

УДК 551.7

СРЕДНЕУРИНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ОРГАНОСТЕННЫХ МИКРОФОССИЛИЙ: НИЖНИЙ ВЕНД ПАТОМСКОГО БАСЕЙНА СИБИРИ

© 2023 г. Н. Г. Воробьева¹, *, П. Ю. Петров¹

¹ Геологический институт РАН, Москва, Россия

*e-mail: keltma@mail.ru

Поступила в редакцию 14.12.2022 г.

После доработки 24.01.2023 г.

Принята к публикации 03.02.2023 г.

В уринской свите дальнетайгинской серии Патомского бассейна описана новая ассоциация ранне-вендских (среднеэдиакарских) микрофоссилий, включающих акантоморфные акритархи и разнообразные нитчатые остатки, а также сфероморфные стриатные оболочки *Valeria*, не характерные для отложений этого возраста. Описан новый вид акантомофит *Nocosphaeridium crispum* sp. nov. Показана избирательная приуроченность тафоценозов эдиакарского эукариотного фитопланктона к открытому морским проксимальным фациям внутреннего рампа.

Ключевые слова: биостратиграфия, эдиакарий, тафоценоз, акритархи, дальнетайгинская серия

DOI: 10.31857/S0869592X23050095, **EDN:** WISILA

ВВЕДЕНИЕ

Мощная (более 2 км) толща постгляциальных отложений дальнетайгинской серии Уринского поднятия содержит богатые ископаемые биоты, которые знаменуют важный этап диверсификации эукариот, предшествующий появлению эдиакарских животных (Чумаков и др., 2013). Главными ископаемыми этих биот являются разнообразные акантоморфные акритархи, представляющие фитопланктонное население открытоморских бассейнов того времени. Ассоциации этих микрофоссилий играют определяющую роль в построении глобальной биостратиграфической шкалы раннего эдиакария и вместе с тем дают важный материал для палеобиологических и палеоэкологических реконструкций (Sergeev et al., 2011; Moczyłowska, Nagovitsin, 2012; Воробьева, Сергеев, 2018; Liu, Moczyłowska, 2019).

До недавнего времени находки органостенных микрофоссилий в мощном разрезе дальнетайгинской серии были известны лишь из 20-метровой пачки зеленовато-серых аргиллитов, залегающих в самой верхней части уринской свиты. В последние годы палеонтологическая летопись дальнетайгинских отложений была заметно расширена находками органостенных микробиот в нижележащей баракунской свите (Воробьева, Петров, 2020), а также находками макроскопических остатков водорослевой природы в уринской свите (Петров, Воробьева, 2022). В настоящей статье мы пред-

ставляем новую и специфичную органостенную микробиоту из средней части уринской свиты, интерпретируем палеобиологическую природу ее органических остатков и закономерности их фациально-экологического распространения в дальнетайгинском бассейне.

СТРАТИГРАФИЯ, ВОЗРАСТ И ТАФОНОМИЯ ВЕНДСКИХ ИСКОПАЕМЫХ МИКРОБИОТ УРИНСКОГО ПОДНЯТИЯ

Вендские отложения Уринского поднятия мощностью более 5 км накапливались во внутренней (перикратонной) части Патомского бассейна, который обрамлял южную окраину Сибирской платформы. Уринская свита мощностью от 800 до 1000 м приурочена к средней части разреза постгляциальных отложений дальнетайгинской серии нижнего венда (рис. 1) (Чумаков и др., 2013). Свита согласно залегает на известняках баракунской свиты и с постепенным переходом в кровле перекрывается известняками каланчевской свиты (Петров, 2018). Богатые ассоциации акантоморфных акритарх, известные из самой верхней части разреза уринской свиты (Sergeev et al., 2011; Moczyłowska, Nagovitsin, 2012), а также из нижележащей баракунской свиты (Воробьева, Петров, 2020), позволяют коррелировать все эти отложения с верхней частью нижнего эдиакария в интервале 580–565 млн лет (Liu, Moczyłowska, 2019).

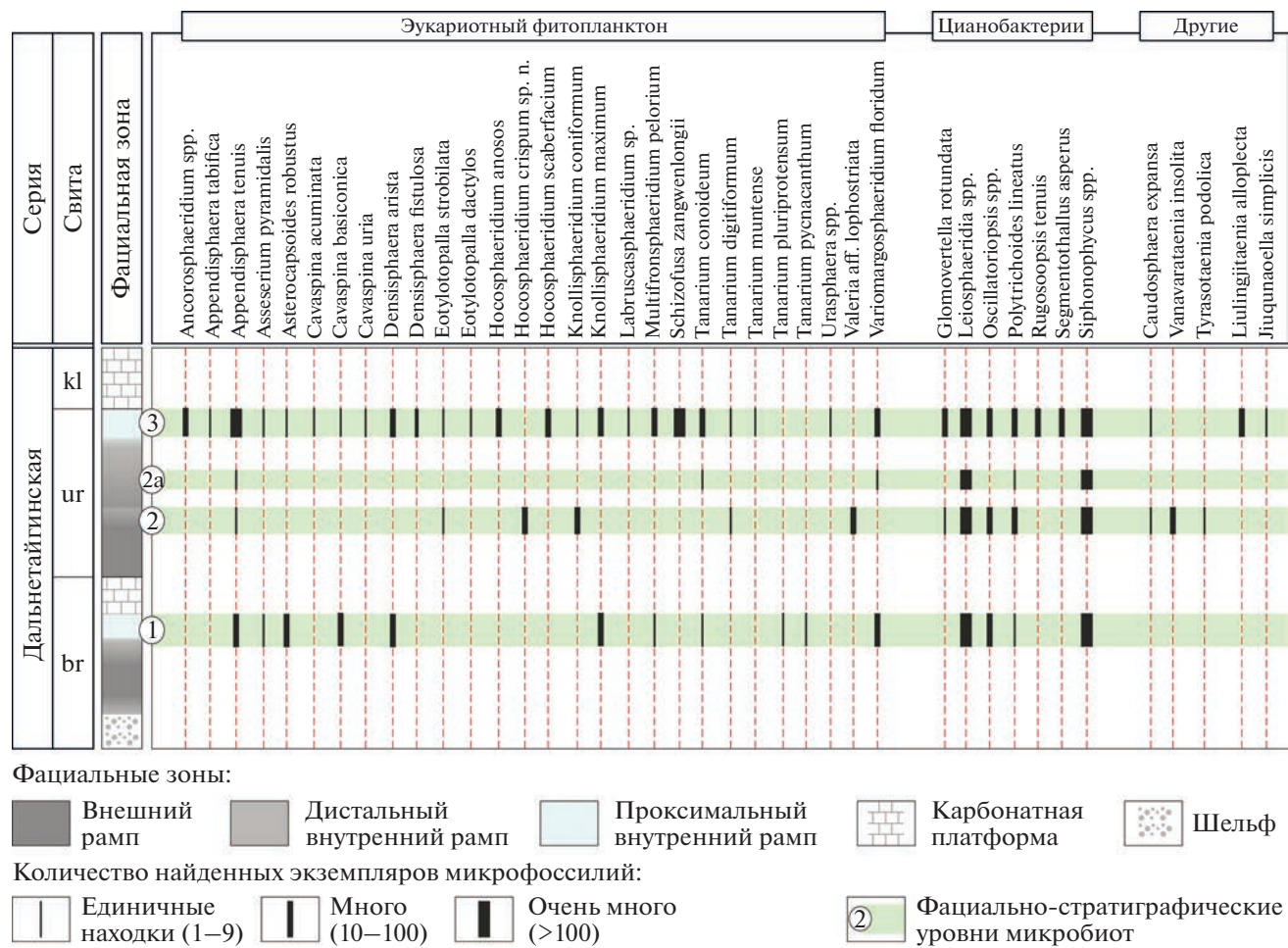


Рис. 1. Стратиграфия, фациальные зоны и уровни ископаемых микробиот в разрезе нижневендских постгляциальных отложений дальнетайгинской серии Уринского поднятия. Фациально-стратиграфические уровни микробиот: 1 – баракунский, по (Воробьева, Петров, 2020); 2 – среднеуринский, настоящая работа; 2a – уровень с единичными находками микрофоссилий в наиболее дистальной части рампа, по (Воробьева, Петров, 2020); 3 – верхнеуринский, по (Sergeev et al., 2011; Moczydłowska, Nagovitsin, 2012), с изменениями и дополнениями.

Кровля дальнетайгинской серии по возрасту очень близка к началу самой крупной в истории Земли глобальной $\delta^{13}\text{C}$ аномалии Шурам (Покровский, Буякайте, 2015; Покровский и др., 2021). Начало этого события датировано 574 ± 4.7 млн лет (Rooney et al., 2020). Таким образом, по современным данным, возраст уринской свиты можно оценить в интервале 580–575 млн лет. Недавно полученные Pb–Pb изохронные датировки известняков дальнетайгинской серии, равные 581 ± 16 и 575 ± 20 млн лет (Rud'ko et al., 2021), несмотря на большую погрешность, в целом подтверждают указанный временной интервал. Вместе с тем максимально возможный возраст баракунской биоты составляет 597 млн лет.

Существенно глинистые осадки уринской свиты накапливались в пределах глубоководного (ниже базиса штормового влияния) пологого гомо-

клинального рампа (Петров, 2018). В таких обстоятельствах тафоценозы с наилучшей сохранностью органостенных микрофоссилий, а также фитолейм макроскопических водорослей были приурочены к проксимальной части рампа, а именно к фронтальным зонам проградации карбонатных платформ (Воробьева, Петров, 2020; Петров, Воробьева, 2022). У подножия таких платформ суммарная скорость суспензионной и оползневой седиментации была максимальной, что явилось решающим фактором, определившим степень сохранности этих ископаемых микро- и макробиот. Рассматриваемый в настоящей статье среднеуринский тафоценоз приурочен к дистальной зоне внутреннего рампа (рис. 1). Среди осадочных текстур этой фациальной зоны не выявлены признаки ни масштабных склоновых оползневых, ни гравитационных потоковых отложений. Однако повышенное

количество тонкозернистой силикокластики в сравнении с подстилающими и перекрывающими аргиллитами указывает на кратковременное и, вероятно, локальное увеличение скоростей суспензионной седиментации, что определило в целом удовлетворительную сохранность среднеуринских ископаемых микроостатков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Изученный материал происходит из небольшого обнажения на правом берегу р. Ура в 8.5 км выше ее устья (GPS: 60.280333° с.ш., 117.1344° в.д.). Разрез видимой мощностью 26 м представлен чередованием серых и зеленовато-серых аргиллитов и алевроитистых аргиллитов с одиночными слоями черных алевролитов и тонкозернистых песчаников. Некоторые слои содержат небольшое количество карбонатного вещества. Эти отложения залегают в средней части уринской свиты, в 360 м выше ее подошвы и примерно в 500 м ниже кровли свиты в пределах западного крыла Уринской антиклинали. В общей сложности было отобрано 26 проб, 17 проб содержали определяемые органические остатки.

Лабораторная подготовка проб и выделение органостенных микрофоссилий из алевроитистых аргиллитов, а также изготовление постоянных препаратов были выполнены по стандартной методике, описанной в нашей предыдущей публикации (Воробьева, Петров, 2020). Мацерат всех изученных проб, содержащих микроостатки, заключал большое количество сильно разложенного органического вещества в виде тонкодисперсных масс и бесструктурных сапропелевидных пленок до 2 мм в поперечнике. В целом сохранность изученных микрофоссилий может быть оценена как удовлетворительная. Большинство выявленных форм имеет признаки интенсивной коррозии, очевидно связанной с постмортальной син- и раннедиагенетической бактериальной деструкцией. При этом в значительной степени разрушается структура оболочки акантоморфных микрофоссилий, но хорошо сохраняются выросты.

Микрофоссилии фотографировали в проходящем свете с использованием микроскопа Zeiss Axio Imager A1, оснащенного цифровой камерой Axio-CamMRC-5, и микроскопа RME-5, оснащенного цифровой камерой Canon EOS 300D. Весь материал хранится в Геологическом институте РАН (Москва), палеонтологическая коллекция № 14715.

ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДНЕУРИНСКОЙ МИКРОБИОТЫ

В изученной ассоциации морфологически разнообразных микроостатков (табл. I–VI) сферо-

морфные акритархи являются наиболее многочисленной группой микрофоссилий. Они встречаются во всех пробах, содержащих какие-либо определяемые микроостатки, на большинстве уровней разреза, где отбирались пробы. Значительная часть сфероморфит принадлежит видам *Leiosphaeridia crassa* (Naumova) emend. Jankauskas, *L. jacutica* (Timofeev) emend. Mikhailova et Jankauskas, *L. minutissima* (Naumova) emend. Jankauskas и *L. tenuissima* Eisenack (40% от общей выборки микрофоссилий). Среди этих форм выделяются своеобразные оболочки диаметром 150–250 мкм, с характерными кольцевыми и серповидными складками смятия (табл. III, фиг. 9, 11). Эти оболочки формально могут быть отнесены к таксону *L. jacutica*, однако строгое концентрическое расположение складок сближает эти формы с *Simia nerjenica* A.Weiss. Вместе с тем отсутствие дисковидного внутреннего тела не позволяет отнести эти микроостатки к данному таксону.

Другой примечательной и относительно многочисленной (около 3% от всех микроостатков) группой сфероморфных акритарх является *Valeria aff. lophostriata* (Jankauskas) (табл. II). Род *Valeria* Jankauskas emend. Nagovitsin имеет очень большой стратиграфический и географический диапазон распространения. На сегодняшний день самые древние находки *V. lophostriata* известны из группы Ruyang с возрастом 1.75–1.4 млрд лет, Китая (Pang et al., 2015), и в формации Mallarunyah возрастом 1.65 млрд лет, Австралия (Javaux et al., 2004), а наиболее молодые – из группы Chuao, 0.78–0.74 млрд лет, Гранд-Каньон, Аризона (Riedman, Porter, 2016). В отложениях ванаварской свиты, относящейся к низам верхнего венда (или к средней части эдиакария), известна только одна находка мелкой (70 мкм) стриатной оболочки cf. *Valeria lophostriata* (Наговицин, Кочнев, 2015, с. 754, рис. 4.20). Однако качество представленного материала не позволяет уверенно отнести эту форму к данному таксону. Таким образом, уринские стриатные оболочки представляют собой первые и массовые находки подобных акритарх в отложениях нижнего венда. Значительно увеличенный стратиграфический интервал их распространения подтверждает предположение Х. Хофмана (Hofmann, 1999), что *Valeria* может представлять целый класс организмов, а не один биологический вид.

Разнообразные нитчатые микроостатки составляют наиболее значительную (более 45%) часть всех найденных микрофоссилий. Повсеместно встречаются пучки нитей *Siphonophycus robustum* (Schopf) emend. Knoll et Golubic, comb. Knoll, Swett et Mark (табл. IV, фиг. 3) и *S. typicum* (Hermann) comb. Butterfield. Эти формы обычно образуют колонии из беспорядочно переплетенных нитей длиной более 1 мм. В ассоциации обильны и другие виды: *S. solidum* (Golub) comb.

Butterfield, *S. punctatum* Maithy, а также *Oscillatoriopsis obtusa* Schopf emend. Butterfield (табл. IV, фиг. 4а, 4б). В меньшем количестве встречены *Polytrichoides lineatus* Hermann (табл. I, фиг. 14) и единичные *Glomovertella rotundata* (Kolosov) comb. Vorob'eva et Petrov (табл. IV, фиг. 1, 2). Большое число микроостатков — это крупные бесструктурные пленки, а также трубчатые и лентовидные талломы, которые могут быть прямыми, иногда изогнутыми или закрученными в длинную плоскую спираль (табл. IV, фиг. 9–13). В составе ассоциации сравнительно редко встречаются лентовидные слоевища *Tyrasotaenia podolica* (Gnilovskaya) (табл. IV, фиг. 15, 17) и *Vanavarataenia insolita* Pjatiletov (табл. IV, фиг. 5–8). Вместе с ними присутствуют единичные формы предположительно грибной природы *Caudosphaera expansa* Hermann et Timofeev, а также не диагностированный двухслойный таллом со вздутиями, внутри которых находятся предполагаемые спорангии-подобные структуры (табл. IV, фиг. 16).

В ассоциации встречаются единичные таксономически не определимые остатки возможных многоклеточных организмов (табл. III, фиг. 7, 10). Эти фрагменты сохранены в виде пленок с клетками существенно более крупными, чем у ранее описанных подобных форм. Похожие остатки, найденные в кремнях формации Доушаньтоу в Китае, были интерпретированы как возможные флоридиевые красные водоросли (Ouyang et al., 2021; Shang, Liu, 2022).

Акантоморфные акритархи составляют около 10% от всей выборки микрофоссилий. Среди них доминируют *Knollisphaeridium coniformum* Liu et Moczydłowska (7.5%) (табл. III, фиг. 1–5) и *Hocosphaeridium crispum* sp. nov. (2.8%) (табл. I). Последняя форма, судя по опубликованным данным (Grazhdankin et al., 2020), практически идентична экземпляру, диагностированному как *Mengeosphaera* sp., из постэдиакарских отложений немакит-далдынского яруса (кессюсинская серия) севера Сибирской платформы. В среднеуринской ассоциации акантоморфит в единичном количестве также найдены микрофоссилии *Appendisphaera tenuis* Moczydłowska, Vidal et Rudavskaya, emend. Moczydłowska, *Eotylotopalla strobilata* (Faizullin) и *Tanarium digitiformum* (Nagovitsin et M. Faizullin) Sergeev, Knoll et Vorob'eva.

В целом изученная среднеуринская ассоциация микрофоссилий показывает сравнительно

обедненный набор акантоморфных акритарх по сравнению как с верхнеуринской (Sergeev et al., 2011; Moczydłowska, Nagovitsin, 2012), так и с нижележащей баракунской (Воробьева, Петров, 2020) ассоциациями. Вместе с тем среди акантоморфит этой ассоциации центральное место занимает специфический вид *Hocosphaeridium crispum* sp. nov. С другой стороны, характерной особенностью среднеуринской ассоциации является преобладание разнообразных нитчатых форм, а также сфероморфных акритарх, среди которых выделяются многочисленные стриатные оболочки *Valeria*, не известные в составе других ассоциаций дальнотайгинской серии.

ФАЦИАЛЬНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ МИКРОФОССИЛИЙ В ДАЛЬНЕТАЙГИНСКОМ ПАЛЕОБАССЕЙНЕ

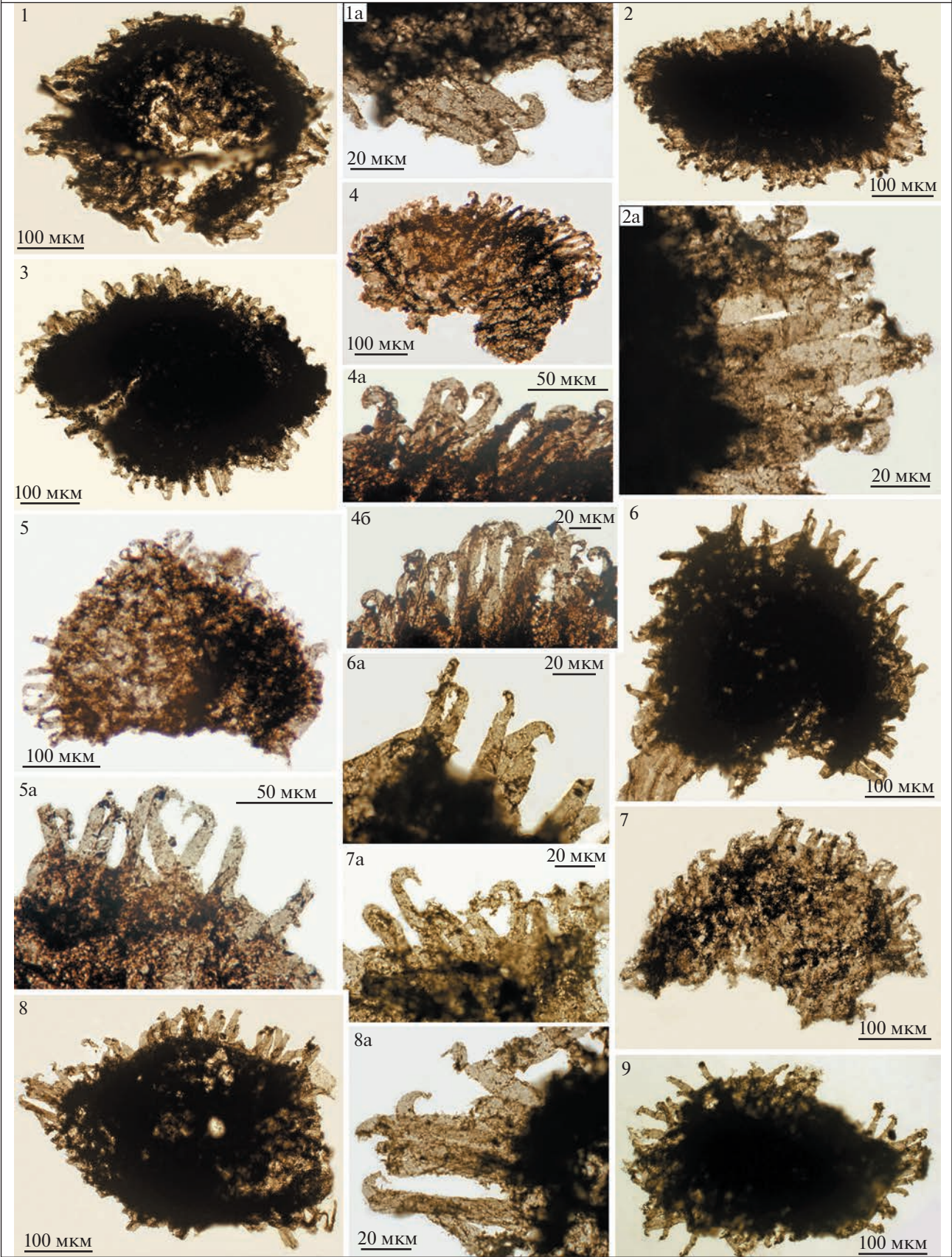
Сравнительный анализ таксономического состава различных ассоциаций микрофоссилий баракунской и уринской свит (рис. 1) позволяет сделать некоторые предположения о палеоэкологической структуре сообществ дальнотайгинского палеобассейна. В общем виде различия в таксономическом составе между разновозрастными и гетерофациальными ассоциациями ископаемых организмов определяются тремя параметрами: темпами эволюционной радиации рассматриваемых групп организмов, фациальным ареалом их обитания и ареалом их рассеивания, при прочих равных тафономических условиях. Здесь мы рассматриваем три группы таких организмов.

Первую группу составляет раннеэдиакарский эукариотный фитопланктон, представленный разнообразными акантоморфными акритархами так называемого доушаньтоу-пертататакского типа. По фациальному распространению здесь выделяются таксоны узкой и относительно широкой зональности. К широко зональным представителям относятся только три вида — *Appendisphaera tenuis*, *Knollisphaeridium maximum* (Yin), emend. Willman et Moczydłowska и *K. coniformum*, а все остальные имеют очень узкий диапазон распространения, ограниченный проксимальной зоной внутреннего рампа. Исключение составляет только *Hocosphaeridium crispum* sp. nov., приуроченный к дистальным фациям в среднеуринской ассоциации (рис. 1). Вторую группу представляют

Таблица I. *Hocosphaeridium crispum* sp. nov.

1, 1а — экз. № ГИН 14715-871, препарат 21040-4, т. 15, 1а — увеличенный фрагмент; 2, 2а — голотип, экз. № ГИН 14715-885, препарат 21040-6, т. 4, 2а — увеличенный фрагмент; 3 — экз. № ГИН 14715-908, препарат 21040-8, т. 10; 4, 4а, 4б — экз. № ГИН 14715-952, препарат 21040-15, т. 6, 4а, 4б — увеличенные фрагменты; 5, 5а — экз. № ГИН 14715-876, препарат 21040-5, т. 5, 5а — увеличенный фрагмент; 6, 6а — экз. № ГИН 14715-839, препарат 21040-1, т. 6, 6а — увеличенный фрагмент; 7, 7а — экз. № ГИН 14715-706, препарат 21038-11, т. 18, 7а — увеличенный фрагмент; 8, 8а — экз. № ГИН 14715-841, препарат 21040-1, т. 8, 8а — увеличенный фрагмент; 9 — экз. № ГИН 14715-372, препарат 21037-3, т. 6. Номера образцов соответствуют первым пяти цифрам в номерах препаратов.

Таблица I



цианобактериальные сообщества, большая часть которых имеет максимально широкий диапазон распространения, и только два вида *Rugosopsis tenuis* Timofeev et Hermann, emend. Butterfield, Knoll et Swett и *Segmentothallus asperus* Hermann ограничены проксимальными фациями (рис. 1). Третья группа включает формы микро- и макроводорослевой, а также предполагаемой грибной природы. В этой группе остатки ранее описанных макрофит *Liulingjitaenia* Chen et Xiao и *Jiuqunaoella* Chen emend. Xiao, Yuan, Steiner et Knoll (Петров, Воробьева, 2022) приурочены к проксимальной зоне, а грибоподобные формы *Vanavarataenia insolita* и водорослевые слоевища *Tyrasotaenia podolica* присутствуют только в дистальных фациях среднеуринской ассоциации (рис. 1).

Все представленные ассоциации акантоморфит дальнотайгинской серии отражают единый среднеэдиакарский этап эволюции эукариотного фитопланктона. Большая часть этих микрофоссилий, а также остатков макрофит приурочена к фациям проксимальной части внутреннего рампа на фоне широкого распространения планктонных и бентосных цианобактериальных сообществ. Очевидно, все эти организмы составляли специфическую палеоэкологическую систему открытоморских бассейнов этого времени. Массовое появление на среднеуринском интервале нетипичных представителей *Vanavarataenia*, *Tyrasotaenia* и стриятных оболочек *Valeria*, более характерных для мелководных фаций (Hofmann, 1999), могло быть связано с переносом этих остатков из прибрежной зоны бассейна. Вероятно, нетипичные акантоморфные оболочки *Hocospaeridium crispum* sp. nov. имеют такое же происхождение. Такой межзональный перенос был вполне возможен в отсутствие обширных карбонатных платформ, еще не сформировавшихся в среднеуринское время. В целом фациальный тренд распространения ассоциаций микрофоссилий дальнотайгинского бассейна является частью общего тренда от мелководных бассейнов внутренних районов Сибирской платформы к глубоководным перикратонным бассейнам Патомской зоны (Наговицин, Кочнев, 2015).

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ INCERTAE SEDIS

ГРУППА МИКРОФОССИЛИИ

ПОДГРУППА ACRITARCHA EVITT, 1963

Род *Hocospaeridium* Zang in Zang et Walter, 1992 emend. Xiao, Zhou, Liu, Wang et Yuan, 2014

Hocospaeridium crispum Vorob'eva et Petrov, sp. nov.

Табл. I, фиг. 1–9

Mengeosphaera sp.: Grazhdankin et al., 2020, Fig. 4E.

Э т и м о л о г и я. Название вида дано от *crispus* (лат.) — кудрявый.

Г о л о т и п. ГИН РАН, экз. № 14715-885, препарат 21040-6, точка 4, Байкало-Патомское нагорье, р. Ура, в 8.5 км выше ее устья, правый берег (GPS: 60.280333° с.ш., 117.1344° в.д.), уринская свита дальнотайгинской серии, венд.

Д и а г н о з. Оболочки больших размеров с многочисленными близко расположенными крупными гомоморфными выростами с крючковидными окончаниями. Выросты полые, сообщающиеся с полостью оболочки и в основании отделенные друг от друга. Расширенное основание выростов переходит в широкую трубку, которая плавно сужается к заостренному крючковидному окончанию. Окончание выростов изгибается в базальном направлении на 90°–270°.

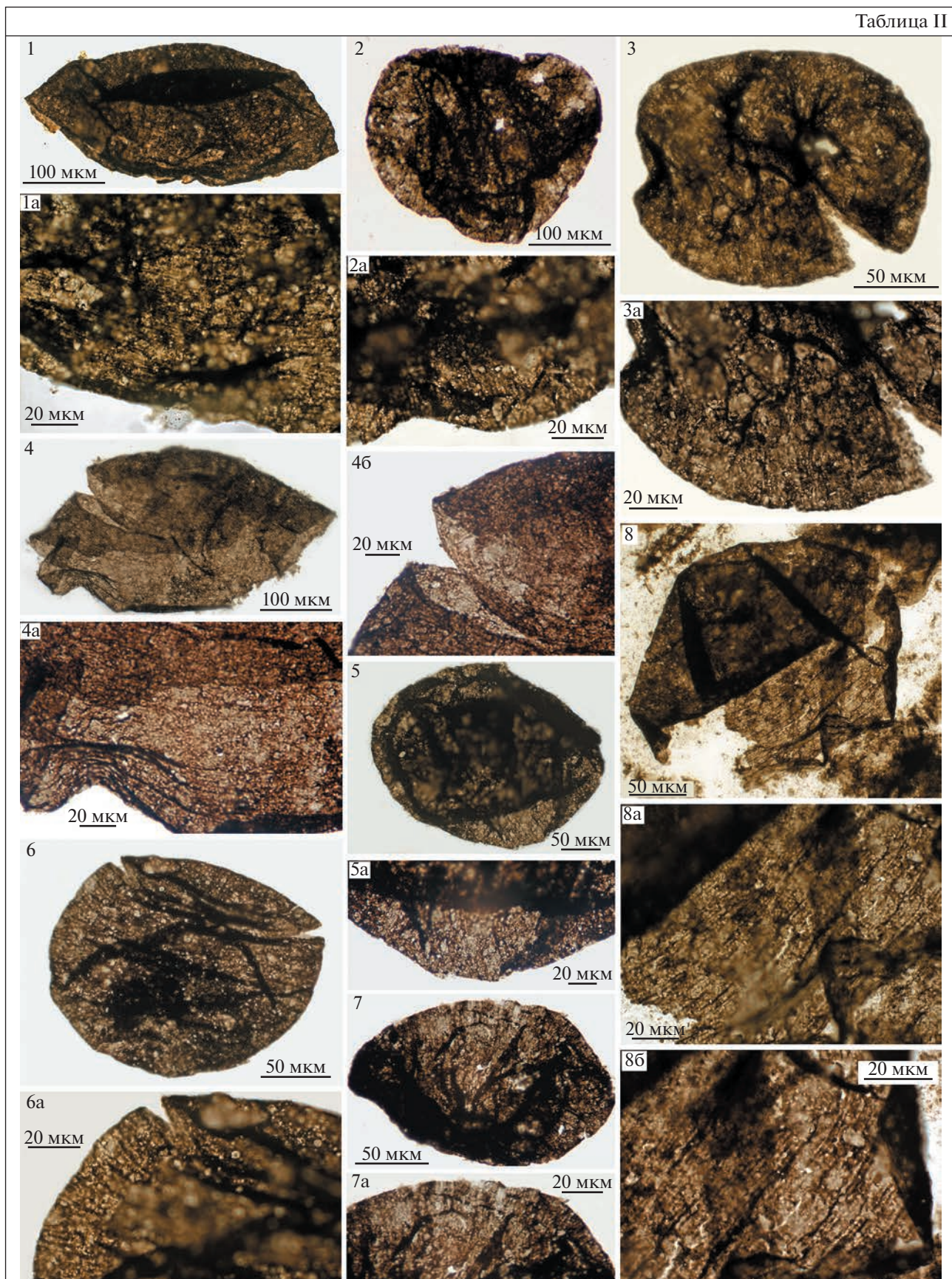
О п и с а н и е. Оболочки овальной и сферической формы, густо покрытые крупными гомоморфными выростами. Размер оболочек от 240 × 325 до 325 × 485 мкм (в среднем 291 × 396 мкм; голотип 220 × 430 мкм). Длина выростов от 50 до 90 мкм (в среднем 71 мкм, 19% от диаметра оболочки; голотип от 75 до 82 мкм, 23%). Основание выростов шириной от 11 до 22 мкм (в среднем 16 мкм, голотип 15–17 мкм) переходит в прямую трубку шириной 9–13 мкм (в среднем 10 мкм, голотип 10–12 мкм). Окончание трубки сужается до 2–4 мкм и загибается в сторону основания, иногда образуя почти кольцо. Количество выростов по окружности оболочки от 60 до 150 (голотип — более 120).

С р а в н е н и е. От всех других видов *H. crispum* отличается более крупными размерами оболочек и большим количеством выростов. От вида *H. anozos* (Willman) Xiao, Zhou, Liu, Wang et Yuan отличается более крупными выростами, а от вида *H. dilatatum* Liu, Xiao, Yin, Chen, Zhou et Li — более широкими выростами.

Таблица II. *Valeria* aff. *lophostriata* (Jankauskas).

1, 1a — экз. № ГИН 14715-355, препарат 21037-2, т. 1, 1a — увеличенный фрагмент; 2, 2a — экз. № ГИН 14715-357, препарат 21037-2, т. 3, 2a — увеличенный фрагмент; 3, 3a — экз. № ГИН 14715-384, препарат 21037-5, т. 2, 3a — увеличенный фрагмент; 4, 4a, 4b — экз. № ГИН 14715-809, препарат 21038-21, т. 6, 4a, 4b — увеличенные фрагменты; 5, 5a — экз. № ГИН 14715-540, препарат 21037-17, т. 7, 5a — увеличенный фрагмент; 6, 6a — экз. № ГИН 14715-971, препарат 21040-18, т. 7, 6a — увеличенный фрагмент; 7, 7a — экз. № ГИН 14715-365, препарат 21037-2, т. 11, 7a — увеличенный фрагмент; 8, 8a, 8b — экз. № ГИН 14715-446, препарат 21037-9, т. 2, 8a, 8b — увеличенные фрагменты. Номера образцов соответствуют первым пяти цифрам в номерах препаратов.

Таблица II



З а м е ч а н и я. Форма основания выростов может несколько различаться у разных экземпляров, иногда в пределах одной формы. У части выростов основания могут быть лишь слегка расширенными и без резкого перехода могут плавно сужаться к основной трубке выроста. Некоторые выросты имеют сильно расширенное коническое основание с перегибом, переходящим в трубку.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Уринская свита, Байкало-Патомское нагорье, венд. Оппокунская свита, немакит-далдынский ярус, Лено-Анабарская впадина, нижний кембрий.

М а т е р и а л. 13 целых экземпляров удовлетворительной сохранности и 18 частично разрушенных фрагментов плохой сохранности.

Род *Knollisphaeridium* Willman et Moczyłowska, 2008, emended Liu et Moczyłowska, 2019

***Knollisphaeridium coniformum* Liu et Moczyłowska, 2019**

Табл. III, фиг. 1–5

Knollisphaeridium maximum (Yin, 1987) Willman et Moczyłowska, 2008: Xiao et al., 2014, p. 30, Figs. 19.1–19.7; Sergeev et al., 2011, p. 995, Fig. 7.5.

Knollisphaeridium coniformum Liu et Moczyłowska, 2019: Liu, Moczyłowska, 2019, p. 115–118, Figs. 62A–H; Ouyang et al., 2021, p. 20, Figs. 15A–F, H–G; Ye et al., 2022, p. 39, Fig. 27.

Г о л о т и п. Образец IGCAGS-NP1-197, район ущелья Янцзы, Южный Китай, NP6-4-14, J37/2; кремнистые конкреции свиты Доушаньтуо, пачка II разреза Чэньцзяюаньцзы.

О п и с а н и е. Крупные сферические оболочки диаметром 170–475 мкм, несущие многочисленные, равномерно и близко расположенные выросты одинаковой длины. Выросты полые, сообщающиеся с внутренней полостью оболочки. Выросты имеют расширенное основание, с небольшим перегибом переходящее в тонкое окончание. Основания выростов сближены, но не соединены. Длина выростов 4–10 мкм, ширина оснований 3–5 мкм, расстояние между основаниями 1–5 мкм, количество выростов 10–20 на 50 мкм по контуру оболочки.

З а м е ч а н и я. Почти все выросты у всех экземпляров *K. coniformum* имеют терминальные расширения менее 1 мкм в поперечнике, часто

воронкообразной формы, не характерные для диагноза данного рода (табл. III, фиг. 3в, 5б). Лишь единичные выросты не имеют таких расширений. Расширения могли быть как морфологической особенностью организма, так и результатом тафономии. Единичные заостренные окончания выростов — это скорее результат утраты расширенной части при захоронении, чем приобретение таких расширений при фоссилизации. Субмикронный размер объектов не позволяет подтвердить сделанное предположение.

С р а в н е н и е. От *K. maximum* отличается более многочисленными и плотно расположенными выростами, которые постепенно, без перегиба, сужаются от основания к вершине.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Формация Доушаньтуо, провинция Хубэй, Южный Китай, эдиакарий. Уринская свита, Байкало-Патомское нагорье, Россия, венд.

М а т е р и а л. 82 экземпляра удовлетворительной сохранности.

Род *Valeria* Jankauskas, 1982, emend. Nagovitsin, 2009

***Valeria* aff. *lophostriata* (Jankauskas, 1979) Jankauskas, 1982**

Табл. II, фиг. 1–8

Kildinella lophostriata Jankauskas, 1979: Янкаускас, 1979, с. 192, рис. 1.13–1.15; Волкова, 1981, с. 71, табл. 8а, 8б.

Agidelia reta Pyatiletov et Karlova, 1980: Пятилетов, Карлова, 1980, с. 63, 65, 126, табл. 2, фиг. 11.

Agidelia lophostriata Pyatiletov, 1980: Пятилетов, 1980, с. 74, табл. 5, фиг. 1, 2.

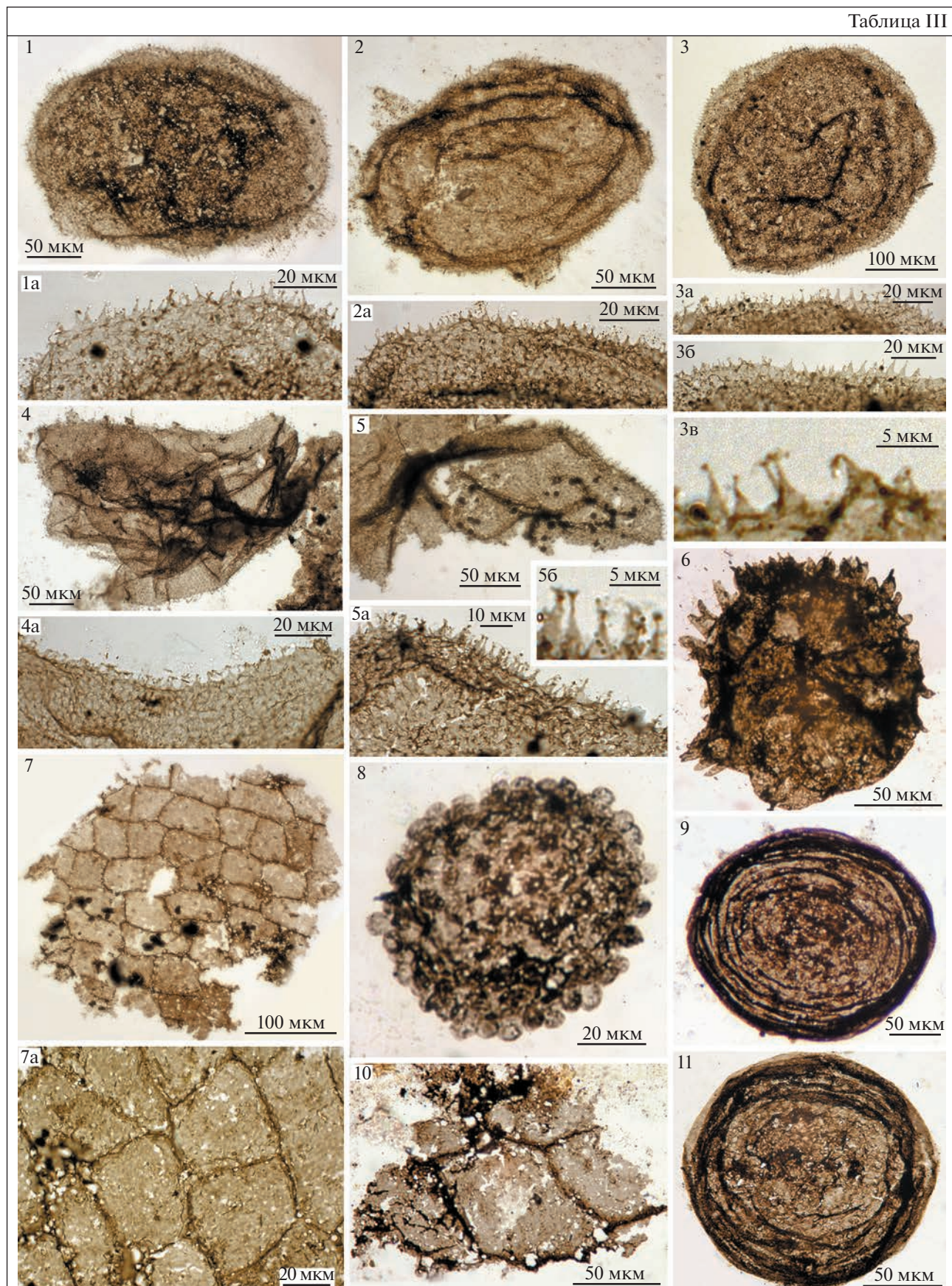
Kildinosphaera lophostriata (Jankauskas) Vidal, 1983: Vidal, Siedlecka, 1983, p. 59, Figs. 6A–G; Vidal, Knoll, 1983, Figs. 1D, E; Vidal, Ford, 1985, p. 361, Figs. 4C, E–F.

Valeria lophostriata (Jankauskas, 1979) Jankauskas, 1982: Янкаускас, 1982, с. 109, табл. 39, фиг. 2; Янкаускас и др., 1989, с. 86, табл. 16, фиг. 2–5; Butterfield, Chandler, 1992, p. 948–949, Figs. 5A, B; Hofmann, Jackson, 1994, p. 24, pl. 17, figs. 14–15; pl. 19, fig. 4; Xiao et al., 1997, p. 201, Fig. 3e; Вейс и др., 1998, с. 25, табл. 1, фиг. 18, 19; Samuelsson, 1997, p. 180, Figs. 10B, C; Samuelsson et al., 1999, p. 15, Fig. 8E; Javaux et al., 2001, p. 67, Fig. 1D; Javaux et al., 2003, p. 125, Figs. 1.1–2; Knoll et al., 2006, p. 1026, Figs. 2d, e; Lamb et al., 2009, p. 97, Fig. 4a; Nagy et al., 2009, p. 2, Figs. 1A, B; Nagovitsin, 2009, p. 144, Fig. 4E; Станевич и др., 2009, с. 9, табл. 2, фиг. 5, 11, 12; Pang et al., 2015, p. 255, Fig. 3; Tang et al., 2015, p. 308, Fig. 11; Wellman, Strother, 2015, p. 16, Fig. 3I; Riedman, Porter, 2016, p. 10, Fig. 4.1; Porter, Riedman, 2016, p. 842, Figs. 19.1–19.3; Baludikay et al., 2016,

Таблица III. Микрофоссилии уринской свиты.

1–5 — *Knollisphaeridium coniformum* Liu, Moczyłowska: 1, 1а — экз. № ГИН 14715-188, препарат 20006-10, т. 1, 1а — увеличенный фрагмент; 2, 2а — экз. № ГИН 14715-168, препарат 20006-8, т. 1, 2а — увеличенный фрагмент; 3, 3а–3в — экз. № ГИН 14715-243, препарат 20006-20, т. 3, 3а–3в — увеличенные фрагменты; 4, 4а — экз. № ГИН 14715-912, препарат 21040-9, т. 4, 4а — увеличенный фрагмент; 5, 5а, 5б — экз. № ГИН 14715-854, препарат 21040-3, т. 6а, 5а, 5б — увеличенные фрагменты; 6 — *Tanarium digitiformum* (Nagovitsin et M. Faizullin) Sergeev, Knoll et Vorobeva: экз. № ГИН 14715-299, препарат 20008-1, т. 1; 7, 7а, 10 — Gen. et sp. indet. 1: 7, 7а — экз. № ГИН 14715-367, препарат 21037-3, т. 1, 7а — увеличенный фрагмент; 10 — экз. № ГИН 14715-237, препарат 20006-19, т. 6; 8 — *Eotylotopalla strobilata* (Faizullin), экз. № ГИН 14715-140, препарат 20006-3, т. 2; 9, 11 — *L. jacutica* (Timofeev) emend. Mikhailova et Jankauskas: 9 — экз. № ГИН 14715-665, препарат 21038-8, т. 5; 11 — экз. № ГИН 1471520, препарат 17131-3, т. 2. Номера образцов соответствуют первым пяти цифрам в номерах препаратов.

Таблица III



p. 174, Fig. 7H; Javaux, Knoll, 2017, p. 219, Figs. 7.1–7.4; Agić et al., 2017, p. 119, Fig. 12-I; Adam et al., 2017, p. 388, Figs. 3D–E; Beghin et al., 2017, p. 72, pls. 4j–k; Javaux, Lepot, 2018, p. 72, Figs. 2a, b; Loron et al., 2018, p. 3, Figs. 1C–D; Miao et al., 2019, p. 194, Figs. 11a–f; Strother, Wellman, 2021, p. 6, Figs. 3a, b; Sharma et al., 2021, Fig. 7C; Loron et al., 2021, p. 6, Fig. 4.1; Шувалова и др., 2021, с. 44, рис. 3ж, з;

Valeria aff. *lophostriata* Jankauskas: Гладкочуб и др., 2009, рис. 3, фиг. 10, 11, 13.

Голотип. ЛитНИГРИ. № 16-62-4762/16, экз. 1; Башкирское Приуралье, скв. Кабаково-62, инт. 4762–4765 м, верхний рифей.

Описание. Крупные оболочки эллипсоидальной формы, диаметром от 180×120 до 450×325 мкм, с поверхностной орнаментацией из равномерно и близко расположенных концентрических гребней. Ширина гребней около 1 мкм, высота гребней менее 1 мкм, расстояние между гребнями от 0.8 до 1.3 мкм. Стенки оболочек тонкие, полупрозрачные, с многочисленными складками смятия. Стриатность у полюсов отсутствует. У некоторых оболочек наблюдается медальное расщепление, ориентированное вдоль гребней.

Сравнение. Отчетливо выраженная стриатность оболочек позволяет идентифицировать их как представителей рода *Valeria*. Однако от характерных представителей *V. lophostriata* найденные нами оболочки отличаются отсутствием выраженной стриатности у полюсов, что может быть как биологическим признаком, так и следствием плохой сохранности материала.

Материал. 13 целых экземпляров и 18 фрагментов плохой сохранности.

Распространение. *V. lophostriata* имеет широкое стратиграфическое распространение — от позднего палеопротерозоя (Javaux et al., 2004; Agić et al., 2017; Miao et al., 2019) до криогения (Nagy et al., 2009). Также *V. lophostriata* встречается в предположительно нижнекембрийской формации Gouhou Северного Китая (Tang et al., 2015; He et al., 2017). Нами *Valeria* aff. *lophostriata* встречается в уринской свите, эдиакарский возраст которой в настоящее время не вызывает сомнений.

СЕМЕЙСТВО OSCILLATORIACEAE (S.F. GRAY) KIRCHNER, 1900

Род *Glomovertella* Reitlinger, 1948

Glomovertella rotundata (Kolosov, 1984) comb. Vorob'eva et Petrov, 2022

Табл. IV, фиг. 1, 2

Volyniella rotundata Kolosov, 1984: Колосов, 1984, табл. XIV, фиг. 3а, 3б, табл. XV, фиг. 1.

Volyniella torta Kolosov, 1984: Колосов, 1984, табл. XIV, фиг. 2. *Glomovertella rotundata* (Kolosov, 1984) comb. Kolosov, 1989: Янкаускас и др., 1989, табл. XLV, фиг. 1.

Circumiella torta (Kolosov, 1984) comb. Kolosov, 1989: Янкаускас и др., 1989, табл. XLV, фиг. 2.

Glomovertella rotundata (Kolosov, 1984) comb. Vorob'eva et Petrov, 2022: Воробьева, Петров, 2023, табл. I, фиг. 1, 2, 4, 6.

Голотип. ЯФ ГС СО РАН, № 87-101, препарат 565-80/1, к.с. 39.8:119.5; Восточная Сибирь, Западная Якутия, Среднеботуобинская площадь, скв. 23, гл. 1911.5–1915.2 м; венд, курсовская свита; Колосов, 1984, табл. XV, фиг. 1.

Описание. Трубочатые нити шириной от 15 до 42 мкм, закрученные на 2–3 оборота в плоскую спираль. Размер спирали от 230 до 400 мкм. Часть нитей имеет сегментацию, длина сегментов 1–4 мкм.

Сравнение. От *G. ampla* Yakschin отличается более тонкими нитями. От видов *G. eniseica* (Hermann), *G. glomerata* (Jankauskas) и *G. miroedikhia* Hermann отличается более крупными размерами.

Распространение. Курсовская, бюкская, жербинская свиты, Восточная Сибирь, верхний венд. Уринская свита, Байкало-Патомское нагорье, венд.

Материал. Девять экземпляров плохой сохранности.

СЕМЕЙСТВО VENDOTAENIACEAE GNILOVSKAJA, 1986

Род *Tyrasotaenia* Gniovskaya, 1971

Tyrasotaenia podolica (Gniovskaya, 1971)

Табл. IV, фиг. 15, 17

Tyrasotaenia podolica Gniovskaya, 1971: Гниловская, 1971, с. 106, табл. XI, фиг. 1–5; Гниловская, 1976, с. 11–12; Гниловская, 1979, с. 41, табл. XLIV, фиг. 4, 6; Гниловская, 1985, с. 120, табл. 34, фиг. 1, 3, 4; Гниловская и др., 1988, табл. IX, фиг. 4,

Таблица IV. Микрофоссилии уринской свиты.

1, 1а, 2 — *Glomovertella rotundata* (Kolosov) comb. Vorob'eva et Petrov: 1 — экз. № ГИН 14715-790, препарат 21038-20, т. 1, 1а — увеличенный фрагмент; 2 — экз. № ГИН 14715-266, препарат 20006-22, т. 12; 3 — *Siphonophycus robustum* (Schopf) emend. Knoll et Golubic, comb. Knoll, Swett et Mark, экз. № ГИН 14715-375, препарат 21037-3, т. 9; 4 — *Oscillatoriopsis obtusa* Schopf, emend. Butterfield, экз. № ГИН 14715-949, препарат 21040-15, т. 3, 4а — увеличенный фрагмент; 5–8 — *Vanavarataenia insolita* Pjatiletov: 5 — экз. № ГИН 14715-191, препарат 20006-10, т. 4; 6 — экз. № ГИН 14715-813, препарат 21038-21, т. 11; 7 — экз. № ГИН 14715-464, препарат 21037-11, т. 1; 8 — экз. № ГИН 14715-153, препарат 20006-5, т. 3; 9–13 — бесструктурные трубочатые и лентовидные таломы: 9 — экз. № ГИН 14715-166, препарат 20006-7, т. 4; 10 — экз. № ГИН 14715-825, препарат 21039-1, т. 8; 11 — экз. № ГИН 14715-301, препарат 20008-2, т. 2; 12 — экз. № ГИН 14715-66, препарат 17138-6, т. 4; 13 — экз. № ГИН 14715-744, препарат 21038-16, т. 1; 14 — *Polytrichoides lineatus* Hermann, экз. № ГИН 14715-490, препарат 21037-13, т. 4б; 15, 17 — *Tyrasotaenia podolica* (Gniovskaya): 15 — экз. № ГИН 14715-633, препарат 21038-2, т. 11; 17 — экз. № ГИН 14715-1039, препарат 21042-2, т. 10; 16 — Gen. et sp. indet., экз. № ГИН 14715-67, препарат 17138-6, т. 5. Номера образцов соответствуют первым пяти цифрам в номерах препаратов.

Таблица IV

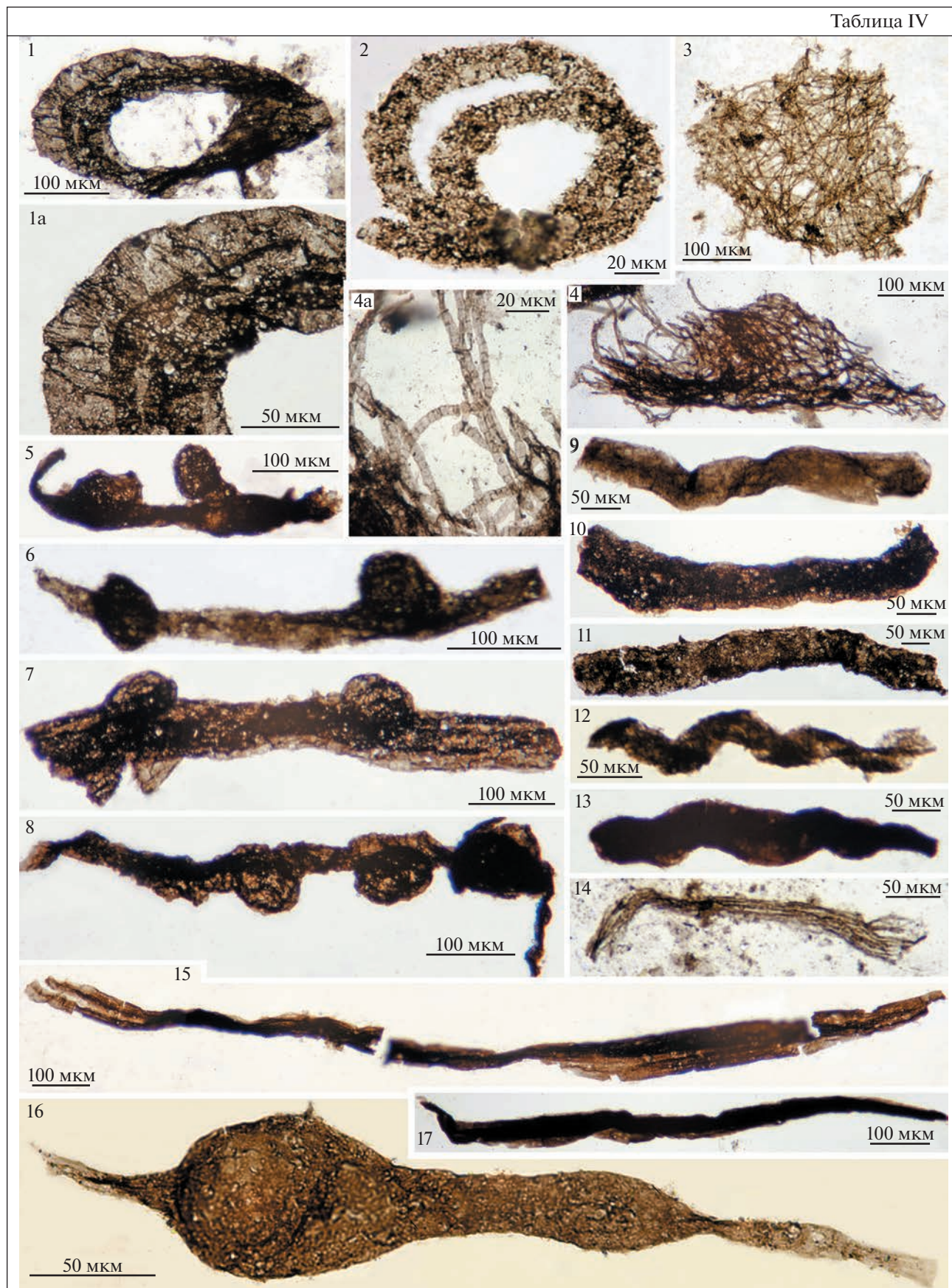


табл. XIV, фиг. 1–4; Zaine, 1991, pl. 10; Leonov et al., 2009, p. 92, Fig. E-7; Cohen et al., 2009, p. 120, Fig. 9.3; Рагозина и др., 2016, с. 32, табл. 1.1.

Голотип. ИГГД РАН, № 6931/1; Подольское Приднестровье, каниловская серия, студеницкая свита, венд.

Описание. Одиночные длинные лентовидные пленки тонкие, полупрозрачные, с продольными складками, изогнутые и перекрученные. Длина пленок от 0.45 до 1.4 мм, ширина от 0.08 до 0.12 мм.

Распространение. Студеницкая свита, Подольское Приднестровье, Украина, венд. Молдова: ферапонтьевская свита, верхний венд; тигечская свита, нижний кембрий. Формация Dabis, Nama Group, Намибия, поздний эдиакарий. Формация Tamengo, группа Corumba, Бразилия, эдиакарий. Цаганоломская свита, Западная Монголия, верхний венд. Уринская свита, Байкало-Патомское нагорье, Россия, венд.

Материал. Девять экземпляров удовлетворительной сохранности.

Род *Vanavarataenia* Pjatiletov 1985

Vanavarataenia insolita Pjatiletov 1985

Табл. IV, фиг. 5–8

Vanavarataenia insolita Pjatiletov, 1985: Пятилетов, 1985, с. 935, фиг. 1a–e; Янкаускас и др., 1989, с. 134, табл. 46, фиг. 7, 8; Марусин и др., 2011, с. 662, рис. 3д; Наговицин, Кочнев, 2015, с. 754, рис. 4, фиг. 33, 34, 37; Голубкова и др., 2020, с. 104, табл. 9, фиг. 7.

Голотип. ИГиГ СО РАН. Сибирская платформа, верхнее течение р. Подкаменная Тунгуска, Собинская скв. № 10, ванаварская свита, венд.

Описание. Фрагменты неветвящихся талломов шириной 30–70 мкм, прямые или изогнутые. Ширина талломов непостоянная, может меняться на всем протяжении или уменьшаться к окончанию. Длина фрагментов достигает 750 мкм. Талломы несут латеральные и терминальные спорангиеподобные структуры – сферические оболочки размером от 40 × 25 до 140 × 100 мкм. Латеральные оболочки одиночные, сидячие, плотно прилегающие к таллому. На одном талломе может находиться одна терминальная и несколько латеральных оболочек разного размера, что может соответствовать стадиям роста спорангиеподобных структур.

Сравнение. Специалистами высказывалось мнение, что сходство основных морфологических элементов строения и размеров у родов *Vanavarataenia* Pjatiletov и *Vendomyces* Burzin может указывать на их вероятную принадлежность к одному роду (Воробьева, Петров, 2014) или на полную идентичность этих таксонов (Наговицин, Кочнев, 2015). Анализ опубликованного и имеющегося у нас материала показывает очевидное различие между этими таксонами. По сравнению

с *Vendomyces*, у *Vanavarataenia* “спорангии” всегда одиночные, они не группируются в скопления, не имеют ни шейки, ни структур раскрытия, а сами талломы никогда не ветвятся.

Распространение. Верхняя подсвита вассилеостровской свиты, Восточно-Европейская платформа, верхний венд. Ванаварская свита, Сибирская платформа, венд. Старореченская свита, Анабарское поднятие Сибири, верхний венд. Уринская свита, Байкало-Патомское нагорье, венд.

Материал. Двадцать четыре экземпляра удовлетворительной сохранности.

Gen. et sp. indet. 1

Табл. III, фиг. 7, 10

Unnamed multicellular form with relatively large cells: Ouyang et al., 2021, p. 11, Fig. 9I.

Unnamed species B: Shang, Liu, 2022, p. 16, Fig. 13.

Описание. Фрагменты однослойных пленок, состоящие из плотно прилегающих друг к другу клеток. Форма клеток трапециевидная, пяти- и шестиугольная. Клетки стремятся образовывать плотнейшую упаковку друг с другом. Стенки клеток тонкие, прозрачные. Размер клеток от 45 × 40 до 80 × 40 мкм. Размер пленок до 300 мкм в поперечнике.

Сравнение. От других описанных многоклеточных и колониальных форм отличается более крупным размером клеток.

Распространение. Формация Доушаньтуо, провинция Хубэй, Южный Китай, эдиакарий. Уринская свита, Байкало-Патомское нагорье, Россия, венд.

Материал. Два экземпляра.

Gen. et sp. indet. 2

Табл. IV, фиг. 16

Описание. Трубчатый таллом нерегулярной ширины, имеет локальные вздутия и сужения, гладкий, без перегородок. Длина экземпляра 360 мкм, ширина в сужениях 10 мкм, в местах вздутия расширен до 65 мкм. Таллом двухслойный; верхний слой – тонкая пленка, плотно облегающая внутреннее содержимое. Внутри вздутия находится сферическое тело (спорангий?) диаметром 50 мкм, который не полностью занимает внутреннее пространство.

Распространение. Уринская свита, Байкало-Патомское нагорье, венд.

Материал. Один экземпляр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В средней части разреза уринской свиты обнаружена новая представительная ассоциация ранне-

вендских (среднеэдиакарских) микрофоссилий, среди которых присутствуют формы, неизвестные в ранее изученных ископаемых микробиотах дальнетайгинского бассейна. В массовом количестве были встречены крупные (до 450 мкм) стриатные сфероморфные оболочки *Valeria* и густо орнаментированные акантоморфные оболочки *Nocosphaeridium crispum* sp. nov. до 330 мкм. Нетипичными представителями среднеуринской ассоциации также являются грибоподобные формы *Vanavarataenia insolita* и слоевища *Tyrasotaenia podolica*.

Сравнительный анализ таксономического состава ассоциаций акантоморфных акритарх на различных стратиграфических уровнях дальнетайгинской серии указывает на отсутствие сколько-нибудь выраженного эволюционного тренда. Все эти ассоциации отражают единый среднеэдиакарский этап эволюции эукариотного фитопланктона и могут рассматриваться в рамках единой комплексной биозоны.

Большая часть представителей эдиакарских эукариот в изученных тафоценозах тяготела к относительно узким фаціальным зонам внутреннего рампа в сравнении с широко распространенными в бассейне цианобактериальными сообществами. Те и другие составляли палеоэкологическую систему открытоморских бассейнов того времени. Появление нетипичных представителей в среднеуринской микробиоте могло быть связано с их переносом из мелководных зон бассейна, в частности из внутренних бассейнов Сибирского кратона.

Источники финансирования. Микрофитологические исследования проведены в соответствии с планами научно-исследовательской работы ГИН РАН, тема № FMMG-2023-0004 (Воробьева Н.Г.), фаціальные исследования проведены за счет гранта РНФ № 20-77-10066 (Петров П.Ю.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что у них нет конфликтов интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вейс А.Ф., Петров П.Ю., Воробьева Н.Г. Мироедихинская микробиота верхнего рифея Сибири. Сообщение 1 // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6. № 5. С. 15–37.
- Волкова Н.А. Акритархи верхнего докембрия юго-восточной Сибири (устькирбинская свита) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1981. Т. 56. Вып. 4. С. 66–75.
- Воробьева Н.Г., Петров П.Ю. Род *Vendomycetes* Burzin и фаціальная-экологическая специфика старореченской микробиоты позднего венда Анабарского поднятия Сибири и ее стратиграфических аналогов // Палеонтол. журн. 2014. № 6. С. 80–92.
<https://doi.org/10.7868/S0031031X14060166>
- Воробьева Н.Г., Петров П.Ю. Микробиота баракунской свиты и биостратиграфическая характеристика дальнетайгинской серии: ранний венд Уринского под-
нятия Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2020. Т. 28. № 4. С. 26–42.
<https://doi.org/10.31857/S0869592X20040109>
- Воробьева Н.Г., Петров П.Ю. Микрофоссилии и обстановки седиментации жербинского бассейна: верхний венд Патомского нагорья Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2023. Т. 31. № 2. С. 22–39.
- Воробьева Н.Г., Сергеев В.Н. *Stellarossica* gen. nov. и инфрагруппа *Keltmiides* infrag. nov.: аномально крупные акантоморфные акритархи венда Сибири и Восточно-Европейской платформы // Палеонтол. журн. 2018. № 5. С. 91–100.
<https://doi.org/10.1134/S0031031X18040141>
- Гладкокуб Д.П., Станевич А.М., Травин А.В., Мазукабзов А.М., Константинов К.М., Юдин Д.С., Корнилова Т.А. Уджинский мезопротерозойский палеорифт (север Сибирского кратона): новые данные о возрасте базитов, стратиграфии и микрофитологии // Докл. АН. 2009. Т. 425. № 5. С. 642–648.
- Гниловская М.Б. Древнейшие водные растения венда Русской платформы (поздний докембрий) // Палеонтол. журнал. 1971. № 3. С. 101–107.
- Гниловская М.Б. Древнейшие метафиты // Международн. геол. конгресс. XXV сессия. Докл. сов. геологов. Палеонтология. Морская геология. Москва, 1976. С. 10–14.
- Гниловская М.Б. Вендотениды // Палеонтология верхне-докембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1979. С. 39–48.
- Гниловская М.Б. Вендотениды – вендские *Metaphyta* // Вендская система. Т. 1. М.: Наука, 1985. С. 117–125.
- Гниловская М.Б., Ищенко А.А., Колесников Ч.М., Коренчук Л.В., Удальцов А.П. Вендотениды Восточно-Европейской платформы. Л.: Наука, 1988. 143 с.
- Голубкова Е.Ю., Кушим Е.А., Тарасенко А.Б. Ископаемые организмы котлинского горизонта верхнего венда северо-запада Русской плиты (Ленинградская область) // Палеонтол. журн. 2020. № 4. С. 99–108.
<https://doi.org/10.31857/S0031031X20040066>
- Колосов П.Н. Позднедокембрийские микроорганизмы востока Сибирской платформы. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1984. 84 с.
- Марусин В.В., Гражданкин Д.В., Маслов А.В. Редкин-ский этап эволюции вендских макрофитов // Докл. АН. 2011. Т. 436. № 5. С. 658–664.
<https://doi.org/10.31857/S2686739721110128>
- Наговицин К.Е., Кочнев Б.Б. Микрофоссилии и биофа-
ции вендской ископаемой биоты юга Сибирской плат-
формы // Геология и геофизика. 2015. Т. 56. № 4. С. 748–760.
<https://doi.org/10.15372/GiG20150409>
- Петров П.Ю. Постледниковые отложения дальнетай-
гинской серии: ранний венд Уринского поднятия Си-
бири. Сообщение 2. Уринская и каланчевская свиты и
история бассейна // Литология и полезн. ископаемые. 2018. № 6. С. 521–538.
<https://doi.org/10.1134/S0024497X18060083>
- Петров П.Ю., Воробьева Н.Г. Представители миаохен-
ской биоты из дошурамских отложений эдиакария
(венда) Патомского нагорья Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2022. Т. 30. № 1. С. 55–68.
<https://doi.org/10.31857/S0869592X22010069>

- Покровский Б.Г., Буякайте М.И. Геохимия изотопов С, О и Sr в неопротерозойских карбонатах юго-западной части Патомского палеобассейна, юг Средней Сибири // Литология и полезн. ископаемые. 2015. № 2. С. 159–186.
https://doi.org/10.7868/S0024497X15010048
- Покровский Б.Г., Буякайте М.И., Колесникова А.А., Петров О.Л., Хлебников М.С. С-, О- и Sr-изотопная геохимия вендской аномалии Шурам-Вонока и ассоциирующих метаосадочных толщ внутренней части Патомского нагорья (Центральная Сибирь) // Литология и полезн. ископаемые. 2021. № 5. С. 406–435.
https://doi.org/10.31857/S0024497X21050049
- Пятилетов В.Г. Микрофитофоссилии из позднедокембрийских отложений, вскрытых Ванаварской скважиной (западная часть Сибирской платформы) // Новые данные по стратиграфии позднего докембрия запада Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1980. С. 71–76.
- Пятилетов В.Г. Водоросли юдомия (венда) запада Сибирской платформы // Докл. АН СССР. 1985. Т. 281. № 4. С. 934–936.
- Пятилетов В.Г., Карлова Г.А. Верхнерифейский комплекс растительных микрофоссилий Енисейского кряжа // Новые данные по стратиграфии позднего докембрия запада Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1980. С. 56–71.
- Рагозина А.Л., Доржнамжаа Д., Сереженикова Е.А., Зайцева Л.В., Энхбаатар Б. Ассоциация макро- и микрофоссилий в вендских (эдиакарских) постледниковых отложениях Западной Монголии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24. № 3. С. 27–37.
https://doi.org/10.31857/S0031031X22040092
- Станевич А.М., Гладкочуб Д.П., Корнилова Т.А., Мазукабзов А.М., Карманов Н.С. Микрофоссилии уджинской свиты рифея севера Сибирского кратона // Изв. Томского политехнич. ун-та. 2009. Т. 315. № 1. С. 5–10.
- Чумаков Н.М., Семихатов М.А., Сергеев В.Н. Опорный разрез вендских отложений юга Средней Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21. № 4. С. 26–51.
https://doi.org/10.7868/S0869592X13040029
- Шувалова Ю.В., Наговицин К.Е., Пархаев П.Ю. Следы древнейших трофических взаимодействий в рифейской биоте (лахандинский лагерштетт, юго-восточная Сибирь) // Докл. АН. Науки о жизни. 2021. Т. 496. С. 41–47.
https://doi.org/10.31857/S2686738921010200
- Янкаускас Т.В. Среднерифейская микробиота Южного Урала и Башкирского Приуралья // Докл. АН СССР. 1979. Т. 248. № 1. С. 190–193.
- Янкаускас Т.В. Микрофоссилии рифея Южного Урала // Стратотип рифея. Палеонтология. Палеомагнетизм. М.: Наука, 1982. С. 84–120.
- Янкаускас Т.В., Михайлова Н.С., Герман Т.Н., Сергеев В.Н. и др. Микрофоссилии докембрия СССР. Л.: Наука, 1989. 190 с.
- Adam Z.R., Skidmore M.L., Mogk D.W., Butterfield N.J. A Laurentian record of the earliest fossil eukaryotes // Geology. 2017. V. 45. P. 387–390.
https://doi.org/10.1130/G38749.1
- Agić H., Moczyłowska M., Yin L. Diversity of organic-walled microfossils from the early Mesoproterozoic Ruyang Group, North China Craton – a window into the early eukaryote evolution // Precambrian. Res. 2017. V. 297. P. 101–130.
https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.04.042
- Baludikay B.K., Storme J.Y., François C., Baudet D., Javaux E.J. A diverse and exquisitely preserved organic-walled microfossil assemblage from the Meso-Neoproterozoic Mbujimayi Supergroup (Democratic Republic of Congo) and implications for Proterozoic biostratigraphy // Precambrian. Res. 2016. V. 281. P. 166–184.
https://doi.org/10.1016/j.precamres.2016.05.017
- Beghin J., Storme J.Y., Blanpied C., Gueneli N., Brocks J.J., Poulton S.W., Javaux E.J. Microfossils from the late Mesoproterozoic–early Neoproterozoic Atar/El Mreiti Group, Taoudeni Basin, Mauritania, northwestern Africa // Precambrian. Res. 2017. V. 291. P. 63–82.
https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.01.009
- Butterfield N.J., Chandler F.W. Palaeoenvironmental distribution of Proterozoic microfossils, with an example from the Agu Bay Formation, Baffin Island // Palaeontology. 1992. V. 35. P. 943–957.
- Cohen P.A., Bradley A., Knoll A.H., Grotzinger J.P., Jensen S., Abelson J., Hand K., Love G., Metz J., McLoughlin N., Meister P., Shepard R., Tice M., Wilson J.P. Tubular compression fossils from the Ediacaran Nama Group, Namibia // J. Palaeont. 2009. V. 83(1). P. 110–122.
https://doi.org/10.1666/09-040R.1
- Grazhdankin D., Nagovitsin K., Golubkova E., Karlova G., Kochnev B., Rogov V., Marusin V. Doushantuo–Pertatataka-type acanthomorphs and Ediacaran ecosystem stability // Geology. 2020. V. 48.
https://doi.org/10.1130/G47467.1
- He T., Zhou Y., Vermeesch P., Rittner M., Miao L., Zhu M., Carter A., Pogge von Strandmann P.A.E., Shields G.A. Measuring the ‘Great Unconformity’ on the North China Craton using new detrital zircon age data // Geol. Soc. London Spec. Publ. 2017. V. 448. P. 145–159.
https://doi.org/10.1144/SP448.14
- Hofmann Y.J. Global distribution of the Proterozoic sphaeromorph acritarch Valeria lophostriata (Jankauskas) // Acta Micropalaeontol. Sinica. 1999. V. 16(3). P. 215–224 (in Chinese).
- Hofmann H.J., Jackson C.D. Shelf-facies microfossils from the Proterozoic Bylot Supergroup, Baffin Island, Canada // Paleontol. Soc. Mem. 1994. V. 37(3). P. 361–382.
https://doi.org/10.1017/S0022336000030353
- Javaux E.J., Knoll A.H. Micropaleontology of the lower Mesoproterozoic Roper Group, Australia, and implications for early eukaryotic evolution // J. Palaeont. 2017. V. 91. P. 199–229.
https://doi.org/10.1017/jpa.2016.124
- Javaux E.J., Lepot K. The Paleoproterozoic fossil record: implications for the evolution of the biosphere during Earth’s middle-age // Earth-Sci. Rev. 2018. V. 176. P. 68–86.
https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.10.001
- Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R. Ecological and morphological complexity in early eukaryotic ecosystems // Nature. 2001. V. 412. P. 66–69.
https://doi.org/10.1038/35083562

- Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R.* Recognizing and interpreting the fossils of early eukaryotes // *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. 2003. V. 33. P. 75–94. <https://doi.org/10.1023/a:1023992712071>
- Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R.* TEM evidence for eukaryotic diversity in mid-Proterozoic oceans // *Geobiology*. 2004. V. 2. P. 121–132. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4677.2004.00027.x>
- Knoll A.H., Javaux E.J., Hewitt D., Cohen P.* Eukaryotic organisms in Proterozoic oceans // *Phil. Trans. R. Soc. Bull.* 2006. V. 361. P. 1023–1038. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1843>
- Lamb D.M., Awramik S.M., Chapma D.J., Zhu S.* Evidence for eukaryotic diversification in the ~1800 million-year-old Changzhougou Formation, North China // *World Sum. on Ancient Microscopic Fossils*. 2009. V. 173. P. 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2009.05.005>
- Leonov M.V., Fedonkin M.A., Vickers-Rich P., Ivantsov A.Yu., Trusler P.* Discovery of the first macroscopic carbonaceous algal assemblage in the Terminal Proterozoic of Namibia, southwest Africa // *Communs Geol. Surv. Namibia*. 2009. V. 14. P. 87–93.
- Liu P., Moczyłowska M.* Ediacaran microfossils from the Doushantuo Formation chert nodules in the Yangtze Gorges area, South China, and new biozones // *Fossils and Strata*. 2019. V. 65. P. 1–172. <https://doi.org/10.1002/9781119564225.ch1>
- Loron C.C., Rainbird R.H., Turner E.C., Greenman J.W., Javaux E.J.* Implications of selective predation on the macroevolution of eukaryotes: evidence from Arctic Canada // *Emerging Topics in Life Sciences*. 2018. V. 2. P. 247–255. <https://doi.org/10.1042/ETLS20170153>
- Loron C.C., Halverson G.P., Rainbird R.H., Skulski T., Turner E.C., Javaux E.J.* Shale-hosted biota from the Dismal Lakes Group in Arctic Canada supports an early Mesoproterozoic diversification of eukaryotes // *J. Palaeont.* 2021. V. 95(6). P. 1113–1137. <https://doi.org/10.1017/jpa.2021.45>
- Miao L., Moczyłowska M., Zhu S., Zhu M.* New record of organic-walled, morphologically distinct microfossils from the late Paleoproterozoic Changcheng Group in the Yanshan Range, North China // *Precambrian. Res.* 2019. V. 321. P. 172–198. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2018.11.019>
- Moczyłowska M., Nagovitsin K.E.* Ediacaran radiation of organic-walled microbiota recorded in the Ura Formation, Patom Uplift, East Siberia // *Precambrian. Res.* 2012. V. 198–199. P. 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.12.010>
- Nagovitsin K.E.* Tappania-bearing association of the Siberian platform: biodiversity, stratigraphic position and geochronological constraints // *Precambrian. Res.* 2009. V. 173. P. 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2009.02.005>
- Nagy R.M., Porter S.M., Dehler C.M., Shen Y.* Biotic turnover driven by eutrophication before the Sturtian low-latitude glaciation // *Nature Geoscience*. 2009. V. 2. P. 415–418. <https://doi.org/10.1038/ngeo525>
- Ouyang Q., Zhou C., Xiao S., Guan C., Chen Z., Yuan X., Sun Y.* Distribution of Ediacaran acanthomorphic acritarchs in the lower Doushantuo Formation of the Yangtze Gorges area, South China: evolutionary and stratigraphic implications // *Precambrian. Res.* 2021. V. 353. 106005. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2020.106005>
- Pang K., Tang Q., Yuan X.L., Wan B., Xiao S.* A biomechanical analysis of the early eukaryotic fossil *Valeria* and new occurrence of organic-walled microfossils from the Paleoproterozoic Ruyang Group // *Palaeoworld*. 2015. V. 24. P. 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2015.04.002>
- Porter S.M., Riedman L.A.* Systematics of organic-walled microfossils from the ca. 780–740 Ma Chuar Group, Grand Canyon, Arizona // *J. Palaeont.* 2016. V. 90. P. 815–853. <https://doi.org/10.1017/jpa.2016.57>
- Riedman L.A., Porter S.* Organic-walled microfossils of the mid-Neoproterozoic Alinya Formation, Officer Basin, Australia // *J. Palaeont.* 2016. V. 90. P. 854–887. <https://doi.org/10.1017/jpa.2016.49>
- Rooney A.D., Cantine M.D., Bergmann K.D., Gomez-Perez I., Al Baloushi B., Boag T.H., Busch J.F., Sperling E.A., Strauss J.V.* Calibrating the coevolution of Ediacaran life and environment // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2020. V. 117(29). P. 16824–16830. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002918117>
- Rud'ko S.V., Kuznetsov A.V., Petrov P.Yu., Sitkina D.R., Kurova O.K.* Pb–Pb dating of the Dal'nyaya Taiga Group in the Ura uplift of southern Siberia: implication of C-isotopic and biotic events in the Ediacaran // *Precambrian. Res.* 2021. V. 362. 106285. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106285>
- Samuelsson J.* Biostratigraphy and Palaeobiology of Early Neoproterozoic Strata of the Kola Peninsula, Northwest Russia // *Norsk Geol. Tidsskr.* 1997. V. 77. P. 165–192.
- Samuelsson J., Dawes P.R., Vidal G.* Organic-walled microfossils from the Proterozoic Thule Supergroup, Northwest Greenland // *Precambrian. Res.* 1999. V. 96. P. 1–23. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(98\)00123-5](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(98)00123-5)
- Sergeev V.N., Knoll A.H., Vorob'eva N.G.* Ediacaran microfossils from the Ura Formation, Baikal-Patom Uplift, Siberia: taxonomy and biostratigraphic significance // *J. Paleont.* 2011. V. 85. № 5. P. 987–1011. <https://doi.org/10.1666/11-022.1>
- Shang X., Liu P.* Diverse multicellular algae from the early Ediacaran Doushantuo chert nodules and their palaeoecological implications // *Precambrian. Res.* 2022. V. 368. 106508. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106508>
- Sharma M., Singh V.K., Pandey S.K., Ansari A.H., Shukla Y., Ahmad S., Kumar Y., Singh D.* Precambrian and early Cambrian palaeobiology of India: Quo Vadis // *Proc. Indian Nat. Sci. Acad.* 2021. V. 87. P. 199–233. <https://doi.org/10.1007/s43538-021-00029-2>
- Strother P.K., Wellman C.H.* The Nonesuch Formation Lagerstätte: a rare window into freshwater life one billion years ago // *J. Geol. Soc.* 2021. V. 178. <https://doi.org/10.1144/jgs2020-133>
- Tang Q., Pang K., Yuan X., Wan B., Xiao S.* Organic-walled microfossils from the Tonian Gouhou Formation, Huaibei region, North China Craton, and their biostratigraphic implications // *Precambrian. Res.* 2015. V. 266. P. 296–318. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2015.05.025>

- Vidal G., Ford T.D. Microbiotas from the late Proterozoic Chuar Group (northern Arizona) and Uinta Mountain Group (Utah) and their chronostratigraphic implications // Precambrian. Res. 1985. V. 28. P. 349–389.
[https://doi.org/10.1016/0301-9268\(85\)90038-5](https://doi.org/10.1016/0301-9268(85)90038-5)
- Vidal G., Knoll A. H. Proterozoic plankton // Geol. Soc. Am. Mem. 1983. V. 161. P. 265–277.
- Vidal G., Siedlecka A. Planktonic, acid-resistant microfossils from the Upper Proterozoic strata of Barents Sea region of Varanger Peninsula, East Finnmark, Northern Norway // Norg. Geol. undersøkelse Bull. 1983. V. 382. P. 45–79.
- Wellman C.H., Strother P.K. The terrestrial biota prior to the origin of land plants (embryophytes): a review of the evidence // Palaeontology. 2015. P. 1–27.
<https://doi.org/10.1111/pala.12172>
- Willman S., Moczyłowska M. Ediacaran acritarch biota from the Giles 1 drillhole, Officer Basin, Australia, and its potential for biostratigraphic correlation // Precambrian. Res. 2008. V. 162. P. 498–530.
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2007.10.010>
- Xiao S., Knoll A.H., Kaufman A.J., Yin L., Zhang Y. Neoproterozoic fossils in Mesoproterozoic rocks? Chemostratigraphic resolution of a biostratigraphic conundrum from the North China Platform // Precambrian. Res. 1997. V. 84. P. 197–220.
[https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(97\)00029-6](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(97)00029-6)
- Xiao S., Zhou C., Liu P., Wang D., Yuan X. Phosphatized acantomorphic acritarchs and related microfossils from the Ediacaran Doushauntuo Formation at Weng'an (South China) and their implications for biostratigraphic correlation // J. Paleont. 2014. V. 88. № 1. P. 1–67.
<https://doi.org/10.1666/12-157R>
- Ye Q., Li J., Tong J., An Z., Hu J., Xiao S. A microfossil assemblage from the Ediacaran Doushauntuo Formation in the Shennongjia area (Hubei Province, South China): filling critical paleoenvironmental and biostratigraphic gaps // Precambrian. Res. 2022. V. 377. 106691.
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2022.106691>
- Zaine M.F. Analise dos fósseis de parte da Faixa Paraguai (MS, MT) e seu contexto temporal e paleoambiental. Tese de Doutorado. São Paulo: Instituto de Geociências, 1991. 231 p.
- Zang W.-L., Walter M.R. Late Proterozoic and Early Cambrian microfossils and biostratigraphy, Amadeus Basin, Central Australia // Mem. Assoc. Australasian Palaeontol. 1992. V. 12. 132 p.

Рецензенты Е.А. Лужная,
 А.Л. Рагозина, М.А. Федонкин

Middle Ura Association of Organic-Walled Microfossils: The Lower Vendian of the Patom Basin, Siberia

N. G. Vorob'eva^{a, #} and P. Yu. Petrov^a

^a Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

[#] e-mail: keltma@mail.ru

A new assemblage of Early Vendian (Middle Ediacaran) microfossils, including acanthomorphic acritarchs and various filamentous remains, as well as sphaeromorphic striated vesicles of *Valeria*, which are not characteristic of deposits of this age, is described in the Ura Formation of the Dal'nyaya Taiga Group of the Patom Basin. A new species of acanthomorphs *Hocosphaeridium crispum* sp. nov. is described. The selective confinement of the Ediacaran eukaryotic phytoplankton taphocoenoses to the open-sea proximal facies of the inner ramp is shown.

Keywords: biostratigraphy, Ediacaran, taphocoenosis, acritarchs, Dal'nyaya Taiga Group