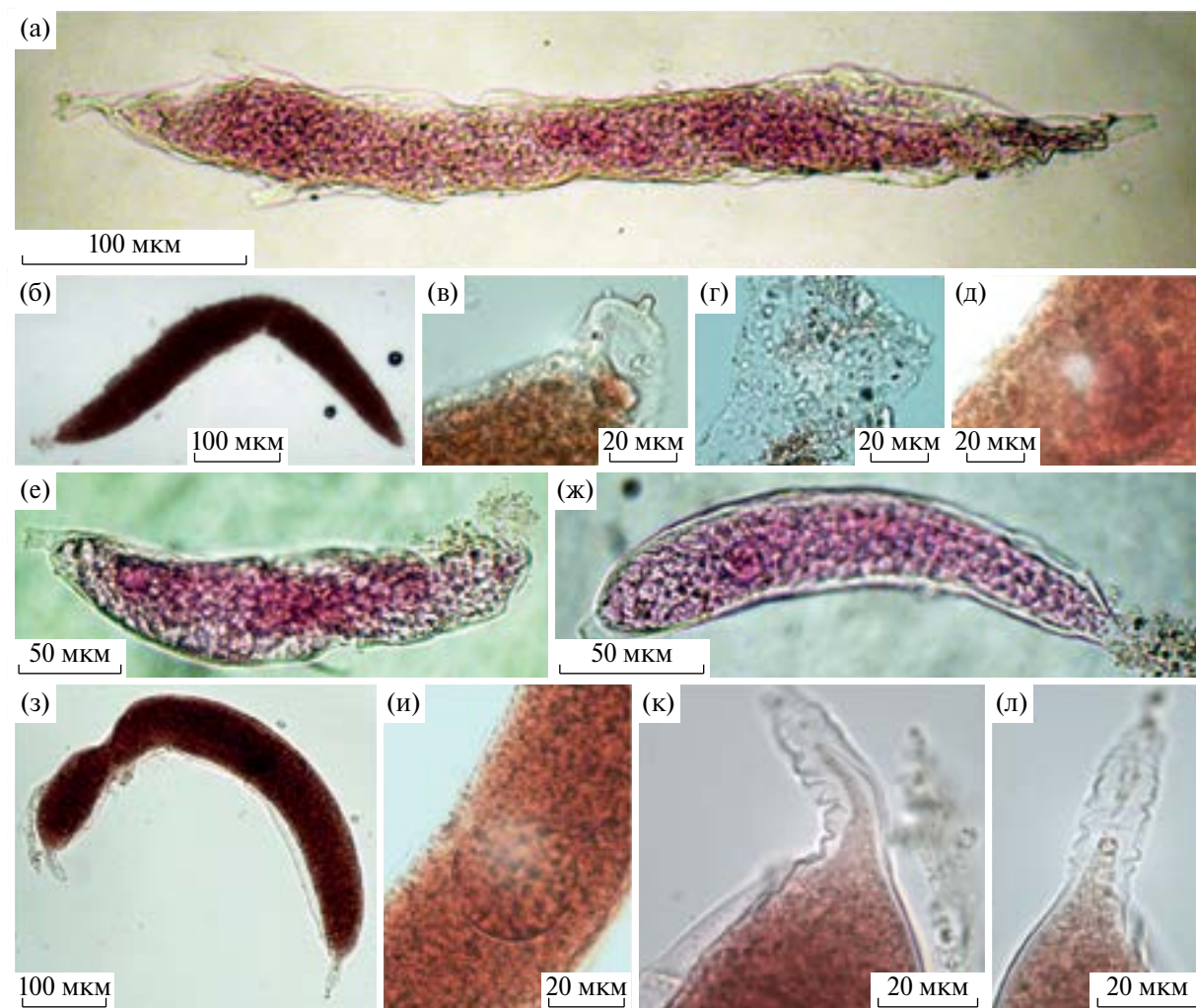


Рис. 7. Представители рода *Tinogullmia*: а — *Tinogullmia* sp. 1J; б–д — *Tinogullmia* sp. 2J (б — общий вид; в, г — апертур; д — ядро); е–ж — *Tinogullmia* sp. 3J, общий вид двух разных экземпляров; з–л — *Tinogullmia* sp. 4J (з — общий вид; и — ядро; к, л — апертур).

раковины 1000×70 мкм, С около 14.2. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 11).

Nemogullmia sp. 4J (рис. 6е–з)

Тело длинное, сужающееся к заднему концу (рис. 6е). Цитоплазма зернистая, с плотно упакованными включениями (3–10 мкм) неизвестной природы. Диаметр тела в районе ядра 75 мкм, в средней части — 70 мкм, в районе первой апертур 20 мкм (рис. 6ж), общая длина 2310 мкм, длина первой апертурной шейки 108 мкм, второй — 80 мкм (рис. 6з). Небольшое округлое ядро диаметром 28 мкм расположено под первой апертурой на расстоянии 23 мкм от переднего края тела. В результате большой вариабельности диаметра клетки С составляет от 30 до 115. Обнаружен на ст. 40.

Tinogullmia sp. 1J (рис. 7а)

Вид идентичен *Tinogullmia* sp., описанному для Черного моря (Sergeeva et al., 2005). Размер раковины 500×50 мкм, ширина апертурного отверстия около 10 мкм, С равен 10. Встречен на ст. 16, 18 и 40.

Tinogullmia sp. 2J (рис. 7б–д)

Клетка удлиненная, приблизительно равной ширины (рис. 7б), сужается непосредственно к апертурам. Цитоплазма мелкозернистая, вплотную прилегает к оболочке. На противоположных концах раковины расположены две разные по структуре апертур; размер первой 63×50 мкм (рис. 7г), второй — 25×25 мкм (рис. 7в). Округлое ядро (рис. 7д) диаметром 42 мкм (соответствующий диаметр тела

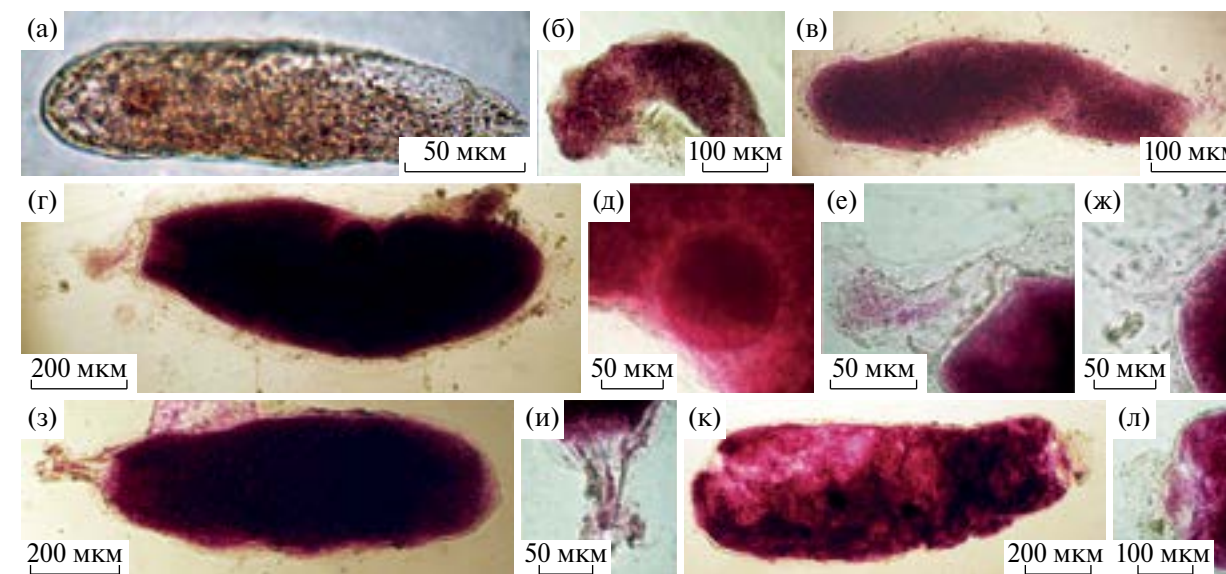


Рис. 8. Представители семейства Allogromiidae: а — Allogromiid sp. 1J; б — Allogromiid sp. 2J; в — Allogromiid sp. 5J; г–ж — Allogromiid sp. 3J (г — общий вид, д — ядро, е, ж — апертур); з, и — Allogromiid sp. 4J (з — общий вид, и — апертур); к, л — Allogromiid sp. 6J (к — общий вид, л — апертур).

137 мкм) отстоит от переднего края на расстоянии 237 мкм. Общая длина тела 1360 мкм, С около 9. Обнаружен на ст. 40.

Tinogullmia sp. 3J (рис. 7е, 7ж)

Подобный вид описан ранее для Черного моря как *Tinogullmia* sp. 2 (см. Сергеева, Аникеева, 2018). Морфология раковины и размеры экземпляров, обнаруженных в Японском море (рис. 7е, 7ж), особых отличий не имеют. Средний размер раковины $190\text{--}250 \times 30\text{--}50$ мкм, диаметр апертур от 10 до 13 мкм, С варьирует от 5 до 6.3. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 12 и 16).

Tinogullmia sp. 4J (рис. 7з–л)

Типичный представитель рода *Tinogullmia*. Оболочка тонкая, прозрачная, цитоплазма гомогенная, заполнена содержимым (рис. 7з). Размер раковины 700×60 мкм. Округлое ядро диаметром 34 мкм расположено ближе к центру клетки (рис. 7и). Обе апертур имеют основание 15 мкм, длина одной 40 мкм (рис. 7к), второй — 45 (рис. 7л), С около 11.6. Обнаружен на ст. 40.

Семейство Allogromiidae *incertae sedis*

Allogromiid sp. 1J (рис. 8а)

От представленного ниже *Vellaria* с цитоплазмой, напоминающей соты (with honeycombed

protoplasm) (см. рис. 5г) отличается строением апертурной шейки. Размер раковины 203×52 мкм, апертур — 23×21 мкм. Ядро диаметром 18 мкм расположено в дистальном конце, С около 4. Встречен в зал. Владимира (ст. 42).

Allogromiid sp. 2J (рис. 8б)

Раковина овально-вытянутой формы с одной выпуклой апертурой диаметром 23 мкм. Стенка органическая, тонкая, прозрачная, без агглютинации. Цитоплазма гомогенная, целиком заполняет пространство клетки, содержит много вакуолеподобных образований диаметром около 15 мкм. Размер раковины 380×110 мкм. С около 3.4. Обнаружен на ст. 39.

Allogromiid sp. 5J (рис. 8в)

Раковина слегка удлиненной формы. Цитоплазма гомогенная, мелкозернистая, ядро просматривается нечетко. Стенка клетки протеиновая, тонкая, прозрачная. Единственная апертур расположена на более узком конце клетки и представляет собой округлое отверстие с отходящим от него бесформенным тонкостенным органическим апертурным образованием. Размер раковины 550×150 мкм, С около 3.6. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 7).

Allogromiid sp. 3J (рис. 8г–ж)

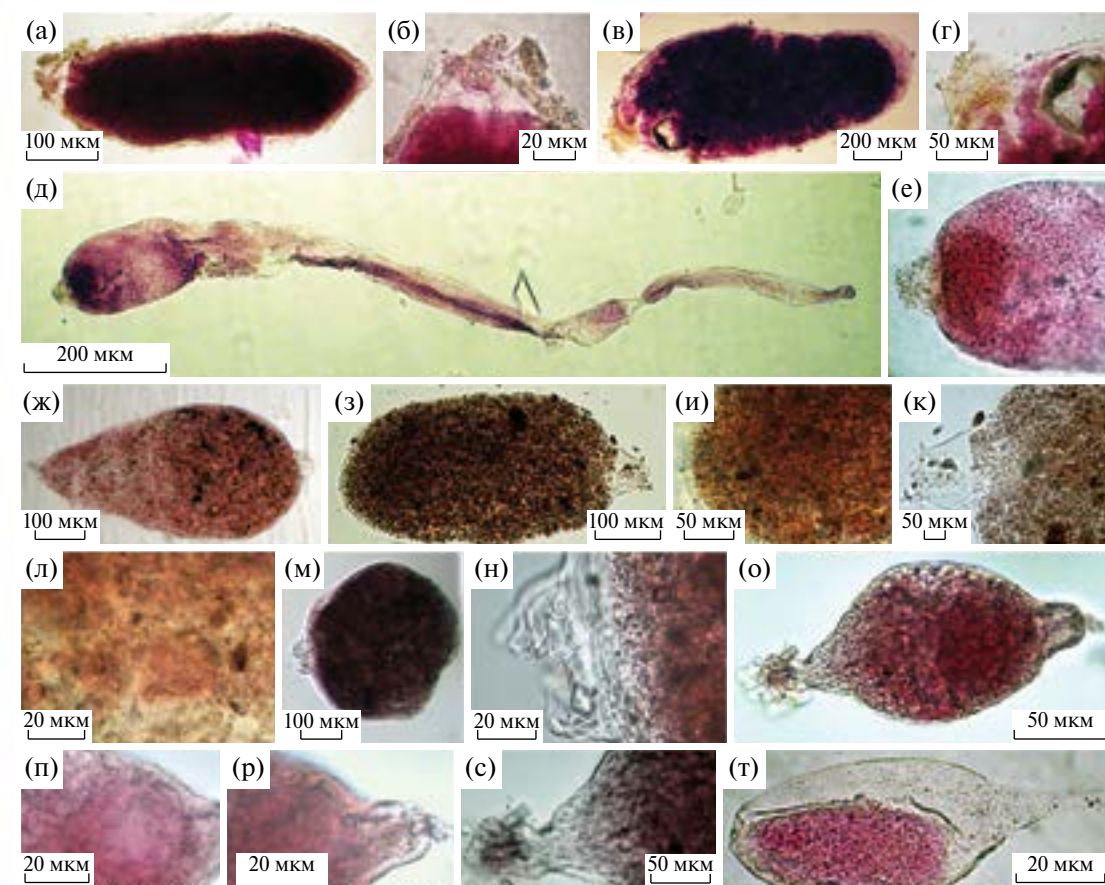


Рис. 9. Представители семейства Allogromiidae: а, б — Allogromiid sp. 7J (а — общий вид, б — апертюра); в, г — Allogromiid sp. 8J (в — общий вид, г — апертюра); д, е — Allogromiid sp. 9J (д — общий вид, е — апертюра); ж — Allogromiid sp. 11J; з—л — Allogromiid sp. 12J (з — общий вид, и — задняя часть клетки, к — апертюра, л — ядро); м, н — Allogromiid sp. 13J (м — общий вид, н — апертюра); о—с — Allogromiid sp. 14J (о — общий вид, п — ядро, р, с — апертюры); т — Allogromiid sp. 10J.

Стенка раковины тонкая, протеиновая, прозрачная (рис. 8г). Цитоплазма мелкозернистая, гомогенная, крупное ядро диаметром 100 мкм расположено ближе к центру клетки (рис. 8д). Две разные по структуре апертюры (рис. 8е и 8ж) диаметром 70 и 25 мкм соответственно, находятся на противоположных концах раковины. Размер раковины 1010 × 330 мкм, С около 3. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 7).

Allogromiid sp. 4J (рис. 8з, 8и)

Морфологически напоминает описанный выше Allogromiid sp. 3J, но имеет только одну апертюру. У МРФ в пределах вида иногда встречается подобная морфологическая вариабельность, поэтому для уточнения видовой принадлежности двух фораминифер необходима генетическая экспертиза. Раковина крупная, с тонкой

органической стенкой (рис. 8з). Цитоплазма мелкозернистая, гомогенная, целиком заполняет клеточное пространство. Апертюра вытянутая, 60 × 100 мкм, по форме похожа на апертюру представителей рода *Vellaria* (рис. 8и). Размер раковины 1040 × 340 мкм, С около 3. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 7) и на ст. 25 и 36.

Allogromiid sp. 6J (рис. 8к, 8л)

Раковина довольно крупного размера, с одной выпуклой апертюрой диаметром 180 мкм (рис. 8л). Стенка раковины протеиновая, прозрачная, тонкая. Цитоплазма мелкодисперсная, содержит единичные темные включения, похожие на стеркоматы (рис. 8к). Ядро не визуализируется. Размер раковины 1275 × 490 мкм, С около 2.6. Обнаружен в зал Петра Великого (ст. 7).

Allogromiid sp. 7J (рис. 9а, 9б)

Раковина средних размеров, с одной апертюрой диаметром 67 мкм, структура которой визуализируется нечетко (рис. 9б). Стенка раковины органическая, прозрачная, тонкая, местами слегка агглютинированная. Цитоплазма темная, ее содержимое почти не просматривается (рис. 9а). Размер раковины 450 × 160 мкм, С около 2.8. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 7).

Allogromiid sp. 8J (рис. 9в, 9г)

Фораминифера с крупной раковинной и единственной выпуклой апертюрой диаметром 70 мкм (рис. 9г). Цитоплазма плотная, гетерогенная, наполнена стеркоматами (рис. 9в), остальное содержимое не визуализируется. Размер раковины 1250 × 550 мкм, С около 2.3. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 7).

Allogromiid sp. 9J (рис. 9д, 9е)

Аллогромаида необычной формы (рис. 9д), крупных размеров. Цитоплазма гомогенная, светлая, мелкозернистая. В апертурной части клетка расширена (110 мкм), затем резко сужается до 20 мкм в червеобразный отросток, напоминая представителей рода *Nemogullmia*. Длина раковины около 1150 мкм, диаметр апертюры 28 мкм (рис. 9е). Коэффициент С варьирует от 10.4 до 57.5 в разных концах клетки. Обнаружен на ст. 1 и 40.

Allogromiid sp. 11J (рис. 9ж)

Асимметричная овально-удлиненная раковина от центра клетки резко сужается к концу, противоположному апертюре. Апертурный конец раковины плавно закруглен. Стенка раковины протеиновая, тонкая, прозрачная. Цитоплазма мелкодисперсная, гетерогенная, содержит небольшое количество стеркомат. Ядро диаметром 33 мкм расположено ближе к центру. Размер раковины 570 × 270 мкм, С около 2.1. Обнаружен в зал. Петра Великого (ст. 11).

Allogromiid sp. 12J (рис. 9з—л)

Аллогромаида средней величины (рис. 9з), с одной выпуклой апертюрой (рис. 9к). Цитоплазма гранулированная (рис. 9и), содержит большое количество фрагментов пищевых объектов (грибов, микроводорослей). Размер раковины 540 × 270 мкм, апертюры — 62 × 95 мкм. Диаметр ядра 29 мкм при соответствующем

диаметре клетки 253 мкм, С равен 2 (рис. 9л). Обнаружен в зал. Петра Великого (ст. 7).

Allogromiid sp. 13J (рис. 9м, 9н)

Клетка округлая, с прозрачной оболочкой. Цитоплазма заполнена органогенным и минеральным детритом (рис. 9м). Апертюра выпуклая, с зазубренным краем, ее размер 27 × 60 мкм (рис. 9н). Ядро диаметром 30 мкм расположено вблизи апертюры. Диаметр раковины 320 мкм, С равен 1. Встречен на ст. 72.

Allogromiid sp. 14J (рис. 9о—с)

Клетка небольших размеров (рис. 9о) с двумя апертюрами разного строения. Стенка раковины органическая, тонкая, прозрачная. Цитоплазма гомогенная, крупнозернистая с крупным ядром диаметром 40 мкм (рис. 9п) при соответствующей ширине раковины 72 мкм. Размер раковины 200 × 88 мкм. У одной из апертюр шейка вытянутая, длиной 40 мкм и диаметром 30 мкм (рис. 9р), у второй шейка выпуклая, длиной 25 мкм и диаметром 16 мкм (рис. 9с). С около 2.3. Встречен на ст. 72.

Allogromiid sp. 10J (рис. 9т)

Форма раковины напоминает бутылку или флягу с удлинением, тонким на конце горлышком, на котором расположена апертюра. Стенка раковины протеиновая, полупрозрачная, слегка агглютинированная. Размер раковины 210 × 80 мкм, С около 2.6. Обнаружен на ст. 72 и 43а.

Царство Rhizaria Cavalier-Smith, 2002.

Тип Cercozoa Cavalier-Smith, 1998

Класс Gromiidea Cavalier-Smith, 2003.

Отряд Gromiida Claparède et Lachmann, 1856

Семейство Gromiidae Reuss, 1862.

Род *Gromia* Dujardin 1835

Gromia sp. 1J (рис. 10а)

Раковина овальная, без агглютинации, средних размеров. Цитоплазма темного цвета, равномерно распределена внутри раковины. Апертюра выпуклая, широкая, с характерными для громий анастомозирующими псевдоподиями. Размер раковины 360 × 240 мкм, С равен 1.5. Встречен на ст. 72.

Gromia sp. 2J (рис. 10б)

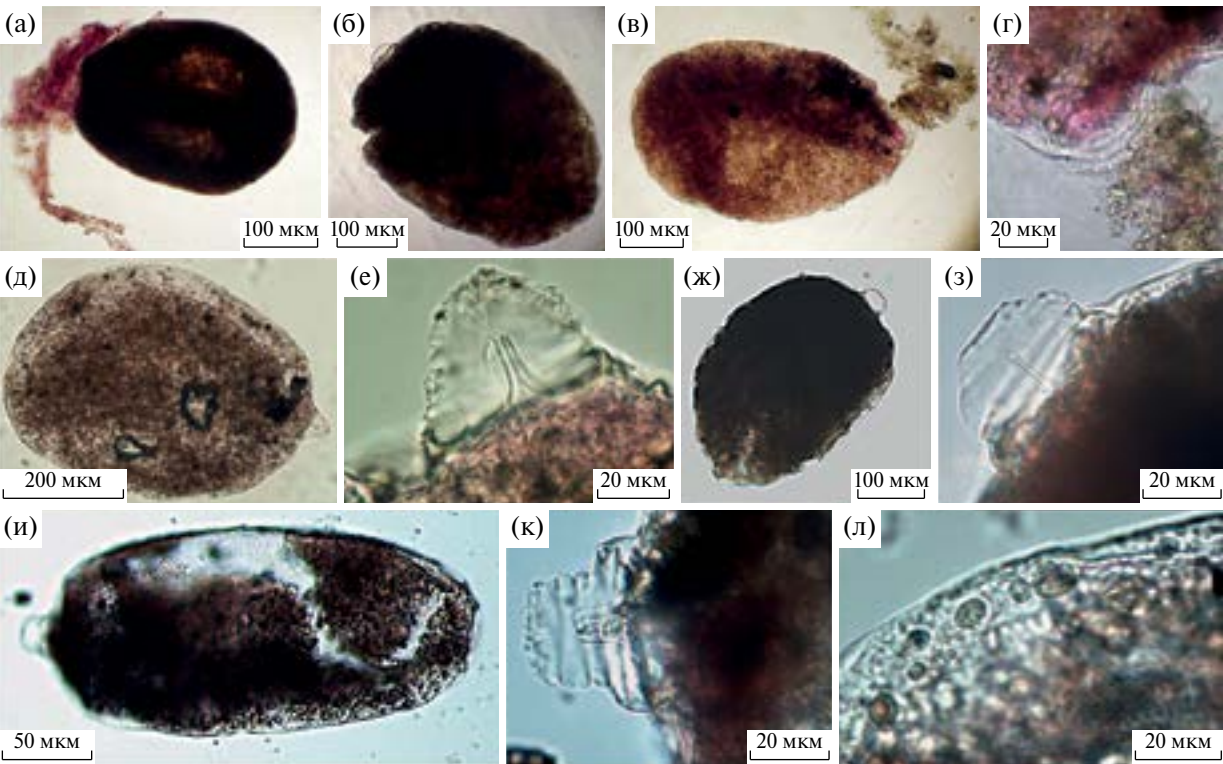


Рис. 10. Представители рода *Gromia*: а – *Gromia* sp. 1J; б – *Gromia* sp. 2J; в, г – *Gromia* sp. 3J (в – общий вид, г – апертура); д, е – *Gromia* sp. 4J (д – общий вид, е – апертура); ж, з – *Gromia* sp. 5J (ж – общий вид, з – апертура); и–л – *Gromia* sp. 6J (и – общий вид, к – апертура, л – часть оболочки с цитоплазмой).

Ранее подобные экземпляры упоминались как неописанные “овальные громииды” из трех фьордов западного района Шпицбергена (Gooday et al., 2005). По форме раковины, структуре апертуры и содержанию цитоплазмы *Gromia* sp. 2J напоминает также *G. brevis*, однако для подтверждения их идентичности необходим молекулярный анализ. Средний размер раковины 450 × 320 мкм, диаметр апертуры 40 мкм, С около 1.4. Встречен на ст. 39.

Gromia sp. 3J (рис. 10в, 10г)

Клетка яйцевидной формы, стенка раковины прозрачная, тонкая, без агглютинирующих частиц (рис. 10в). Цитоплазма гетерогенная, в основном мелкозернистой структуры. Округлая апертура диаметром 30 мкм выпуклая, с четко выраженными контурами (рис. 10г). Размер раковины 460-520 × 290-300 мкм, С изменяется от 1.5 до 1.7. Обнаружен на ст. 11 и 72.

Gromia sp. 4J (рис. 10д, 10е)

Раковина яйцевидной формы (рис. 10д). Ядро плохо различимо из-за большого количества включений в цитоплазме. Размер раковины

550 × 300 мкм, апертуры – 50 × 57 мкм (рис. 10е), С около 1.8. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 11).

Gromia sp. 5J (рис. 10ж, 10з)

От *Gromia* sp. 2J отличается структурой апертуры, которая у *Gromia* sp. 5J более выпуклая и ярко выраженная (рис. 10з). Тело клетки заполнено микроводорослевыми симбионтами, илистыми и песчанистыми частицами. Размер раковины 360 × 250 мкм (рис. 10ж), апертуры 30 × 50 мкм, диаметр ядра 25 мкм (соответствующий диаметр клетки 245 мкм), С около 1.4. Обнаружен на ст. 18.

Gromia sp. 6J (рис. 10и–л)

Форма раковины удлинненно-овальная (рис. 10и), стенка раковины прозрачная, тонкая, без агглютинации (рис. 10л). Цитоплазма гомогенная, в основном мелкозернистой структуры. Шейка апертуры округлая, выпуклая, двухступенчатая по ширине, с четко выраженными контурами (рис. 10к). Размер раковины

Таблица 2. Встречаемость громий и фораминифер с мягкими раковинами в исследованном районе (северо-западная часть Японского моря, 17.06–08.07.2021 г.)

Таксоны	Номера станций															
	1	7	8	11	12	16	18	25	33	36	39	40	72	42	43A	43
<i>Vellaria pellucida</i>	+	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–	+
<i>V. cf. pellucida</i>	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–
<i>V. cf. sacculus</i>	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Vellaria</i> -like species 2J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
<i>Vellaria</i> -like species 3J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Vellaria</i> с ячеистой цитоплазмой	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+
<i>Goodayia rostellata</i>	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>G. cf. rostellata</i>	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Goodayia</i> sp.1J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Goodayia</i> sp.2J	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Krymia fusiformis</i>	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Micrometula</i> sp.1J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–
<i>Tinogullmia</i> sp.1J	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Tinogullmia</i> sp.2J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Tinogullmia</i> sp.3J	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Tinogullmia</i> sp. 4J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Nemogullmia</i> cf. <i>pontica</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
<i>N. cf. longissima</i>	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Nemogullmia</i> sp.1J	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Nemogullmia</i> sp.2J	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Nemogullmia</i> sp.3J	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Nemogullmia</i> sp.4J	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
Unidentified <i>nemogullmiids</i>	+	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	–	+	–	+
<i>Psammophaga</i> cf. <i>simplora</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+
<i>Psammophaga</i> sp. 2J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+
<i>Psammophaga</i> sp. 3J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Psammophaga</i> sp. 4J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
<i>Allogromiid</i> sp.1J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+
<i>Allogromiid</i> sp. 2J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 3J	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 4J	+	+	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 5J	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 6J	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 7J	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 8J	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 9J	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 10J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
<i>Allogromiid</i> sp. 11J	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 12J	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 13J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
<i>Allogromiid</i> sp. 14J	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
<i>Saccamminid</i> sp. 1J	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Saccamminid</i> sp. 2J	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Saccamminid sp. 3J	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Saccamminid sp. 4J	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Saccamminid sp. 5J	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Saccamminid sp. 6J	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Saccamminid sp. 7J	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Saccamminid sp. 8J	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Psammosphaeridae g. spp. 1J	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—
Gromia sp.1J	+	—	—	+	+	—	+	+	—	—	—	+	+	—	+	+
Gromia sp.2J	+	—	—	+	+	+	—	+	—	—	+	—	—	+	—	+
Gromia sp.3J	+	—		+	+	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
Gromia sp.4J	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Gromia sp.5J	—	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gromia sp.6J	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

500 × 223 мкм, апертуры — 47 × 30 мкм, С около 2.2. Встречен в зал. Петра Великого (ст. 12).

ОБСУЖДЕНИЕ

В работе представлено описание первого набора данных о таксономическом разнообразии и распределении в северо-западной части Японского моря бентосных простейших — фораминифер с мягкими раковинами и громиид. Бентосные простейшие впервые были рассмотрены как компоненты донных сообществ. В составе Protozoa выявлены четыре морфоэкологические группы организмов: Ciliophora (свободноподвижные и эпибионтные инфузории), Foraminifera с твердыми раковинами и однокамерные Foraminifera с мягкими раковинами, а также Cercozoa (класс Gromiidea).

Количественное распределение одноклеточной и многоклеточной фауны на исследованном шельфе Японского моря весьма неравномерно. Максимальная плотность поселений Protozoa и Metazoa отмечена в зал. Петра Великого и зал. Владимира. В прибрежных водах Приморского края (с юга на север) каких-либо закономерностей в количественном распределении простейших не выявлено.

В таксоценозах Protozoa в основном доминировали фораминиферы в мягких раковинах и громииды.

Представленный выше список видов и морфотипов мягкораковинных фораминифер и громиид следует рассматривать как предварительный, который при дальнейших исследованиях будет значительно пополнен. К сожалению, авторам

не представилась возможность проиллюстрировать все встреченные особи, так как нежная структура их раковин не всегда сохраняла форму.

Для района исследования выявлено 4 вида, относящихся к роду *Psammophaga*. Морфологически *Psammophaga* sp. 2J наиболее близок к типовому виду *P. simplora* Arnold, 1982, однако особи из Японского моря в 2—3 раза крупнее. Отмечено, что большинство обнаруженных нами представителей МРФ Японского моря также отличаются более крупными размерами по сравнению с аналогичными формами из Азово-Черноморского бассейна. Эти разнообразные и многочисленные бентосные простейшие вовлекаются в круговорот органических веществ донных экосистем водоема и требуют дальнейшего детального изучения, охватывающего разную глубину и биотопы не только Японского моря, но и всех дальневосточных морей России. Использование генетических методов в будущих исследованиях позволит определить реальное сходство или различие таксономического состава громиид и фораминифер с мягкими раковинами в морях Дальнего Востока по градиенту глубины и географическому распространению.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, гос. задания №№ 121040500247—0 и 121030100028-0. Никаких дополнительных грантов на

проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ НОРМ

Настоящая статья не содержит описания каких-либо исследований с использованием людей и животных в качестве объектов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем глубокую признательность руководству Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН за возможность отбора проб донных осадков, капитану НИС “Академик Опарин”, коллегам из отдела экологии бентоса ИнБЮМ РАН С.А. Трофимову и Ю.И. Литвину, оказавшим неоценимую помощь в получении научных материалов, а также коллегам Т.Н. Ревковой, О.А. Миронюк и В.А. Тимофееву за помощь в подготовке иллюстраций. Выражаем благодарность проф., д.б.н. И.В. Довгаль и м.н.с. А.Ш. Абибулаевой за определение инфузорий Японского моря.

Благодарим анонимных рецензентов, высказавших ряд полезных советов и рекомендаций по улучшению нашей рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гальцова В.В., Павлюк О.Н. Мейобентос бухты Алексева (залив Петра Великого, Японское море) в условиях марикультуры гребешка. Владивосток. ИБМ ДВНЦ. 1987. Препринт № 20.

Гальцова В.В., Павлюк О.Н. Сезонная динамика плотности поселения мейобентоса в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. 2000. Т. 20. С. 160—165.

Лукина Т.Г., Тарасова Т.С. Phylum Sarcomastigophora, Class Granuloreticulosa. Список видов свободноживущих беспозвоночных дальневосточных морей России. В серии: Исследования фауны морей. Вып. 75. СПб. 2013.

Павлюк О.Н., Требухова Ю.А. Мейобентос Дальневосточного государственного морского заповедника (залив Петра Великого Японского моря). Научные исследования в заповедниках Дальнего Востока Ч. П., Матер. VI Дальневост. конф. по заповедному делу, Хабаровск, 15—17 октября 2003, Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 2004. С. 51—56.

Павлюк О.Н., Требухова Ю.А., Шулькин В.М. Структура сообщества свободноживущих нематод в бухте Врангеля Японского моря // Биол. моря. 2003. Т. 29. С. 388—394.

Павлюк О.Н., Требухова Ю.А., Чернова Е.Н. Мейобентос в условиях марикультуры приморского гребешка в бухте Миносок (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. 2005. Т. 31. С. 329—337.

Павлюк О.Н., Преображенская Т.В., Тарасова Т.С. Межгодовые изменения в структуре сообществ мейобентоса бухты Алексева Японского моря // Биол. моря. 2001. Т. 27. С. 127—132.

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.

Сергеева Н.Г., Аникеева О.В. Мягкораковинные фораминиферы Черного и Азовского морей. ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН, Симферополь: ИТ Ариал. 2018.

Сергеева Н.Г., Аникеева О.В., Абибулаева А.Ш., Довгаль И.В. Новые находки мейобентосных простейших в районе Приморского шельфа Японского моря. Тез. докладов II Международной научнопрактической конференции Изучение водных и наземных экосистем: история и современность, Севастополь. РФ. Севастополь. 2022. С. 54—55.

Тарасова Т.С., Преображенская Т.В. Влияние марикультуры приморского гребешка на комплексы фораминифер бухты Алексева Японского моря // Биол. моря. 2000. Т. 26. С. 166—174.

Тарасова Т.С., Преображенская Т.В. Бентосные фораминиферы бухты Миносок залива Петра Великого (Японское море) в условиях марикультуры приморского гребешка // Биол. моря. 2007. Т. 33. С. 25—36.

Тарасова Т.С., Романова А.В., Плетнев С.П., Аннин В.К. Современные комплексы бентосных фораминифер в бухте Житкова (о. Русский) залива Петра Великого Японского моря // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 184. С. 158—167.

Фадеева Н.П. Свободноживущие нематоды как компонент мейобентоса экосистем шельфа Японского моря. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 2005. 40 с.

Gooday A.J., Pawlowski J. *Conqueria laevis* gen. et sp. nov., a new soft-walled, monothalamous foraminiferan from the deep Weddell Sea // J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 2004. V. 84. P. 919—924. <https://doi.org/10.1017/S0025315404010197h>

Gooday A.J., Bowser S.S., Cedhagen T. et al. Monothalamous foraminiferans and gromiids (Protista) from western Svalbard: a preliminary survey // *Mar. Biol. Res.* 2005. V. 1. P. 290—312.

- Gooday A.J., Anikeeva O.V., Pawlowski J. New genera and species of monothalamous Foraminifera from Balaclava and Kazach'ya Bays (Crimean Peninsula, Black Sea) // Mar. Biodiversity. 2011. V. 41. P. 481–494. <https://doi.org/10.1007/s12526-010-0075-7>
- Hayward B.W., Le Coze F., Vachard D., Gross O. World Foraminifera Database. Monothalamia. Accessed through World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=744106> on 2023-06-09
- Henderson, Z. Soft-walled monothalamid foraminifera from the intertidal zones of the Lorn area, north-west Scotland // Mar. Biol. Assoc. U.K. 2023. V. 103. e18. doi: 10.1017/S0025315423000061
- Loeblich A., Tappan H. Foraminiferal genera and their classification. New York: Van Nostrand Reinhold Co. 1987. V. 1, 2.
- Pawlowski J. Introduction to the molecular systematics of foraminifera // Micropaleontology. 2000. V. 46. P. 1–12.
- Pawlowski J., Bolivar I., Guiard-Maffia J., Gouy M. Phylogenetic position of foraminifera inferred from LSU rRNA gene sequences // Mol. Biol. Evol. 1994. V. 11. P. 929–938.
- Pawlowski J., Bolivar I., Fahrni J.F. et al. Molecular evidence that *Reticulomixa filose* is a freshwater naked foraminifer // J. Eukaryotic Microbiol. 1999. V. 46. P. 612–617.
- Sabbatini A., Nardelli M.P., Morigi C., Negri A. Contribution of soft-shelled monothalamous taxa to foraminiferal assemblages in the Adriatic Sea // Acta Protozool. 2013. V. 52. P. 181–192.
- Sergeeva N.G. Benthic Protozoa (Foraminifera, Allogromiida) as potential indicator species for the sedimentation record of the Azov–Black Sea basin bottom deposits // Paleontol. J. 2019. V. 53. P. 879–884.
- Sergeeva N.G., Anikeeva O.V., Gooday A.J. The monothalamous foraminiferan *Tinogullmia* in the Black Sea // J. Micropalaeontol. 2005. V. 24. P. 191–192.
- Sergeeva N.G., Revkova T.N., Ürkmez D. Meiobenthic assemblages of the Laspi Bay (Crimea, Black Sea): taxonomic diversity and quantitative development // Acta Aquat. Turc. 2023. V. 19. P. 58–70.
- Sergeeva N.G., Zaika V.E., Anikeeva O.V. An overview on distribution and abundance of meiobenthic foraminifera in the Black Sea // Ecol. Montenegrina. 2015. V. 2. P. 124–141.
- Tarasova T.S., Kamenskaya O.E., Romanova A.V. Benthic foraminifera under conditions of gas-hydrothermal activity in the Deryugin Basin, Sea of Okhotsk. Abstr. Pap. Int. Conf. “Unique Marine Ecosystems. Modern Technologies of Exploration and Conservation for Future Generations”. Vladivostok. 2016. P. 105–106.
- 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). Proc. Russ.–China Bilateral Symp. Mar. Ecosyst. Global Change Northwest. Pac. Vladivostok. 2012. P. 105–110.
- Ürkmez D., Sezgin M., Sergeeva N.G. Meiobenthic research on the Black Sea shelf of Turkey: a review, Black Sea marine environment: The Turkish shelf. TUDAV Publication. № 46. Istanbul, Turkey: Turkish Marine research foundation. 2017. P. 196–226.

First Investigations of Benthic Soft-walled Foraminifera and Gromiids (Protozoa) in the northwestern Sea of Japan

N. G. Sergeeva^a, O. V. Anikeeva^a

^aKovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences, Sevastopol 299011, Russia

The taxonomic and quantitative composition of the meiobenthos, with an emphasis on foraminifera and gromiids were studied on the coast of Primorsky Region, northwestern part of the Sea of Japan, at water depths of 0.3–86.0 m. The Protozoa were evaluated for the first time in this region as a component of the meiobenthic communities. The protozoa are represented by four morpho-ecological groups: Ciliophora (free-moving and epibionts), both hard-shelled and soft-walled Foraminifera, and Cercozoa (class Gromiidea). The total abundance of the meiobenthos varied from 32 500 to 2 107 500 ind./m². The presence of Protozoa was extremely variable. They were completely absent (station 62) and reached a maximum 155 000 ind./m² (station 42). Among the protozoans, soft-walled foraminifers (SWF) and gromiids (GR) dominated. GRs accounted for up to 51–85% of the abundance of the total protozoa at some stations in Peter the Great Bay. At other stations, SWFs prevailed and reached 93–100% of the total protozoa. The most numerous hard-shelled (HSF) foraminifers and ciliates (CL) were obtained in the Vladimir Bay and at individual stations off the eastern coast of Primorsky Region. Brief descriptions with illustrations are given for 45 representatives of the SWF belonging to the families Allogromiidae and Saccamminidae, of which 22 of them are identified to the species or genus level, and 23 morphotypes are identified to the family level. The gromiid fauna is represented by six morphotypes.

Keywords: meiobenthos, soft-walled foraminifera, gromiids fauna, taxonomic composition, Sea of Japan