

М. Ю. Белова, Л. В. Вороняева

ПЕРВЫЕ НАХОДКИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ МИКРОФОССИЛИЙ В ФОСФОРИТАХ ПОЗДНЕГО РИФЕЯ П-ОВА СРЕДНИЙ (КАРЕЛО-КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

Введение. В последние десятилетия появились сведения о находках микрофоссилий в пластовых и конкреционных фосфоритах позднего докембрия [1–4 и др.]. Эти находки пока еще не так многочисленны, как окременные микробиты, однако они представляют несомненный интерес для расчленения и корреляции разрезов. Остатки микроорганизмов в фосфоритах сохраняются, как и в конкрециях кремней, в виде объемных клеточных структур, колоний и нитей в тех положениях и соотношениях, в которых они были на момент захоронения. Их изучение в петрографических шлифах исключает возможность засорения чужеродной органикой, что значительно повышает надежность полученных результатов. Данные по минерализованным микрофоссилиям, в том числе из фосфоритов, существенно дополняют представления о древних биоценозах и фациальных обстановках их формирования.

Органостенные микрофоссилии из отложений докембрия Кольского полуострова изучались неоднократно, начиная еще с конца 60-х годов XX в. В работах Б. В. Тимофеева и А. Л. Рогозиной [5, 6 и др.] приводятся списки органических остатков в целом для кильдинской серии п-ова Средний и о-ва Кильдин. К настоящему времени эти данные уже устарели и не соответствуют современной номенклатуре [7]. Позднее Н. С. Михайловой [8] был описан комплекс органостенных микрофоссилий собственно землелахтинской свиты, полученный по результатам кислотного растворения 4 образцов песчаников.

Следует отметить, что песчаные породы мало перспективны для поисков органостенных микрофоссилий. Проницаемость отложений в момент захоронения способствует вымыванию или разложению значительной части остатков микроорганизмов. При уплотнении и литификации осадков механическое воздействие песчаных зерен на тончайшие органические пленки приводит к сильному повреждению клеточных структур или полному их уничтожению. Поэтому из отложений землелахтинской свиты было выделено лишь несколько десятков (около 30) деформированных форм, преимущественно одиночных мелких сфероморфит [8]. В обломках фосфоритов из песчаников землелахтинской свиты нами впервые установлен более разнообразный и богатый в количественном отношении комплекс минерализованных микрофоссилий.

Фосфатоносные породы, представленные главным образом конкреционными и обломочными разностями, широко распространены среди образований верхнего рифея на полуостровах Средний и Рыбачий [9]. Они приурочены к двум возрастным уровням, связанным соответственно с двумя свитами: землелахтинской и куяканской, причем в первой отмечается максимальное развитие обломочно-конкреционных фосфоритов. Именно поэтому образцы для исследования фосфатсодержащих пород были отобраны из разреза землелахтинской свиты.

Особенности строения разреза верхнего рифея. Сводный разрез верхнего рифея на п-ове Средний состоит из двух серий: кильдинской и волоковой. Землелахтинская свита в разрезе кильдинской серии занимает ведущее место, поскольку она распространена почти на всей площади полуострова и достигает мощности 700 м [10].

В основании кильдинской серии располагается маломощная мотовская или кутовая свита, нижняя часть которой, залегающая с угловым и стратиграфическим несогласием на породах архея, представлена продуктами физического кор выветривания: полимиктовыми конглобрекциями и конгломератами. Выше по разрезу они сменяются граувакковыми гравелитами и песчаниками пярярвинской свиты, которые выше по разрезу постепенно переходят в субаркозовые и олигомиктовые глауконитсодержащие кварцито-песчаники. Следующая, палвинская, свита в основном сложена более сортированными и хорошо окатанными кварцевым материалом, который сформировал кварциты, часто с карбонатным цементом и присутствием карбонатных и карбонатно-глинистых конкреций и стяжений. Контакт с залегающей выше поропелонской свитой, которая отличается более тонким (алевроитовым) составом отложений, постепенный, и из-за примеси окисных форм железа и титана ее породы интенсивно окрашены в розовые и пестрые тона. Главными признаками отложений поропелонской свиты также являются ритмичный (флишоподобный) характер слоистости, развитие многочисленных знаков ряби, подволно-оползневых текстур и гиероглифов, что свидетельствует о формировании осадков в мелководной шельфовой зоне.

Породы землелахтинской свиты залегают на них согласно с постепенным контактом и представлены толщей однородных зеленовато-желто-серых субаркозовых, олигомиктовых песчаников. В ее нижней части располагается прерывистый горизонт гравийных, гравийно-галечных конгломератов, обломочный материал которых представлен разнообразными аргиллитами и алевролитами. Обломки имеют в основном уплощенную форму, ориентированы по слоистости и, судя по текстурным особенностям, откладывались в береговой (пляжевой) фациальной зоне. Ниже мы рассмотрим главные особенности состава пород этой свиты, а сейчас лишь отметим, что она перекрывается отложениями каруярвинской свиты, завершающей разрез кильдинской серии и сложенной ритмично-слоистыми красноцветными алевропелитами и водорослевыми доломитами, содержащими признаки аридного режима седи-

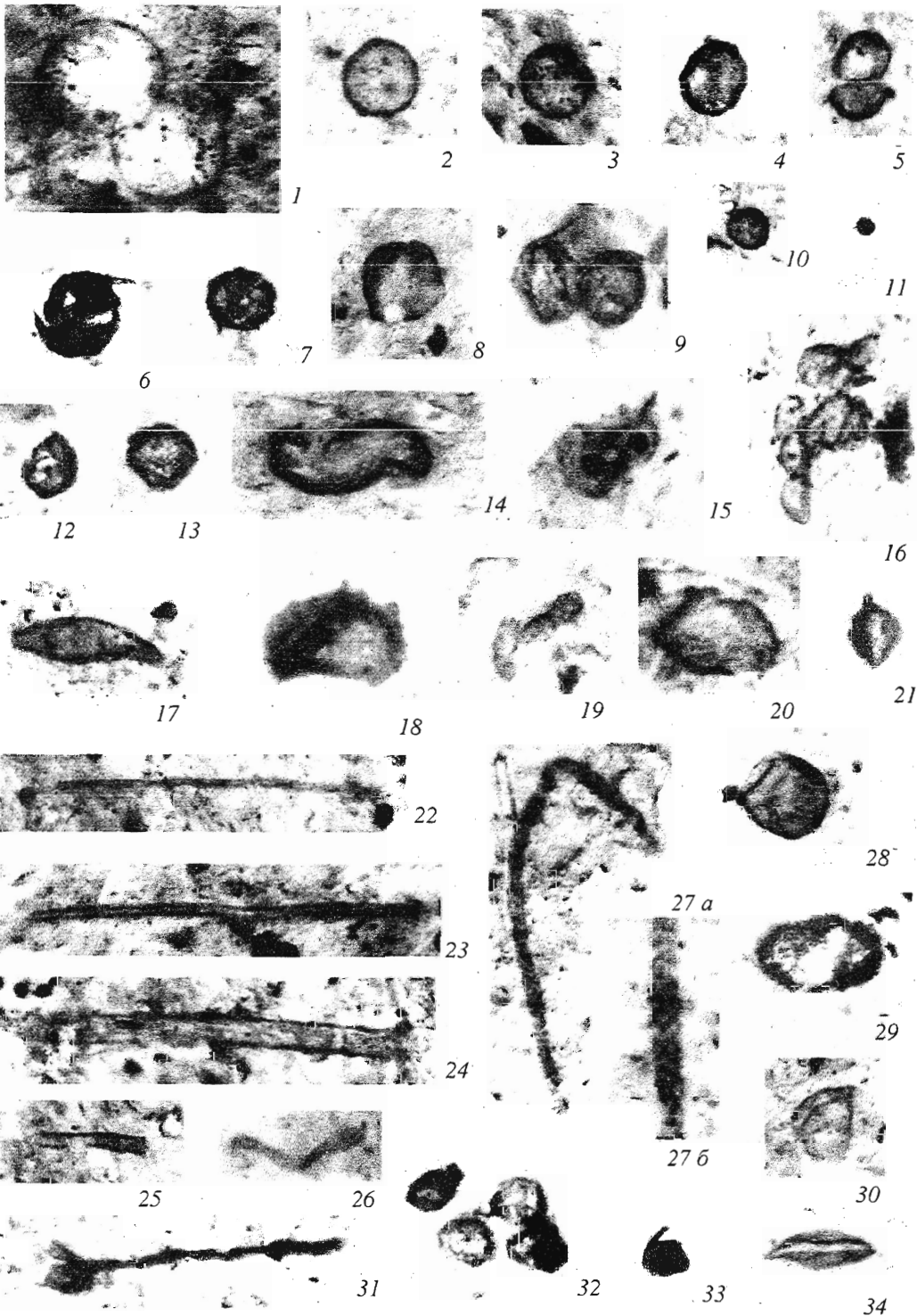
Микробиота землехитинской свиты п-ова Средний

Таксономический состав	Группы микрофоссилий			Форма сохранности микрофоссилий, количество экземпляров	
	Акригархи	Цианофиты	Репродуктивные ? структуры	Органостенные, ранее описанные [8]	Минерализованные, установленные в обломках фосфоритов
<i>Leiosphaeridia crassa</i> (Naum.) Jank.	+			М	>20
<i>L. holtedahlii</i> (Tim.) Jank.	+			Е	-
<i>L. ternata</i> (Tim.) Mikh. et Jank.	+			Е	~10
<i>L. exculpta</i> (Tim.) Mikh.	+			Е	
<i>L. jacutica</i> (Tim.) Mikh. et Jank.	+			Е	Фрагменты, <10
<i>L. minutissima</i> (Naum.) Jank.	+			Е	43
<i>Leiosphaeridia</i> sp.	+			Е	>10
<i>Pterospermopsimorpha pileiformis</i> (Tim.) Mikh. et Jank.	+			Е	-
<i>Spumasina rubiginosa</i> (Naum.) Jank. et Medv.	+			Е	-
<i>Trachyhystrichosphaera parva</i> Mikh.	+			Е	Фрагменты, 2
<i>Valeria lophostriata</i> Jank.	+			Е	-
<i>Symplassosphaeridium</i> sp.	+			Е	+
<i>Caudosphaera expansa</i> Herm.			+	Е	
<i>Leiotrichoides typicus</i> Herm.		+		Е	+
<i>Eosynechococcus medius</i> Hofm.		+			20
<i>Sphaerophycus parvum</i> Schopf		+			>10
<i>Myxococcoides inomata</i> Schopf		+			<10
<i>Germinosphaera</i> cf. <i>unispinosa</i> Mikh.			+		3
cf. <i>Germinosphaera</i> sp.			+		4
cf. <i>Clonophycus ostiolum</i> Oehler			+		6
<i>Fusicoccus porrectus</i> Nagovitsin			?		3
<i>Glenobotrydion</i> sp.		+			5
<i>Siphonophycus robustus</i> (Schopf) Knoll et al.		+			<20
<i>S. inomatum</i> Schopf		+			>20
<i>Rhiconema</i> cf. <i>antiquum</i> Hofm.		+			~10
cf. <i>Chlorogloeaopsis</i> (Polysphaeroides) <i>contexta</i> (Hermann) Hofm. et Jackson.		+			2
Монстриальные формы и органические пленки				Е	>10

Примечание. М – мало (2–3 экз.), Е – единичные (1–2 экз.).

ментации в условиях прибрежного мелководья. Определяющими чертами пород этой свиты являются глиптоморфозы по кристаллам соли и гипса, повышенное содержание в них акцессорных минералов, особенно циркона, апатита, рутила и лейкоксена, вплоть до образования лейкоксен-цирконовых прослоев и горизонтов – производных погребенных прибрежных россыпей.

Волоковая серия представлена тремя свитами (снизу): куяканской, пуманской и мякинской. В подошвенной части куяканской свиты располагаются линзы, линзовидные горизонты полимиктовых галечно-валунных, глыбых конгломератов и конглобрекчий мощностью до первых десятков метров, залегающих с угловым и стратигра-



фическим несогласием на породах каруярвинской свиты. В составе обломков преобладают все типы пород кильдинской серии, а также отдельные фрагменты пород фундамента, эффузивов и фосфатсодержащих аргиллитов. Основную часть разреза свиты составляют слоистые, косослоистые траувакковые субаркозовые песчаники, содержащие простую алевролитов. Пуманская свита сложена ритмичнослоистыми субтраувакковыми полимиктовыми песчаниками с глауконитом и серпентиновыми алевролитами, включающими линзы и горизонты известняков и мергелей. Важный признак пород этого уровня – присутствие оползневых текстур и крупных глинистых окатышей и сферолитов, свидетельствующих о формировании осадков в гидродинамически активной прибрежно-мелководной зоне, которая имеет крутые склоны.

Породы землелахтинской свиты, вмещающие фосфатноносные обломки, обычно представлены полимиктовыми аркозами, субаркозовыми песчаниками разной степени окатанности и сортированности, в цементе которых широко развиты серицит, хлорит, карбонат и лейкоксен. В обломочной части песчаников, помимо кварца и полевых шпатов, часто присутствуют фрагменты (лапиллы?) хлоритизированных вулканических стекол основного состава. Обломки аргиллитов и алевролитов мелкогалечной и гравийной размерности окатаны в разной степени в зависимости от их состава. Всего можно выделить три типа обломков: светлые алевритистые разности, слабо окатанные; бурые крупные уплощенные фрагменты алевропелитовых сланцев, с точечными выделениями лейкоксена; тонкие темно-бурые аргиллиты, хорошо окатанные, овальной шаровидной формы. Фосфатное вещество представлено фтор-карбонат-аболатитом и присутствует во всех типах обломков, однако более всего оно развито в тонких темно-бурых разновидностях, где образует стяжения вместе с пылевидным органическим (углеродистым) веществом.

Описание микрофоссилий. Как видно из таблицы, значительная часть форм, сохранившихся в песчаниках в виде фитолем, присутствует и в обломках фосфоритов, причем иногда в значительно больших количествах. Прежде всего это наиболее широко распространенные в отложениях докембрия, особенно позднего, одиночные сфероморфные формы рода *Leiosphaeridia* (Eisenack) Jank. Кроме того, в изученном материале установлены и не описанные ранее формы, как коккоидные – одиночные и колониальные, так и нитевидные.

Одиночные коккоидные формы. Преобладающий в землелахтинской микробиоте вид *L. minutissima* (Naum.) Jank. представляет собой тонкие гладкостенные полупрозрачные светло-бурые оболочки диаметром 10–20 мкм (в среднем – 13,6 мкм, $n = 43$). Оболочки не несут складок смятия, так как, отличие от мацерированного материала, сохраняют объемную форму (рисунок, 2–5, 8, 9). Несколько реже встречаются темно-бурые оболочки с толстой сплошной (рисунок, 7, 10, 13) или растрескавшейся (рисунок, 6, 12) стенкой, диаметром 13–20 мкм (в среднем – 15,3, $n = 20$). Размеры этих форм и их утолщенные стенки соответствуют диагнозу *L. crassa* (Naum.) Jank., а растрескивание оболочек характерно для близкого вида *L. temata* (Tim.) Mikh. et Jank. Еще одним, ранее не описанным компонентом землелахтинской биоты являются очень мелкие шаровидные клетки диаметром 3–5 мкм с плотной стенкой, встречающиеся поодиночке, в парах или свободных группах (рисунок, 11). Они сопоставимы по размерам и отсутствию колониального габитуса с акритархами рода *Margominuscula* (Naum.) Jank. или цианофитами рода *Sphaerophycus* Schopf. Однако у маргоминускул в качестве диагностического признака отмечается двойной контур клеточной стенки, который в нашем материале не наблюдается. Поэтому мы считаем более правильным отнести эти формы к *Sphaerophycus* aff. *parvum* Schopf. Наиболее крупные сфероморфиды – *L. jacutica* (Tim.) Mikh. et Jank., представляющие собой гладкостенные слабо прозрачные оболочки диаметром от 70 до 800 мкм, присутствуют лишь в виде фрагментов, сопоставимых по размерам с разрушенными клеточными структурами (рисунок, 14).

Морфологически более сложные одиночные формы представлены в землелахтинских фосфоритах ранее описанными [8] сферическими тонкостенными оболочками с короткими заостренными шипами, диаметром 20–70 мкм – *Trachyhystrichosphaera* parva Mikh., которые сохранились в шлифах, к сожалению, лишь фрагментарно (рисунок, 18). Следует отметить, что акантоморфиды рода *Trachyhystrichosphaera* Herm. et Jank. – характерный компонент многих позднерифейских микробиот.

Шаровидные формы с отростками или выводной шейкой, предположительно представляющие собой репродуктивные органы водорослей или грибов, описанные Н. С. Михайловой из землелахтинской свиты как *Caudosphaera expansa* Herm. et Tim., по-видимому, относятся скорее к роду *Germinosphaera* Mikh. Диаметр оболочек *C. expansa* колеблется от 200 до 500 мкм, в то время как на изображении [8, табл. 11, фиг. 13] он не превышает 30 мкм, что соответствует размерным характеристикам некоторых видов рода *Germinosphaera*.

Минерализованные микрофоссилии из отложений землелахтинской свиты п-ова Средний.

1 – *Muxococcoides inornata* Schopf; 2–5, 8, 9 – *Leiosphaeridia minutissima* (Naum.) Jank.; 6, 12 – *L. temata* (Tim.) Mikh. et Jank.; 7, 10, 13 – *Leiosphaeridia crassa* (Naum.) Jank.; 11 – *Sphaerophycus* aff. *parvum*; 14 – *L. jacutica* (Tim.) Mikh. et Jank.; 15, 16 – *Glenobotrydion* sp.; 17 – *Fusicoccus porrectus* Nagovitsin; 18 – *Trachyhystrichosphaera parva* Mikhailova; 19 – *Eosynechococcus medius* Hofm.; 20 – cf. *Germinosphaera* sp.; 21 – *Germinosphaera* cf. *unispinosa* Mikh.; 22, 23 – *Siphonophycus robustum* (Schopf) Knoll et al.; 24 – *Rhiconema* cf. *antiquum* Hofm.; 25, 26 – *S. inornatum* Schopf; 27 – cf. *Chlorogloeaopsis* (*Polysphaeroides*) *contexta* (Herm.) Hofm. et Jackson; 28 – cf. *Clonophycus ostiolium* Oehler; 29–34 – монстриальные формы. 1–17 и 21–27a, 28–34 – увел. 700, 18–20 и 27 б – увел. 1300

Оболочки с отростками (проросшие оболочки), близкие к роду *Germinosphaera* Mikh., представлены в изученном нами материале несколькими морфологически отличными формами. Мелкие овальные гладкие толстостенные темно-бурые оболочки размером 13–20 мкм в поперечнике с одним отростком шириной 1,5–3,0 мкм сопоставимы с *G. unispinosa* Mikh. (рисунок, 21). Более крупные сфероморфные, в той или иной степени деформированные, тонкостенные оболочки с широким полым выростом, открывающимся в полость оболочки, близки к *G. tadasi* Weiss. Однако в наших шлифах установлено всего 3 таких формы; все они имеют диаметр около 40–50 мкм и сильно деформированы (рисунок, 20). В типовом материале из омахтинской свиты нижнего рифея Учуро-Майского района Сибири [7] диаметр микрофоссилий этого вида 60–80 мкм. Более мелкие размеры установленных нами форм, их плохая сохранность и малое количество не позволяют сделать корректное видовое определение, в связи с чем данные оболочки включены в синоптическую таблицу как cf. *Germinosphaera* sp.

Редкими компонентами землепахтинской микробиоты являются коротковеретеновидные тонкостенные бурые клетки размером 12–18×24–36 мкм – *Fusicoccus rotectus* Nagovitsin (рисунок, 17), недавно впервые описанные [11] из позднерифейских отложений свиты Серого ключа на Енисейском крае, а также шаровидные или коротко эллипсоидальные тонкостенные формы 20–30 мкм в поперечнике с правильным округлым отверстием 5–9 мкм в диаметре, сходные с *Clonophycus ostiolum* Oehler (рисунок, 28), особенно с экземплярами этого вида, не содержащими внутренних спороподобных тел, из среднерифейской формации Умишань Китая, приведенными в работе Ю. Занга [12]. *Cl. ostiolum* рассматривается как спорангиоподобные репродуктивные структуры прокариотических или эвкариотических микроорганизмов.

Формы, переходные от одиночных к собственно колониальным микрофоссилиям, представлены мелкими овальными тонкостенными клетками, в том числе в стадии поперечного деления, встречающимися поодиночке, парами или в небольших свободных группах. – *Eosynechococcus medius* Hofm. (рисунок, 19). Этот вид, впервые описанный из отложений афебия налгруппы Белчер в Канаде [13], широко распространен в отложениях позднего докембрия.

Остатки колониальных микроорганизмов в биоте землепахтинской свиты встречаются реже. Тем не менее, наряду с описанными Н. С. Михайловой единичными *Synplassosphaeridium* sp., нами установлены небольшие колонии из 3–5 гладких тонкостенных сферидов диаметром 15–20 мкм – *Muxosocoides inornata* Schopf (рисунок, 1) и плотные колонии из 5–10 сильно деформированных взаимным сжатием клеток 15–17 мкм в поперечнике с темным внутренним включением до 5 мкм в диаметре, близкие к роду *Glenobotrydion* Schopf (рисунок, 15, 16).

Нитевидные формы, как правило, изобилующие в большинстве позднерифейских микробиот, в мацерированном материале из землепахтинской свиты практически отсутствуют. В обломках фосфоритов, напротив, нити довольно многочисленны, хотя и не образуют плотных дерновинок. Представлены они в основном полыми трубчатыми чехлами предположительно осцилляториевых цианобит – *Siphonophycus robustus* (Schopf) Knoll et al. (рисунок, 22, 23) и *S. inornatum* Schopf (рисунок, 25, 26). Реже встречаются нити с внутренними включениями *Rhizopelta* sp. (рисунок, 24) и многоклеточные нитевидные агрегаты cf. *Chlorogloeopsis* (*Polysphaeroides*) *contexta* (Herm.) Hofm. et Jackson (рисунок, 27), состоящие из нескольких (2–3) рядов деформированных взаимным сжатием мелких сферических клеток диаметром 2–3 мкм, не заключенных в чехол.

Наряду с хорошо и удовлетворительно сохранившимися формами микрофоссилий в шлифах обнаружены многочисленные деформированные клетки, колонии и нити, а также так называемые монстриальные формы – единичные микроскопические остатки необычной морфологии (рисунок, 29–34). Систематическую принадлежность таких форм, как правило, установить не удается из-за малого числа экземпляров и отсутствия древних и/или современных аналогов. Кроме того, остается неясным, в какой степени на их необычное строение повлияли процессы постсмертной деградации и последующей минерализации. Тем не менее они представляют интерес, так как при дальнейших исследованиях может появиться возможность их идентификации.

Заключение. Впервые в отложениях позднего докембрия Карело-Кольского региона выделен комплекс минерализованных микрофоссилий в фосфатоносных породах. Установлено, что таксономический состав микробиоты землепахтинской свиты значительно более богат и разнообразен, чем представлялось ранее по результатам изучения органостенных микрофоссилий. Он сопоставим с составом позднерифейских ассоциаций мелководных палеобассейнов некоторых районов Восточной Сибири [14].

Полученные данные открывают возможности для корреляции рифейских разрезов региона, поскольку весьма вероятно, что фосфатоносные породы не в пересотложенном, а в коренном залегании могут быть выявлены не только на землепахтинском, но и на более нижних уровнях разреза верхнего рифея.

По нашему мнению, следующим шагом должен явиться поиск и микрофитологическое изучение фосфатоносных пород не только куяканского уровня, но и более древних аналогичных по составу образований кильдинской серии.

Summary

Belova M. Yu., Voroniaeva L. V. The first findings of mineralized microfossilia in phosphoritus of Late Rifea of the peninsula Sredny (Karelo-Kolsky region).

Complex of mineralized microfossilia in phosphatocarrying rocks compared in taksonomy structure with Late Rifea associations of microorganisms for shallow-water paleoreservoirs of some districts of Eastern Subiria are established for the first time in rocks of late before Kembra in Karelo-Kolsky region.

Литература

1. *Wang F.* Middle-upper Proterozoic and lowest Phanerozoic microfossils assemblages from SW China and contiguous areas // *Precambrian Res.* 1985. Vol. 29, N 1–3. 2. *Xiao S., Zhang Y., Knoll A. H.* Three-dimensional preservation of algae and animal embryos in a Neoproterozoic phospharite // *Nature.* 1998. Vol. 391, N 5. 3. *Головенко В. К., Белова М. Ю., Курбацкая Ф. А.* Первая находка обрубчевелл в вендских отложениях Среднего Урала // Докл. АН СССР. 1989. Т. 309, № 3. 4. *Белова М. Ю., Головенко В. К.* Позднерифейские минерализованные микрофоссилии валухтинской свиты Байкало-Патомского нагорья // Стратиграфия. Геол. Корреляция. 1999. Т. 7, № 2. 5. *Тимофеев Б. В.* Сфероморфиды протерозоя. Л., 1969. 6. *Рагозина А. Л.* Акритархи в рифее Кольского полуострова // Палинология в СССР: Материалы 6-го Палинол. конгресса. Лакнау (Индия), 1976. 7. *Микрофоссилии докембрия СССР* / Отв. ред. Т. В. Янкаускас. Л., 1989. 8. *Любцов В. В., Михайлова Н. С., Преодовский А. А.* Литостратиграфия и микрофоссилии позднего докембрия Кольского полуострова. Апатиты, 1988. 9. *Негрусца В. З., Басалаев А. А., Чикирев И. В.* Баренцевоморский фосфоритовый бассейн. Апатиты, 1994. 10. *Lyubtsov V. V., Negrutsa V. Z., Siedleska A., Roberts D.* Neoproterozoic sedimentary rock successions of the Barents and White Sea Coasts of the Kola Peninsula, North-West Russia. Rep. N 99.138. Geol. Surv. of Norway. Trondheim, 2000. 11. *Наговицин К. Е.* Окремненные микробиоты верхнего рифея Енисейского края // Новости палеонтологии и стратиграфии: Прил. к журн: Геология и геофизика. 2000. Т. 41, вып. 2–3. 12. *Zhang Y.* Stromatolitic microbiota from the middle Proterozoic Wumishan Formation (Jixian Group) of the Ming Tombs, Beijing, China // *Precambrian Res.* 1985. Vol. 30, N 3. 13. *Hofmann H. J.* Precambrian microflora Belcher islands, Canada: significance and systematic // *J. Paleontology.* 1976. Vol. 50, N 6. 14. *Вейс А. Ф., Петров П. Ю.* Главные особенности фашиально-экологического распределения микрофоссилий в рифейских бассейнах Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2, № 5.

Статья поступила в редакцию 15 марта 2005 г.