

УДК 563.12:551.761(571.56-17)

ФРОНДИКУЛЯРИИ (FORAMINIFERA) ИЗ ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРА СИБИРИ И ОСТРОВА КОТЕЛЬНЫЙ (НОВОСИБИРСКИЕ О-ВА)

© 2025 г. А. В. Ядренкин*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, 630090 Россия

**e-mail: YadrenkinAV@ipgg.sbras.ru*

Поступила в редакцию 16.08.2024 г.

После доработки 20.12.2024 г.

Принята к публикации 20.12.2024 г.

Выполнено монографическое изучение представителей рода *Frondicularia* (фораминиферы) из средне–верхнетриасовых отложений севера Средней Сибири и о-ва Котельный. Приводится полное описание одного нового вида (*Frondicularia arctica* sp. nov.) и краткое описание семи ранее известных. Проведено сравнение морфологического строения видов с использованием математических методов (регрессионного анализа, параметрических методов статистики и многофакторного анализа (метод главных компонент)). Обоснованы эволюционные изменения в строении начального отдела раковины и формы пролокула от овальной до веретеновидной у трех видов фрондикулярий и отнесение их к одной филогенетической линии (*F. lepidaeformis*–*F. foliacea*–*F. phyllodeaeformis*).

Ключевые слова: фрондикулярии, фораминиферы, морфология, средний–верхний триас, север Средней Сибири, о-в Котельный, Новосибирские о-ва

DOI: 10.31857/S0031031X25030018 EDN: EQAOVK

ВВЕДЕНИЕ

Род *Frondicularia* DeFrance, 1826 представляет собой сложную, морфологически неоднородную группу билатеральных нодосариид (*Nodosariidae*), на происхождение и видовой состав которой в настоящее время не существует единого взгляда. А.А. Герке (1952, 1961, 1962) было монографически описано свыше 40 видов фрондикулярий из пермских (26 видов и подвидов), триасовых (шесть видов) и нижнеюрских (восемь видов) отложений, в основном из Нордвикского р-на севера Центральной Сибири. Также им было детально изучено строение раковин, выделены диагностические видовые признаки, разработаны терминология этих признаков, градация формы раковины, камер, поперечного сечения, периферического края и т.д., предложены таблицы количественной градации признаков и методика проведения замеров (Герке, 1967). Все это способствовало единообразию в описании видов и определении их родовой принадлежности.

Однако до настоящего времени отсутствует единое мнение о классификации представителей этого рода, поэтому в ряде статей авторы

относят одни и те же виды к разным родам (Тарпан, 1951; Герке, 1962; Karavaeva, Nestell, 2007 и др.). Наиболее сложно найти критерии различий между фрондикуляриями и ихтиоляриями. По мнению А. Леблич и Х. Таппан, эти роды отличаются строением стенки раковины и относятся даже к разным семействам: ихтиолярии – к сем. *Ichthyolariidae* (стенка двуслойная, возможно наличие микрогранулярного слоя), а фрондикулярии – к сем. *Nodosariidae* (стенка однослойная), поэтому все виды из пермских–нижнеюрских отложений авторы относят к ихтиоляриям, считая, что настоящие фрондикулярии появились только в юре (Loeblich, Tappan, 1988). Н.И. Караваевой и Г. Нестелл была предложена биостратиграфическая шкала перми по фораминиферам для Омолонского массива, в которой руководящими и характерными являются виды, отнесенные авторами к родам *Howchinella* и *Omoloniella* (Karavaeva, Nestell, 2007), большая часть которых ранее были описаны Герке (1962) как *Frondicularia*. Мы придерживаемся мнения, что часть триасовых видов относится к ихтиоляриям, а часть несомненно принадлежит фрондикуляриям. К роду *Frondicularia* DeFrance, 1826 относятся виды с относительно широкими сильно

уплощенными раковинами с низкими сильно объемлющими камерами вилообразной формы, т.е. поздние камеры полностью или в значительной мере охватывают предшествующие камеры. В то же время, у представителей рода *Ichthyolaria* Wedekind, 1937 раковина относительно узкая, ланцетовидная, состоящая из высоких или умеренно высоких необъемлющих камер шевроновой формы; стенка иногда может быть вторично многослойной.

В бореальных комплексах фораминифер на севере Средней Сибири фрондикулярии обычны в течение всей перми и представляют собой одну из важнейших микрофаунистических групп для корреляции морских отложений (Герке, 1952, 1962). Эта группа продолжает занимать заметное место и в триасовых бореальных комплексах, а также имеет важное стратиграфическое значение в верхнем триасе — так, в норийском ярусе фрондикулярии являются видами-индексами двух биостратонов по фораминиферам (Константинов и др., 2013).

Фрондикулярии являются постоянным элементом поздне триасовых комплексов фораминифер на севере Средней Сибири от Восточного Таймыра до низовьев р. Лена, а также в бассейне р. Колыма и на о-ве Котельный (Новосибирские о-ва). Из верхнетриасовых отложений бореальных регионов ранее было монографически описано 10 видов фрондикулярий: четыре вида из Нордвикского р-на севера Сибири (Герке, 1952, 1961, 1962), один вид из формации Shublik Северной Аляски (Тарпан, 1951) и пять видов из верхнего триаса о-ва Котельный (Ядренкин, 1997; Ядренкин, Клец, 2004). Из них к роду *Frondicularia* Defrance, 1826, по нашему мнению, относятся: *F. brizoides* Gerke, 1961, *F. lepida* Gerke, 1961, *F. lepidaeformis* Yadrénkin, 1997, *F. foliacea* Yadrénkin, 1997, *F. phylloideaeformis* Yadrénkin, 1997, *F. orientalis* Yadrénkin, 2004, *F. flabelata* Yadrénkin, 2004. Такие же виды, как *F. triassica* Gerke, 1961, *F. xiphozuroides* Gerke, 1961 и *F. asmaea* Tarpan, 1951, вероятнее всего, принадлежат к роду *Ichthyolaria* Wedekind, 1937.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для написания работы послужили коллекции из личных сборов автора из триаса Восточного Таймыра (м. Цветкова — 1992 г.), кряжа Прончищева (2012 г.), Оленекского зал. (м. Тумул, пос. Ыстаннах-Хочо — 2007, 2010 гг.), о-ва Таас-Ары, руч. Извилистый (низовье р. Лена — 2004 г.), р. Зырянка (приток р. Колыма — 1993 г.), о-ва Котельный (2009 г.) (рис. 1).

А также коллекция, составленная автором из образцов, любезно предоставленных ему А.Ю. Егоровым (Москва, “Аэрогеология”) и А.Г. Константиновым (Новосибирск, ИНГГ СО РАН) из сборов экспедиции на о-ве Котельный 1984 г. Все образцы имеют точную привязку в разрезах и обоснование возраста согласно ранее опубликованным материалам и принятым био- и литостратиграфическим схемам (Егоров и др., 1987; Константинов и др., 1997, 2007, 2013, 2022; Никитенко и др., 2022 и др.). Фрондикулярии были установлены в 89 образцах, общее число свыше 300 раковин различной сохранности. Коллекция хранится в лаб. микропалеонтологии Ин-та нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН), г. Новосибирск, под № ВТ1992, № Т2007, № К1984, № К2009.

В своей работе автор придерживался системы фораминифер Леблик и Таппан (Loeblich, Tarpan, 1988), а при монографическом описании была использована терминология и основные критерии количественной и качественной характеристик признаков для двусимметричных нодозариид по Герке (1967). Фотографирование раковин фораминифер выполнено на микроскопе Discovery. V12. SteREO ZEISS с программным обеспечением AxioVision Rel.4.8. Раковины фотографировались в отраженном и проходящем свете, просветленные в иммерсионной жидкости,



Рис. 1. Карта-схема местоположения районов исследования триасовых отложений, в которых присутствуют фрондикулярии: 1 — м. Цветкова (Восточное побережье п-ова Таймыр), 2 — Нордвикский участок (по: Герке, 1961, 1962), 3 — Чайдах-Гуримисский участок (по: Герке, 1961, 1962), 4 — кряж Прончищева (р. Песчаная), 5 — м. Тумул (пос. Усть-Оленек), 6 — м. Улахан-Крест и пос. Ыстаннах-Хочо (Оленекский зал.), 7 — о. Таас-Ары, р. Булкур (р. Лена), 8 — руч. Извилистый (р. Лена), 9 — о-в Котельный (Лагуна станции), 10 — о-в Котельный (рр. Тихая и Прямая).

что позволяло получить высокое качество изображений, в т.ч. особенности их внутреннего строения, в отличие от сканирующего электронного микроскопа, отражающего лишь поверхность и ее скульптурные особенности. У каждой раковины проводили замеры (в мм): длины (L), ширины (B), толщины (H), длины пролокулума (Lp), ширины пролокулума (Bp), причем длина и ширина раковины измерялись для каждой стадии онтогенеза, т.е., начиная с начальной камеры, далее двукамерной, трехкамерной и т.д. (рис. 2). Все измерения выполнены по фотографиям на ПК с использованием программы AxioVision Rel.4.8 с точностью 0.01 мм.

Для проведения статистического анализа построена матрица значений удлинненности

(L1/B1, L2/B2 и т.д., максимально для 11 камер). Для каждого вида оценивали закономерности изменения степени удлинненности раковины в онтогенезе с использованием регрессионного анализа.

Сравнение шести видов фрондикулярий по совокупности показателей морфологической изменчивости выполнено с использованием параметрических методов статистики: сравнение малых выборок с использованием коэффициента Стьюдента (Дубровская и др., 2011; Морозова, 2016) и многофакторного анализа с использованием метода главных компонент (Ефимов и др., 1988). Математическая обработка данных проведена с использованием Программы "PAST 4.03" (Paleontological Statistics), применяемой для статистического анализа палеонтологических данных. Согласно общеприменяемым методам статистического анализа, p – стандартное обозначение уровня достоверности различий сравниваемых выборок (как при использовании параметрических сравнений выборок, так и по комплексу признаков). Уровень значимости – вероятность отвергнуть правильную гипотезу, т.е. совершить ошибку первого рода. В анализе естественнонаучных данных обычно назначают уровень значимости, равный 5%, или в долях единицы – 0.05. Принято, что $p < 0.05$ – показатель высокой значимости различий. Например, $p < 0.05$ обозначает, что более 95% особей в выборках достоверно различаются между собой. Соответственно, $p < 0.01$ – 99%, $p < 0.001$ – 99.9%.

Общий объем статистически проанализированного материала составил 193 экз., из них: *F. lepida* Gerke – 49 экз., *F. lepidaeformis* Yadrenkin – 73 экз., *F. foliacea* Yadrenkin – 24 экз., *F. arctica* sp. nov. – 19 экз., *F. phyllodaeformis* Yadrenkin – 22 экз., а также *F. phyllodea* Kristan-Tollmann – 6 экз. Измерения *F. phyllodea* выполнены по изображениям фототаблиц из публикации Э. Кристан-Тольман (Kristan-Tollmann, 1964, табл. 23, фиг. 1–6).

В тексте приняты сокращенные обозначения: а-зона – аммонитовая зона, д-зона – зона по двустворчатым моллюскам, обн. – обнажение (разрез), обр. – образец.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В средне–верхнетриасовых отложениях севера Сибири установлено восемь видов фрондикулярий: семь ранее известных и один новый. Виды обладают морфологически близким строением

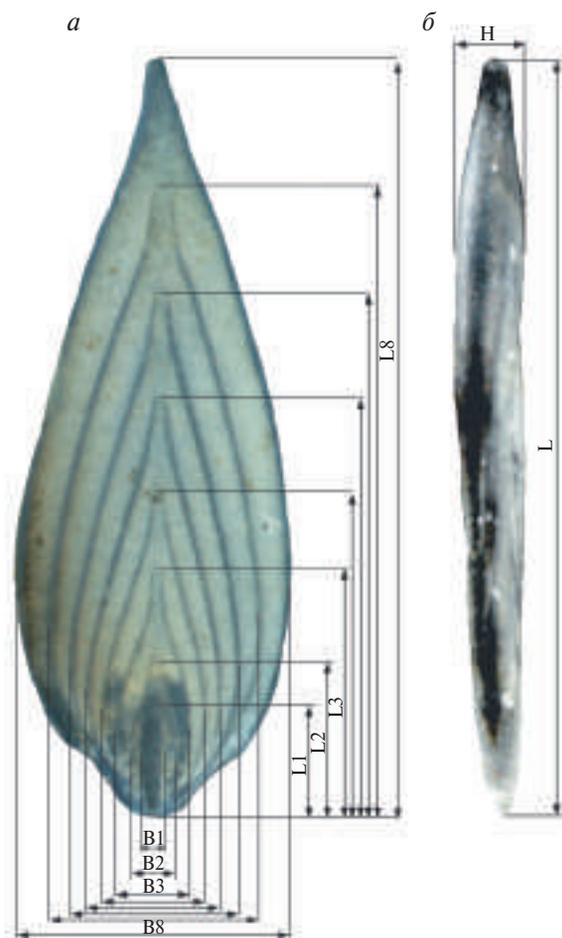


Рис. 2. Схема выполненных измерений раковин фрондикулярий: *a* – измерение длины и ширины: L1 – длина первой (начальной камеры), B1 – ширина первой (начальной камеры), L2 – длина двукамерной раковины, B2 – ширина двукамерной раковины, L3 – длина раковины из трех камер и т.д.; *b* – измерение длины и толщины: L – длина раковины, H – толщина раковины.

раковин и характеризуются сильно уплощенной раковиной округленно-ромбовидной – обратно-ланцетовидной формы с низкими сильно-объемлющими камерами вилообразной, шевроновой, стреловидной формы. Ниже в табл. 1 приведены основные морфологические признаки по каждому из видов, терминология названий признаков использована по Герке (1967).

Ниже приведено монографическое описание одного нового вида *F. arctica* sp. nov. из нижне–средненорийских отложений о-ва Котельный, а также фотоизображения и краткое описание еще для семи видов (синонимика, новые данные по изменчивости и распространению). Впервые приведены фотографии двух видов, *F. lepida* Gerke и *F. brizoides* Gerke, прежде представленные в рисованном виде (Герке, 1961, 1962). Получены новые данные по морфологии и распространению для ранее описанных видов: *F. lepidaeformis* Yadrenkin, *F. foliacea* Yadrenkin и *F. phyllodeaeformis* Yadrenkin, которые первоначально были опубликованы автором в Трудах

XII Микропалеонтологического совещания (Ядренкин, 1997). Была установлена стратиграфическая последовательность из этих трех видов, принадлежащих, предположительно, к одной филогенетической линии, в качестве эволюционирующего признака в которой является изменение строения и формы пролокулума (Ядренкин, 1997, 2023). Дополнительный материал с о-ва Котельный (2009 г.) подтвердил присутствие этих видов в разрезе, позволил уточнить их стратиграфическое положение и оказался достаточным для использования методов математического анализа при обосновании их сходства и различий.

Билатеральное строение уплощенных раковин фрондикулярий позволяет проследить изменения морфологии раковин в онтогенезе. Наиболее информативным и видоспецифичным является строение начального отдела, а именно: форма пролокулума, форма первых трех-четырёх камер и степень охвата камер. Эти виды отличаются характером изменения степени

Таблица 1. Основные морфологические признаки триасовых видов фрондикулярий

Признаки Виды	Форма раковины	Удлиненность раковины (L/V)	Форма камер	Форма начальной камеры и удлиненность Lp/Vp ср. (min.–max.)
<i>F. lepida</i>	обратно-ланцетовидная	слабая (1.6–2.0)	шевроновые вилообразные	овальная каплевидная 1.84 (1.0–3.0)
<i>F. brizoides</i>	округло-ромбовидная	очень слабая (до 1.5)	стреловидная – вилообразная	округлая – яйцевидная
<i>F. flabellata</i>	округленно-ромбовидная	очень слабая (1.05–1.44)	серповидные – вилообразные	округлая
<i>F. orientalis</i>	клиновидно-ромбическая – ланцетообразная	умеренная – сильная (2.4–3.5)	вилообразная	каплевидная – овальная 1.42 (1.16–1.8)
<i>F. arctica</i>	веретеновидно-овальная	умеренная – сильная (2.2–3.53)	стреловидная	овальная 2.05 (1.13–3.3)
<i>F. lepidaeformis</i>	копьевидно-шлемовидная	слабая – умеренная (1.64–2.82)	вилообразная	округло – овальная 1.64 (1.07–2.8)
<i>F. foliacea</i>	обратно-ланцетовидная	слабая – умеренная (1.8–3.0)	вилообразная	веретеновидная 3.59 (2.14–5.0)
<i>F. phyllodeaeformis</i>	обратно-ланцетовидная	умеренная (2.1–2.9)	вилообразная	веретеновидная 6.27 (3.3–9.8)

Примечание: удлиненность раковины L/V и пределы ее изменчивости (min.–max.); удлиненность пролокулума Lp/Vp – среднее и пределы изменчивости (min.–max.).

удлиненности раковин в онтогенезе, что подтверждается достоверными отличиями для ранних стадий развития.

Так, при сравнении шести морфологически близких видов триасовых фрондикулярий (*F. lepida*, *F. lepidaeformis*, *F. foliacea*, *F. arctica*, *F. phyllodeaeformis* и *F. phyllodea*) с использованием регрессионного анализа установлен характер изменения степени удлиненности раковины в онтогенезе. Тренды изменений, характерные для каждого вида, представлены на графике в виде экспоненциальных кривых, построенных по рассчитанным формулам аппроксимации степенной функции, где x и y соответствующие значения по осям x и y (рис. 3). Наибольшие различия проявляются в строении начальной части раковины (для одно–пятикамерных экземпляров) между видами с “овальной” и “веретеновидной” формой начальной камеры, т.е. *F. lepida*

и *F. lepidaeformis* достоверно отличаются от видов *F. foliacea*, *F. phyllodeaeformis* и *F. phyllodea*. Принципиально от всех видов отличается *F. arctica*, у которого степень удлиненности раковины в онтогенезе равномерно увеличивается (рис. 3).

При сравнении двух морфологически близких видов *F. lepida* Gerke и *F. lepidaeformis* с использованием t -критерия Стьюдента выявлены достоверные различия по степени удлиненности раковин на ранних стадиях онтогенеза: для однокамерных особей – $p < 0.05$, для двухкамерных – $p < 0.01$ и четырехкамерных – $p < 0.001$. Сравнение *F. phyllodeaeformis* и *F. foliacea* также показывает достоверные различия выборок для одно–четырёхкамерных особей с вероятностью $p < 0.001–0.01$, а для пятикамерных – $p < 0.05$. Сравнение *F. foliacea* с *F. phyllodea* показывает отсутствие достоверных различий именно у однокамерных экземпляров, но высокий уровень

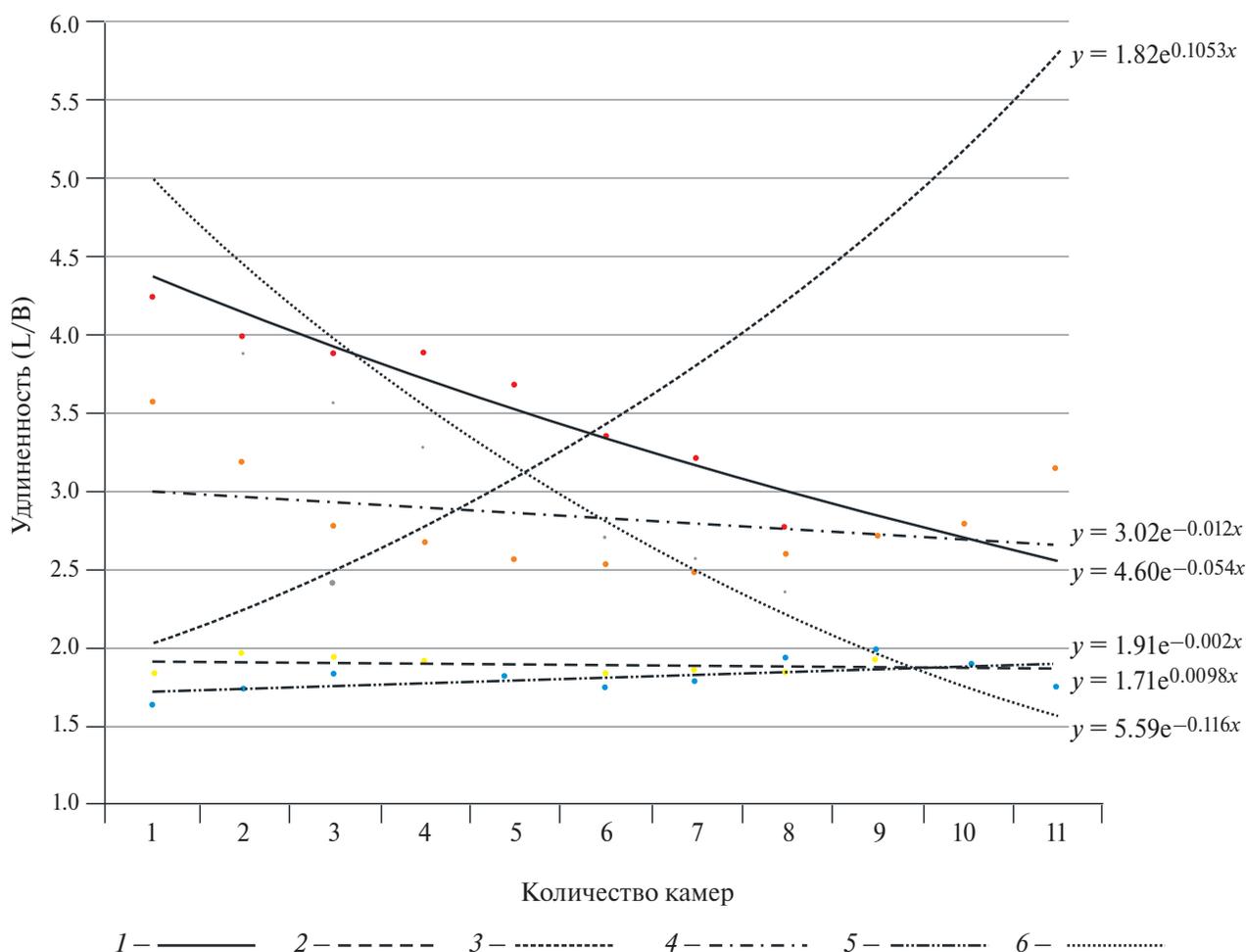


Рис. 3. Динамика изменения удлиненности раковины в онтогенезе у шести видов триасовых фрондикулярий. Приведены экспоненциальные кривые и формулы аппроксимации степенной функции для каждого вида. Обозначения: 1 – *Frondicularia phyllodeaeformis*, 2 – *F. lepida*, 3 – *F. arctica*, 4 – *F. foliacea*, 5 – *F. lepidaeformis*, 6 – *F. phyllodea*.

различий для двух-семикамерных ($p < 0.01$ до $p < 0.001$).

Результаты многофакторного анализа свидетельствуют о расхождении морфотипов четырех выборок в пространстве координат первой и второй главных компонент. Использование метода главных компонент подтверждает дискретность выделенных видов — *F. lepidaeformis*, *F. foliacea*, *F. phyllodeaeformis* и *F. phyllodea* (рис. 4). При сравнении двух выборок внутри вида *F. phyllodeaeformis*, изначально принятых как микро- и мегагенерации (рис. 4), выявлены достоверные различия между ними для однокамерных и двухкамерных экземпляров (соответственно: $p < 0.001$ и $p < 0.05$). Однако анализ стратиграфического распределения показал, что выборка с относительно более удлиненной начальной частью раковины (на рисунке она обозначена как “мега-”) происходит из более молодых отложений, а “микро-” — из более древних. Таким образом, можно предположить, что по этому признаку в пределах данного вида возможно выделение двух подвидов или форм. Разделение его на два вида на данном этапе исследования из-за недостаточного количества материала считаем преждевременным.

Виды *F. lepidaeformis*–*F. foliacea*–*F. phyllodeaeformis* в разрезе занимают последовательное стратиграфическое положение. Вид *F. lepidaeformis* появляется в верхнем ладине и встречается до низов среднего нория, где сменяется видом *F. foliacea* (рис. 5). В низах среднего нория (верхи д-зоны *Otapiria ussuriensis*, низы слоев с аммоноидеями *Cyrtopleurites ex gr. altissimus*), что отвечает пачке 13 (обн. 190, 191 по: Егоров и др., 1987) и обн. ТНЗ (по: Никитенко и др., 2022), был установлен интервал около 40 м по мощности, в котором отмечено первое

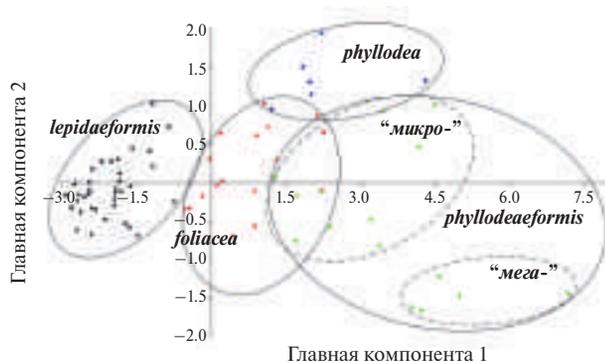


Рис. 4. Распределение четырех морфологически близких видов триасовых фрондикулярий в пространстве координат первой и второй главных компонент.

появление фрондикулярий с веретеновидным пролокулумом (*F. foliacea*) и их совместное нахождение с фрондикуляриями с овальным-каплевидным пролокулумом (*F. lepidaeformis*) (рис. 5). В этом интервале в некоторых образцах среди особей этих видов отмечается значительная доля экземпляров с веретеновидным пролокулумом с нарушенной морфологией начальных камер (до 15% по численности). Нарушение формы камер выражается в “уродливой” асимметрии развития лопастей, что делает раковины в целом схожими с представителями родов *Cytharinella* и *Falsopalmula* (табл. II, фиг. 4–7). Выше по разрезу встречаются фрондикулярии только с веретеновидной начальной камерой, т.е. типичные *F. foliacea* Yadrenkin (средний норий) и *F. phyllodeaeformis* Yadrenkin (верхний норий) (рис. 5). Также установлено, что вверх по разрезу у данных видов наблюдается увеличение удлиненности пролокулума. Так, у *F. foliacea* из низов среднего нория удлиненность начальной камеры (Lp/Vp) в среднем — 3.3 (от 2.14 до 4.25), а у экземпляров из верхов среднего нория — 3.84 (3.0–5.0). Подобное наблюдается и у *F. phyllodeaeformis*: так, у экземпляров из низов верхнего нория удлиненность пролокулума составляет 5.7 (4.67–7.5), а из верхов нория 6.7 (4.34–9.8).

В Бореальной области виды фрондикулярий с яйцевидно-овальной формой начальной камеры широко распространены на севере Средней Сибири, где в верхнеладинских–карнийских–нижненорийских отложениях представлены: *F. lepida* Gerke, *F. brizoides* Gerke, *F. orientalis* Yadrenkin, *F. flabellata* Yadrenkin и *F. lepidaeformis* Yadrenkin (табл. 2).

На севере Аляски морские отложения среднего и верхнего триаса также хорошо охарактеризованы фораминиферами (Tarpan, 1951; Witmer et al., 1981). Х. Бергквист (Bergquist, 1966) в разрезе формации Shublik отмечал “фрагменты крупных, широких и сильно уплощенных фрондикулярий”, вероятно, также относящихся к рассматриваемым нами видам. Также, по устному сообщению М. Мики (Michel Miecky, г. Новосибирск, 1992 г.) и Б.Л. Никитенко (ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск), формы, морфологически близкие с *F. lepidaeformis*, действительно, присутствуют в верхнетриасовых отложениях на севере Аляски в формации Shublik.

Виды с веретеновидной формой пролокулума — *F. foliacea* и *F. phyllodeaeformis* — известны из средне–верхненорийских отложений о-ва Котельный (табл. 2). Вне бореальных регионов виды с веретеновидным пролокулумом,

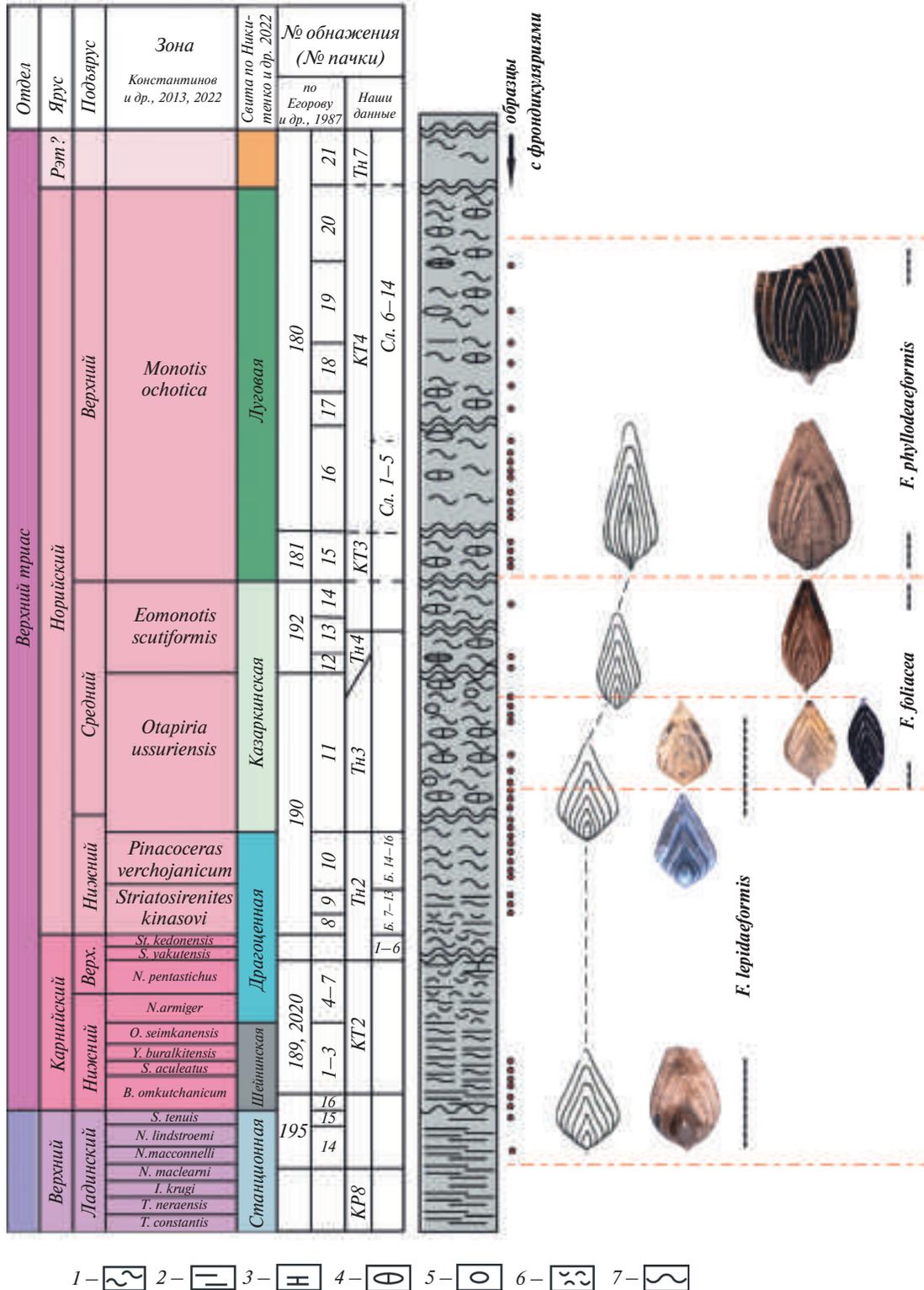


Рис. 5. Распределение в сводном разрезе ладинско-норийских отложений о-ва Котельный трех видов фрондикулярий, принадлежащих к одной филолинии (*Frondicularia lepidaeformis* – *F. foliacea* – *F. phyllodeaeformis*). Обозначения: 1 – глины, 2 – аргиллиты, 3 – известняки, 4 – карбонатные конкреции, 5 – фосфоритовые конкреции, 6 – ракушки, 7 – перерывы наблюдений; 180, 181, 189, 190, 191, 192, 195, 2020 – нумерация разрезов и пачек триаса по Егорову и др. (1987); КР8, КТ2, КТ3, КТ4, ТН2, ТН3, ТН4, ТН7 – нумерация разрезов триаса по Никитенко и др. (2022).

Таблица 2. Стратиграфическое распределение видов фрондикулярий в разрезах триаса

Ярус/Подъярус	T2l2	T3k1	T3k2	T3n1	T3n2	T3n3	T3r
F. brizoides		1, 2, 4					
F. orientalis		7, 8	6				
F. flabellata		1, 7, 8					
F. arctica				7	7		
F. lepida		1, 2, 4, 5					
F. lepidaeformis	7	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	6	7	7, 9	9	
F. foliacea					7	7	
F. phyllodeaeformis						7	
F. leptifolia						10	
F. phyllodea							11

Примечания: T2l2 – верхний ладинский, T3k1 – нижний карнийский, T3k2 – верхний карнийский, T3n1 – нижний норийский, T3n2 – средний норийский, T3n3 – верхний норийский подъяруса; T3r – рэтский ярус; 1 – Восточный Таймыр (м. Цветкова), 2 – Нордвикский р-н (Герке, 1961, 1962), 3 – кряж Прончищева, 4 – м. Тумул (пос. Усть-Оленёк), 5 – Оленекский зал., 6 – низовье р. Лена, руч. Извилистый, 7 – о-в Котельный, 8 – р. Зырянка (Омулевское поднятие), 9 – Северная Аляска (Bergquist, 1966), 10 – Чили (Escobar, Martinez, 1978), 11 – Австрийские Альпы (Kristan-Tollmann, 1964).

морфологически близкие к сибирским, описаны из средне–верхненорийских отложений Чили (F. leptifolia Escobar et Martinez, 1978) и рэтских (цламбахский мергель) Австрийских Альп (F. phyllodea Kristan-Tollmann, 1964).

Таким образом, сравнение видов с использованием методов математического анализа подтверждает корректность выделения видов триасовых фрондикулярий, а также обоснование принадлежности этих трех морфологически близких видов (F. lepidaeformis, F. foliacea и F. phyllodeaeformis) к одной филогенетической линии. В ходе эволюционного процесса наблюдается изменение формы начальной камеры от округло-яйцевидной до веретеновидной. Эти виды существовали в одном сибирском палеобассейне в позднем ладине – позднем нории и занимают последовательное стратиграфическое положение в разрезе. Установленный интервал совместного существования F. lepidaeformis и F. foliacea (рис. 5) приходится на низы среднего нория (слои с аммоноидеями *Syrtolepturites* ex gr. *altissimus*), что отвечает трансгрессивной фазе и связанным с ней проникновением в бореальные районы элементов тетической фауны (Константинов и др., 2003; Брагин и др., 2012). Однако данные о возможной миграции фрондикулярий с веретеновидным пролокулумом из южных регионов на сегодня отсутствуют. Вероятнее всего, изменение условий обитания в результате трансгрессии повлияло на увеличение изменчивости, выраженной в появлении в популяции особей

с нарушенной асимметрией развития камер начального отдела и первых особей с веретеновидной формой начальной камеры. Они оказались наиболее адаптированы и продолжили свое существование в среднем и позднем нории.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВИДОВ

СЕМЕЙСТВО NODOSARIIDAE EHRENBERG, 1838

ПОДСЕМЕЙСТВО FRONDICULARINAE REUSS, 1860

Под *Frondicularia* Defrance, 1826

Frondicularia arctica Yadrenkin, sp. nov.

Табл. I, фиг. 1–8

Название вида *arctica* *лат.* – арктическая.

Голотип – ИНГГ № К1984/301-1; о-в Котельный (Новосибирские о-ва), р. Тихая, обн. 190, обр. 190-3-28п; верхний триас, верхи нижнего нория, а-зона *vegchojanicum* (табл. I, фиг. 1).

Описание. Раковина крупная (более 1 мм), однорядная, веретеновидно-овальной формы, умеренно/сильно удлинённая (L/V до 3.5), сильно уплощённая (B/H = 2.5–3.1). Камеры стреловидной формы, сильнообъемлющие, степень охвата предыдущих камер сильная (до трех). Наибольшая толщина камеры в ее средней части, постепенно суживается к устьевому концу и концам лопастей (в направлении к основанию раковины толщина лопастей уменьшается в 2.5–4 раза). Поперечное сечение веретеновидной формы со сжато-округленным периферическим краем. Швы шевроновой (крышеобразной)

формы, углубленные, сильно изогнутые к основанию раковины, образуют угол 40°–45°. Начальная камера крупная, округленно-овальной формы ($L_p/V_p = 1.5–2.6$), превышает толщину раковины, в основании приостренная с хорошо выраженным шипиком. Устьевой конец раковины заостренный, с развитым устьевым возвышением, устье радиально-лучистое.

Размеры (мм)

№ экз.	L	V	H	L_p	V_p	L/V	H/V	N число камер	№ образца
K1984/300-1 голотип	1.2	0.34	0.1	0.28	0.12	3.53	0.29	5	190-3-28п
K1984/300-2	0.72	0.25	0.09	0.28	0.1	2.9	0.36	3	190-3-28п
K1984/300-3	0.85	0.33	0.11	0.2	0.11	2.6	0.33	4	190-3-28п
K2009/300-1	0.91	0.29	0.15	0.14	0.08	3.1	0.51	5	ТНЗ-13п
K2009/300-2	0.74	0.26	0.11	0.09	0.08	2.8	0.42	5	ТНЗ-13п
K1984/300-4	0.6	0.21	0.11	0.29	0.11	2.8	0.52	2	190-3-28п
K1984/300-5	1.51	0.55	0.16	–	–	–	0.29	8+	191-1-51п
K2009/300-3	0.43	0.17	0.1	0.14	0.09	2.5	1.7	3	ТНЗ-13п

Изменчивость. Изменчивы размеры начальной камеры и ее форма; у микрогенерации пролокулум более округлый ($L_p/V_p = 1.1–1.8$), у мегагенераций округленно-овальный ($L_p/V_p = 2.0–2.6$). У микрогенерации при одинаковых размерах число камер больше (пять–шесть камер), чем у мегагенерации (три камеры). Общее число камер, судя по обломкам, может превышать восемь. Устье расположено на коротком устьевом возвышении, изредка на более выраженной устьевой шейке. Отмечается изменчивость в несимметричном развитии лопастей у камер (экз. № K1987/300-6, табл. I, фиг. 6), особенно у начальных камер. Степень охвата начальной камеры изменяется от половины (обычно больше) до полного.

Сравнение. От верхнетриасовых видов *F. lepida* Gerke (Герке, 1961, табл. LXV, фиг. 6, 7) с копьевидной и *F. lepidaeformis* Yadrenkin (Ядренкин, 1997, табл. 1, фиг. 1–4) со слабо удлиненной, очень сильно уплощенной шлемовидной раковиной новый вид отличается сильно удлиненной веретеновидно-овальной

формой раковины и стреловидной формой камер, против вилообразных. От норийского *F. leptifolia* Escobar et Martinez (Escobar, Martinez, 1978, табл. 1, фиг. 1, 2) из Чили и рэтского *F. phylloidea* Kristan-Tollmann (Kristan-Tollmann, 1964, табл. 33, фиг. 1–6) из Австрийских Альп отличается большей удлиненностью, формой камер стреловидной в отличие от вилообразной, а также формой начальной камеры овальной от сильно удлиненной веретеновидной. От рэтского *F. eulimbata* Kristan-Tollmann (Kristan-Tollmann, 1964, табл. 32, фиг. 13, 14) описываемый вид отличается сильно удлиненной веретеновидно-овальной формой раковины против треугольно-ромбической сильно уплощенной, и стреловидной формой камер против крышевидных. От морфологически близких рэтских видов *F. gerkei* Kristan-Tollmann (Kristan-Tollmann, 1964, табл. 30, фиг. 19–21) и *F. frankei* Brand (Kristan-Tollmann, 1964, табл. 30, фиг. 22, 23) из Австрийских Альп с сильно удлиненной клиновидно-ромбической формой раковин сибирский вид резко отличается стреловидной формой камер против крышевидных, большим охватом камер, а также отсутствием продольной ребристости.

Распространение. О-в Котельный; верхний триас, верхи нижнего–низы среднего нория.

Материал. 40 экз. различной сохранности.

***Frondicularia brizoides* Gerke, 1961**

Табл. I, фиг. 13

Frondicularia brizoides: Герке, 1961, табл. LIII, фиг. 3, 4; Strong, 1984, табл. 2, фиг. 39.

Распространение. Север Средней Сибири, Восточный Таймыр, Нордвикский р-н, м. Тумул, Оленекский зал., нижний карний, осипайская свита; Новая Зеландия, Roaring Bay, средний норий, отамитанский ярус.

***Frondicularia flabellata* Yadrenkin, 2004**

Табл. II, фиг. 1

Frondicularia flabellata: Ядренкин, Клец, 2004, табл. II, фиг. 1, 2.

Распространение. О-в Котельный, Лагуна станции, обн. 195, пачки 15, 16, верхний ладин (терминальный) – нижний карний, шейнинская свита; р. Прямая, обн. 2020, пачка 3, нижний карний, шейнинская свита; м. Цветкова (Восточный Таймыр), обн. 4, нижний карний, осипайская свита; р. Зырянка (приток р. Колыма), обн. M2, нижний карний, свита шамангоринская.

***Frondicularia orientalis* Yadrenkin, 2004**

Табл. II, фиг. 2

Frondicularia orientalis: Ядренкин, Клец, 2004, табл. II, фиг. 3–6.

Распространение. О-в Котельный, р. Прямая, обн. 2020, обн. КТ9, верхний триас, нижний карний, шейнинская свита, верхняя подсвита; руч. Извилистый (низовье р. Лена), верхний карний, эбитиемская свита; р. Зырянка, обн. М2, нижний карний, свита шамангоринская.

***Frondicularia lepida* Gerke, 1961**

Табл. I, фиг. 9–12

Frondicularia lepida: Герке, 1961, табл. LXV, фиг. 6, 7.

Изменчивость. Изменчива форма начальной камеры от округлой до овальной, форма первых камер от виллообразных с полным охватом до шевронообразных; изредка отмечается нарушение симметрии развития лопастей у первых камер (табл. I, фиг. 11, 12).

Распространение. Восточный Таймыр, Нордвикский р-н, кряж Прончищева, м. Тумул, Оленекский зал., нижний карний, осипайская свита.

***Frondicularia lepidaeformis* Yadrenkin, 1997**

Табл. II, фиг. 3–6

Frondicularia aff. lepida: Герке, 1961, табл. LXV, фиг. 8.

Frondicularia lepidaeformis: Ядренкин, 1997, табл. I, фиг. 1–4.

Изменчивость. Варьирует форма начальной камеры от округлой яйцевидной до овальной слабо удлинённой. Иногда отмечается нарушение симметрии в развитии лопастей у второй и третьей камер.

Распространение. О-в Котельный, Лагуна станции, обн. 195, пачка 14, верхний ладин, станционная свита; Лагуна станции, обн. 195, пачки 15 и 16, верхний ладин (терминальный) – нижний карний, шейнинская свита; р. Прямая, обн. 2020, пачка 3, нижний карний, шейнинская свита; р. Тихая, обн. 190, 191, обн. ТН2, ТН3, нижний – низы среднего нория, драгоценная свита (верхняя подсвита) и казаркинская свита; м. Цветкова (Восточный Таймыр), обн. 4, нижний карний, осипайская свита; м. Тумул, обн. 18, обн. 1001, обн. Ту-2, нижний карний, осипайская свита; руч. Извилистый (низовье р. Лена), верхний карний, эбитиемская свита.

***Frondicularia foliacea* Yadrenkin, 1997**

Табл. II, фиг. 7–13

Frondicularia foliacea: Ядренкин, 1997, табл. I, фиг. 5–7.

Изменчивость. Изменчивы размеры пролокулума, степень удлинённости от 2.14 до 5.0, в среднем 3.6, причем экземпляры с наиболее удлинённой начальной камерой характерны для стратиграфически более молодых отложений. У экземпляров из относительно более древних слоев отмечается нарушение в симметрии развития лопастей камер (табл. II, фиг. 7–9).

Распространение. О-в Котельный, р. Тихая, обн. 190, пачка 4, обн. 191, пачка 1, обн. 192, пачки 13 и 14, обн. ТН3, ТН4, средний норий, казаркинская свита.

***Frondicularia phyllodeaeformis* Yadrenkin, 1997**

Табл. II, фиг. 14–19

Frondicularia phyllodeaeformis: Ядренкин, 1997, табл. I, фиг. 8–10.

Изменчивость. Изменчивы форма камеры от шлемовидной до ромбовидной, а также размеры и степень удлинённости начальной камеры, причем экземпляры с относительно большей удлинённостью пролокулума и ромбовидной формой раковины найдены стратиграфически выше. Изменчивы размеры пролокулума, удлинённость которого варьирует от 4.14 до 9.8, в среднем 6.73.

Распространение. О-в Котельный, р. Тихая, обн. 181, пачка 1, обн. 180, пачки 1–3, обн. КТ-3, КТ-4 (слои 1–2, 11), верхний норий, луговая свита.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета (проекта FWZZ-2022-0005) Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор данной работы заявляет, что у него нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Брагин Н.Ю., Константинов А.Г., Соболев Е.С.* Стратиграфия и палеобиогеография верхнетриасовых отложений острова Котельный (Новосибирские острова) // Стратигр. Геол. корреляция. 2012. Т. 20. № 6. С. 54–80.
- Герке А.А.* Микрофауна пермских отложений Нордвикского района и ее стратиграфическое значение. Л.-М.: Изд-во Главсевморпути, 1952. 210 с. (Тр. НИИГА. Т. 28).
- Герке А.А.* Фораминиферы пермских, триасовых и лейасовых отложений нефтеносных районов севера Центральной Сибири. Л.: Гос. науч.-тех. изд-во нефтяной и горно-топливной лит.-ры, 1961. 519 с. (Тр. НИИГА. Т. 120).
- Герке А.А.* Фрондикулярии из пермских, триасовых и лейасовых отложений севера Центральной Сибири // Палеонтология и биостратиграфия. Л.: НИИГА, 1962. С. 97–175 (Тр. НИИГА. Т. 127).
- Герке А.А.* О морфологических признаках двусимметричных нодозариид (фораминиферы) и содержании видовых описаний // Палеонтология и биостратиграфия. Л.: Ротапринт НИИГА, 1967. С. 5–37 (Учен. зап. НИИГА. Вып. 19).
- Дубровская Л.И., Князев Г.Б.* Компьютерная обработка естественно-научных данных методами многомерной прикладной статистики. Томск: ТМЛ-Пресс, 2011. 120 с.
- Егоров А.Ю., Богомолов Ю.А., Константинов А.Г. и др.* Стратиграфия триасовых отложений острова Котельный (Новосибирские острова) // Бореальный триас. М.: Наука, 1987. С. 66–80.
- Ефимов В.М., Галактионов Ю.К., Шушпанова Н.Ф.* Анализ и прогноз временных рядов методом главных компонент. М.: Наука, 1988. 171 с.
- Константинов А.Г., Соболев Е.С., Клец Т.В.* Новые данные по фауне и биостратиграфии норийских отложений о. Котельный (Новосибирские острова) // Стратигр. Геол. корреляция. 2003. Т. 11. № 3. С. 27–39.
- Константинов А.Г., Соболев Е.С., Курушин Н.И. и др.* Зональное расчленение триасовых отложений Омурского поднятия (бассейн р. Колыма) // Геол. и геофизика. 1997. Т. 38. № 10. С. 1653–1669.
- Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В.* Детальная биостратиграфия триасовых отложений нижнего течения реки Лена // Геол. и геофизика. 2007. Т. 48. № 9. С. 934–949.
- Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В.* Стратиграфия триаса восточной части побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов // Геол. и геофизика. 2013. Т. 54. № 8. С. 1028–1046.
- Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В. и др.* Детальная биостратиграфия триаса о. Котельный (архипелаг Новосибирские острова, Арктическая Сибирь) // Геол. и геофизика. 2022. Т. 63. № 4. С. 476–497.
- Морозова В.Д.* Введение в анализ: учебник для вузов. 6-е изд. / Ред. Зарубин В.С., Крищенко А.П. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 407 с.
- Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Константинов А.Г. и др.* Триас архипелага Новосибирские острова и его положение в структуре осадочного чехла Лаптево-морского шельфа // Геол. и геофизика. 2022. Т. 63. № 4. С. 458–475.
- Ядренкин А.В.* Позднетриасовые фрондикулярии (фораминиферы) севера Сибири и их значение для корреляции // Биостратиграфия и микроорганизмы фанерозоя Евразии. Тр. XII Всеросс. микропалеонтол. совещания (29–31 марта 1995 г., г. Томск). М.: ГЕОС, 1997. С. 220–227.
- Ядренкин А.В.* Триасовый этап эволюции двусимметричных нодозариид (Foraminifera) на севере Сибири // Микропалеонтология: фундаментальные проблемы и вклад в региональное геологическое изучение недр. Тр. XVIII Всеросс. микропалеонтол. совещания (30 октября–03 ноября 2023 г., Санкт-Петербург). СПб.: ВСЕГЕИ, 2023. С. 176–179.
- Ядренкин А.В., Клец Т.В.* Новые виды нодозариид (Foraminifera) из верхнетриасовых отложений севера Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии (Приложение к журн. Геология и геофизика. Т. 45). 2004. Вып. 6–7. С. 133–143.
- Bergquist H.R.* Micropaleontology of the Mesozoic rocks of Northern Alaska // U.S. Geol. Surv. Prof. Paper. 1966. V. 302-D. 227 p.
- Escobar F., Martinez R.* Frondicularia leptifolia sp. n. primer foraminifera del Triassica de Chile // Revista Esp. de Micropaleontol. 1978. V. 10. Pt 2. P. 211–216.
- Karavaeva N.I., Nestell G.P.* Permian foraminifers of the Omolon Massif, northeastern Siberia, Russia // Micropaleontology. 2007. V. 53. № 3. P. 161–211.
- Kristan-Tollmann E.* Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkam-mergut // Jb. Geol. Bundesanst. Sonderband. 1964. № 10. 189 s.
- Loeblich A., Tappan H.* Foraminiferal Genera and Their Classification. Vol. 1–2. N. Y.: Van Nostrand Reinhold, 1988. 969 p.
- Strong C.P.* Triassic Foraminifera from Southland syncline, New Zealand // Bull. New Zealand Geol. Surv. 1984. V. 52. 62 p.
- Tappan H.* Foraminifera from the Arctic Slope of Alaska. Pt 1. Triassic Foraminifera // U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 1951. V. 236-A. 20 p.
- Witmer R.J., Miecky M.B., Haga H.* Biostratigraphic correlations of selected test wells of National Petroleum Reserve in Alaska // US Dept. of the Inter. Geol. Surv. 1981. Open-File Report. № 81–1165. 98 p.

Объяснение к таблице I

Фиг. 1–8. *Frondicularia arctica* sp. nov.; о-в Котельный, р. Тихая; верхний триас: 1 – голотип ИНГГ № К1984/300-1, ×68: 1а – вид сбоку, 1б – вид с периферического края, 1в – вид с устья; обн. 190, обр. 190-3-28п, нижний норий, а-зона verchojanicum, свита драгоценная; 2 – экз. ИНГГ № К1984/300-2, ×100, вид сбоку, там же; 3 – экз. ИНГГ № К1984/300-3, ×68, вид сбоку, там же; 4 – экз. ИНГГ № К2009/300-1, ×77, вид сбоку; обн. ТНЗ, обр. ТНЗ-13п, низы среднего нория, д-зона ussuriensis, слои с *Cyrtopleurites* ex. gr. altissimus, свита драгоценная; 5 – экз. ИНГГ № К2009/300-2, ×90: 5а – вид сбоку, 5б – вид с периферического края; там же; 6 – экз. ИНГГ № К1984/300-4, ×113: 6а – вид сбоку, 6б – вид с периферического края; обн. 190, обр. 190-3-28п, нижний норий, а-зона verchojanicum, свита драгоценная; 7 – экз. ИНГГ № К 2009/300-4, ×100, обломанный экземпляр с сохранившимся устьем: 7а – вид сбоку, 7б – вид с устья; обн. ТНЗ, обр. ТНЗ-13п, низы среднего нория, д-зона ussuriensis, слои с *Cyrtopleurites* ex. gr. altissimus, свита драгоценная; 8 – экз. ИНГГ № К1984/300-5, ×53, вид сбоку; обн. 191, обр. 191-1-51п, низы среднего нория, слои с *Cyrtopleurites* ex. gr. altissimus, свита драгоценная.

Фиг. 9–12. *Frondicularia lepida* Gerke: 9 – экз. ИНГГ № ВТ1992/300-1, ×123, вид сбоку; Восточный Таймыр, м. Цветкова, обн. Т4, обр. Т4-2-5,8п, верхний триас, нижний карний, а-зона omkutchanicum, осипайская свита; 10 – экз. ИНГГ № ВТ1992/300-4, ×86, вид сбоку; там же, обр. Т4-2-3,3п; 11 – экз. ИНГГ № ВТ1992/300-5, ×96, вид сбоку; там же, обр. Т4-2-5п; 12 – экз. ИНГГ № ВТ1992/300-6, ×80, вид сбоку; там же, обр. Т4-2-5п. Фиг. 13. *Frondicularia brizoides* Gerke, экз. ИНГГ № Т2007/300-41, ×66: 13а – вид сбоку, просветленный в иммерсионной жидкости, 13б – то же самое, в отраженном свете, видна тонкая ребристость; пос. Усть-Оленек, м. Тумул, обн. 18, обр. 1001-10-1,2п, верхний триас, нижний карний, а-зона omkutchanicum, осипайская свита.

Объяснение к таблице II

Фиг. 1. *Frondicularia flabellata* Yadrenkin, экз. ИНГГ № ВТ1992/300-42, ×62, вид сбоку, просветленный в иммерсионной жидкости; Восточный Таймыр, м. Цветкова, обн. Т4, обр. Т4-5п, верхний триас, нижний карний, а-зона omkutchanicum, осипайская свита.

Фиг. 2. *Frondicularia orientalis* Yadrenkin, голотип ИНГГ № 1051/177, ×70, вид сбоку, просветленный в иммерсионной жидкости; о-в Котельный, р. Прямая, обн. 2020, обр. 2020-3-16п, нижний карний, шейнинская свита.

Фиг. 3–6. *Frondicularia lepidaeformis* Yadrenkin: 3 – экз. ИНГГ № К1984/300-13, ×51, вид сбоку, в иммерсионной жидкости; о-в Котельный, Лагуна станции, обн. 195, обр. 195-11-18п, нижний карний, шейнинская свита; 4 – экз. ИНГГ № К1984/300-11, ×68, вид сбоку, просветленный в иммерсионной жидкости; о-в Котельный, р. Прямая, обн. 2020, обр. 2020-3-9п, нижний карний, а-зона seimkanensis, шейнинская свита; 5 – экз. ИНГГ № К1984/300-12, ×59, вид сбоку; о-в Котельный, р. Тихая, обн. 190, обр. 190-3-34п, нижний норий, а-зона verchojanicum, драгоценная свита; 6 – экз. ИНГГ № К2009/300-14, ×73, вид сбоку, там же, обн. ТНЗ, обр. ТНЗ-29п, низы среднего нория, д-зона ussuriensis, слои с *Cyrtopleurites* ex. gr. altissimus, свита драгоценная.

Фиг. 7–13. *Frondicularia foliacea* Yadrenkin: 7 – экз. ИНГГ № К2009/300-15, ×50, вид сбоку, нарушена симметрия развития лопастей второй камеры; о-в Котельный, р. Тихая, обн. ТНЗ, обр. ТНЗ-46п, средний норий, д-зона ussuriensis, слои с *Cyrtopleurites* ex. gr. altissimus, свита драгоценная; 8 – экз. ИНГГ № К2009/300-16, ×105, вид сбоку, просветленная в иммерсионной жидкости, нарушена симметрия в развитии камер начального отдела; там же, обр. ТНЗ-46п; 9 – экз. ИНГГ № К2009/300-17, ×72, вид сбоку в проходящем свете, нарушена симметрия в развитии камер начального отдела; там же, обр. ТНЗ-29п; 10 – экз. ИНГГ № 1071-22, ×68, вид сбоку: 10а – в отраженном свете, 10б – в проходящем свете; там же, обн. 191, обр. 191-1-68п, средний норий, д-зона ussuriensis, слои с *Cyrtopleurites* ex. gr. altissimus, свита драгоценная; 11 – экз. ИНГГ № К1984/300-18, ×61; там же, обр. 191-1-68п; 12 – голотип ИНГГ № 1071-18, ×42, вид сбоку в проходящем свете; там же, обн. 192, обр. 192-3-5п, средний норий, д-зона scutiformis, свита казаркинская; 13 – экз. ИНГГ № 1071-17, ×26, вид сбоку в проходящем свете; там же, обр. 192-3-5п.

Фиг. 14–19. *Frondicularia phyllodeaeformis* Yadrenkin: 14 – экз. ИНГГ № К2009/300-21, ×50, вид в отраженном свете; о-в Котельный, р. Тихая, обн. КТЗ, обр. КТЗ-11, низы верхнего нория, д-зона ochotica, свита луговая; 15 – экз. ИНГГ № К1984/300-22, ×37, вид сбоку: 15а – в проходящем свете, 15б – в отраженном свете; там же, обн. 181, обр. 181-1-6п, низы верхнего нория, свита луговая; 16 – экз. ИНГГ № К2009/300-23, ×42, вид сбоку; там же, обн. КТЗ, обр. КТЗ-1-7.5п; 17 – экз. ИНГГ № К2009/300-24, ×47, вид сбоку в отраженном свете; там же, р. Прямая, обн. КР9, обр. КР9-ВЛ4-3-0.5п, верхний норий, д-зона ochotica, свита луговая; 18 – экз. № К2009/300-25, ×43, вид сбоку; там же, р. Тихая, обн. КТ4, обр. КТ4-2-4п, верхний норий, д-зона ochotica, свита луговая; 19 – экз. № К2009/300-26, ×43, вид сбоку; там же, обр. КТ4-2-4п.

Frondicularies (Foraminifera) from Triassic Deposits of North Siberia and the Kotel'ny Island (New Siberian Islands)

A. V. Yadrenkin

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630090 Russia

A monographic study of representatives of the genus *Frondicularia* (Foraminifera) from the Middle-Upper Triassic deposits of the north of Central Siberia and Kotel'ny Island was carried out. A complete description of one new species (*Frondicularia arctica* sp. nov.) and a brief description of seven previously known species are presented. The variability of morphological features of species was compared using mathematical methods such as regression analysis, parametric statistical methods and multivariate analysis (principal component method). Evolutionary changes in the structure of the initial part of the shell and form of the proloculum from oval to fusiform in three species assignment assigned to the same phylogenetic lineage (*F. lepidaeformis* Yadrenkin – *F. foliacea* Yadrenkin – *F. phyllodeaeformis* Yadrenkin).

Keywords: *Frondicularia*, foraminifera, morphology, Middle–Upper Triassic, north of Middle Siberia, Kotel'ny Island (New Siberian Islands)



