

УДК 56.024:57.072:551.72

ИСКОПАЕМЫЕ ОРГАНИЗМЫ РЕДКИНСКОГО ГОРИЗОНТА ВЕРХНЕГО ВЕНДА СЕВЕРО-ЗАПАДА РУССКОЙ ПЛИТЫ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2021 г. Е. Ю. Голубкова^а, *, И. М. Бобровский^б, с, Е. А. Кушим^а, Ю. В. Плоткина^а

^аИнститут геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия

^бГеологический институт РАН, Москва, Россия

^сКалифорнийский технологический институт, Пасадена, США

*e-mail: golubkovaeyu@mail.ru

Поступила в редакцию 25.02.2020 г.

После доработки 26.10.2020 г.

Принята к публикации 14.01.2021 г.

Проанализировано таксономическое разнообразие и вертикальное распространение микро- и макроскопических ископаемых организмов и реконструированы обстановки накопления верхневендских отложений старорусской свиты северо-запада Русской плиты. Выделено две ассоциации организмов редкинско-го возраста: с *Tynnina precamblica*–*Zinkovioides inclusus* и *Orbisiana simplex*–*Doushantuophyton lineare*. Описан новый род и вид акантоморфных акритарх *Tuberculum mamillatum* gen. et sp. nov.

Ключевые слова: микрофоссилии, макроорганизмы, биостратиграфия, редкинско-го горизонт, верхний венд, Восточно-Европейская платформа

DOI: 10.31857/S0031031X21050056

ВВЕДЕНИЕ

Появление и широкое распространение макроскопических ископаемых организмов в редкинское время является важным геобиологическим событием. Эти организмы относительно хорошо изучены в разрезах Юго-Восточного Беломорья, Волыни и Подолии Восточно-Европейской платформы, на Среднем Урале, а также на Оленекском поднятии Восточной Сибири (Волкова и др., 1979; Федонкин, 1981; Вендская система., 1985а, б; Гниловская и др., 1988; Соколов, 1997; Стратиграфия нефтегазоносных., 2005; Гражданкин и др., 2007; Леонов, 2007; Марусин и др., 2011; Grazhdankin, 2014; Bobrovskiy et al., 2018). Вместе с тем, сведения о распространении ископаемых остатков в редкинском горизонте северо-запада европейской части России до недавнего времени отсутствовали. Исключение составляют находки микрофоссилий *Tynnina precamblica* (Tynni et Donner), emend. Burzin из скв. С-270 (Бурзин, 1997) и макроскопических кольцевидных образований *Orbisiana simplex* Sokolov, emend. Kolesnikov, Liu, Danelian et Grazhdankin, обнаруженных в скв. Куневичи-4 (Jensen, 2003) Ленинградской области.

В последние годы, благодаря активным палеонтологическим исследованиям северо-запада

Русской плиты, обнаружено новое уникальное местонахождение редкинских макроскопических ископаемых организмов (Голубкова и др., 2018), а также собрана представительная коллекция микро- (группа микрофоссилий) и макроорганизмов поздневендского возраста. Полученные данные легли в основу настоящей работы. В статье представлены результаты палеонтологического и литологического изучения верхневендских отложений старорусской свиты, вскрытой скважинами Шоткуса-1, Авлога-12R в Южном Приладожье (рис. 1).

Авторы выражают искреннюю признательность проф. Я. Шродону (Ин-т геологических наук ПАН, Научный центр в Кракове, Польша) за предоставленные образцы керн по скв. Авлога-12R. Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00427 и международного проекта Маэстро № 2013/10/A/ST10/00050.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЗОР И БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕДКИНСКОГО ГОРИЗОНТА

На северо-западе Русской плиты выделяется приозерская свита нижнего рифея (Купцова и др., 2011), на которой со стратиграфическим не-

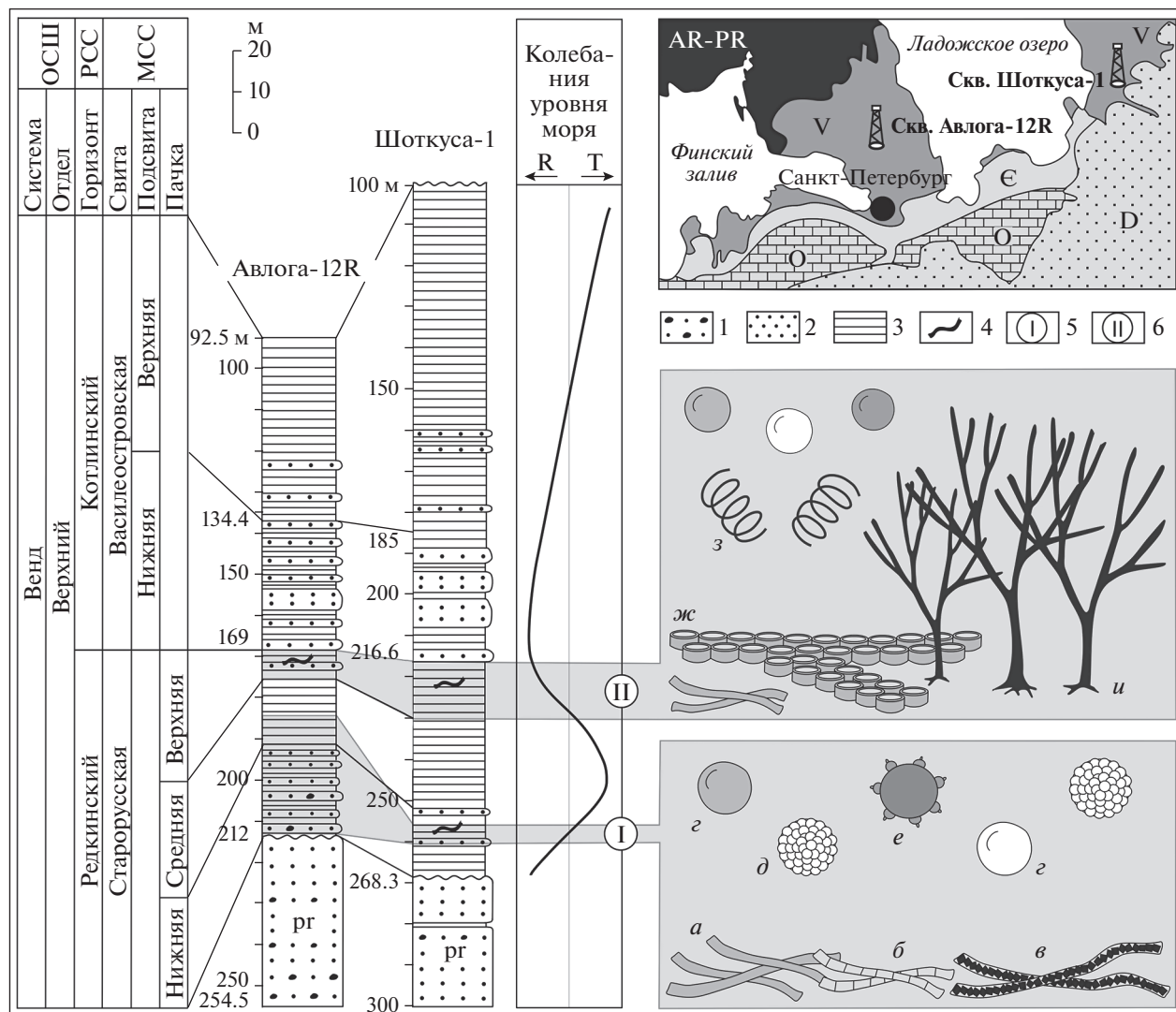


Рис. 1. Распространение ископаемых организмов в редкинском горизонте северо-запада Русской плиты (Ленинградская обл.). Обозначения: 1 – конгломераты, гравелиты, 2 – песчаники, алевролиты, 3 – аргиллиты, 4 – ихнофоссилии, 5 – ассоциация с *Tynnina precamblica* – *Zinkovioides inclusus*, 6 – ассоциация с *Orbisiana simplex* – *Doushantuophyton lineare*; а–и – характерные ископаемые организмы: а – *Siphonophycus* sp., б – *Oscillatoriopsis* sp., в – *Zinkovioides* sp., г – *Leiosphaeridia* sp., д – *Tynnina precamblica*, е – *Tuberculum mamillatum*, ж – *Orbisiana simplex*, з – *Obruchevella parva*, и – *Doushantuophyton lineare*. Сокращения: ОСШ – Общая стратиграфическая шкала, РСС – Региональная стратиграфическая схема, МСС – Местная стратиграфическая схема; R – регрессия, T – трансгрессия, рг – приозерская свита нижнего рифея.

согласием залегает старорусская свита редкинско-го горизонта и василеостровская, воронковская свиты котлинского горизонта верхнего венда (Стратиграфический словарь..., 1994; Вербицкий и др., 2012). В принятой стратиграфической схеме старорусская свита не охарактеризована ископаемыми организмами, а ее отнесение к редкинскому региональному горизонту проводится по положению в разрезе древнее толщ, содержащих котлинскую биоту (Вербицкий и др., 2012).

Приозерская свита в изученных скважинах представлена гравелитами и красноцветными крупнозернистыми аркозовыми и кварцевыми

песчаниками с единичными прослоями аргиллитов. Микрофоссилии на этом уровне не выявлены.

Старорусская свита сложена тонким переслаиванием глин, алевролитов и песчаников мощностью 44–52 м. По литологическому составу она расчленяется на три пачки.

Нижняя пачка в скв. Шоткуса-1 (16.3 м) представлена глинами с редкими прослоями песчаников. Глины голубовато- и зеленовато-серые тонкослоистые, песчанистые и алевролитистые, с градиционной слоистостью, содержат рассеянную пиритовую минерализацию, намывы слюды и хлорита. Вверх по разрезу они сменяются одно-

родными плотными зеленовато-серыми глинами, которые постепенно переходят в тонкополосчатые глины с пиритизированными органическими пленками и намывами слюды. Прослои светло-серых кварцевых песчаников от мелко-среднезернистых до крупнозернистых, несортированные, с градиционной слоистостью, содержат примесь мелкогравийного материала и неокатанные фрагменты переотложенных глин. Слоистость в этих отложениях часто осложнена текстурами конседиментационного течения осадка по склону. В скважине Авлога-12R (21 м) нижняя пачка имеет ритмичное строение. В основании ритмов залегают песчаники с градиционной слоистостью. Песчаники серые несортированные полевошпат-кварцевые, с прослоями мелкогалечно-гравийных конгломератов. Верхняя часть ритмов сложена горизонтально-линзовидным переслаиванием светло-серых кварцевых грубозернистых песчаников, серых кварц-серицитовых алевролитов и пиритизированных зеленовато-серых тонкодисперсных глин.

В нижней части старорусской свиты обнаружена первая ассоциация микрофоссилий с *Tynnina precamblica* — *Zinkovioides inclusus* (рис. 1; скв. Шоткуса-1, инт. 259.4–255.5 м; скв. Авлога-12R, инт. 212–192 м). На этом стратиграфическом уровне доминируют неопределимые органические пленки, цианобактериальные маты *Siphonophycus Schopf*, emend. Knoll, Swett et Mark, а также нитчатые микроорганизмы, сопоставляемые М.Б. Бурзиным (1996, 1998) с серными бактериями — деструкторами *Zinkovioides inclusus* Hermann (табл. XIII, фиг. 4, 6; см. вклейку) и *Zinkovioides* Hermann (табл. XIII, фиг. 3, 5). Регулярно встречаются крупные колониальные формы *Tynnina precamblica* (Tynni et Donner), emend. Burzin (табл. XIII, фиг. 1, 2), трихомы цианобактерий *Oscillatoria Schopf*, emend. Knoll et Golubic, emend. Knoll, Swett et Mark, emend. Butterfield, а также пучки нитчатых водорослей, отнесенные под вопросом к роду *Polytrichoides* Hermann. Ограниченное распространение имеют гладкостенные сфероморфные акритархи *Leiosphaeridia crassa* (Naumova), emend. Jankauskas, *L. minutissima* (Naumova), emend. Jankauskas, *L. tenuissima* Eisenack и двухслойные оболочки *Pterospermopsis morphia insolita* V.V. Timofeev, emend. Mikhailova. На глуб. 192 м в скважине Авлога-12R обнаружены новые акантоморфные акритархи *Tuberculum mamillatum* gen. et sp. nov. (табл. XIV, фиг. 1–4; см. вклейку). В нижней части разреза скв. Шоткуса-1 (инт. 259.4–255.5 м) в шлифах найдены заполненные песчаным материалом трубки и пиритизированные ходы илороющих организмов, диаметром до 1 мм.

Колонии *Tynnina precamblica* описаны из редкинского горизонта Украины и европейского севера России, а также верхнего венда Финляндии (Бурзин, 1997). Нитчатые формы *Zinkovioides in-*

clusus установлены в ярышевской свите редкин-ского горизонта Украины (Вендская система..., 1985а; Соколов, 1997). Остальные таксоны имеют широкий стратиграфический интервал распространения.

Средняя пачка старорусской свиты (15–22 м) сложена глинами. В скв. Шоткуса-1 глины преимущественно бордовые, с частыми и тонкими прослоями светло-серых слюдистых алевролитов. В скв. Авлога-12R глины серые, бордовые тонко-слоистые, слюдистые, алевроитистые, с намывами мусковита и хлорита на поверхностях напластования, с линзовидными прослоями мелкогравийных несортированных песчаников. Текстура переслаивания горизонтально-, линзовидно- и волнистослоистая, с градиционной слоистостью внутри прослоев песчаников и алевролитов. Во всех литологических разностях распространен мелкоглобулярный пирит. В скв. Авлога-12R (гл. 181.6 м) обнаружены единичные микрофоссилии первой ассоциации (*Tynnina precamblica*, *Zinkovioides* sp., *Leiosphaeridia minutissima*, *Oscillatoria Schopf*, emend. Knoll, Swett et Mark, emend. Butterfield, *Siphonophycus* sp.). В остальных образцах, отобранных из второй пачки скв. Шоткуса-1, Авлога-12R, ископаемые организмы выявлены не были (рис. 1).

Верхняя пачка сложена тонким переслаиванием песчаников, алевролитов и глин; в скв. Шоткуса-1 (13.4 м) преобладают глины, а в скв. Авлога-12R (8 м) — алевролиты и песчаники. Глины преимущественно голубовато- и зеленовато-серые, местами с бордовыми пятнами, тонкоплитчатые и листоватые. Прослои зеленовато-серых алевролитов и песчаников имеют градиционную слоистость. Песчаники грубозернистые несортированные. Граница старорусской и василеостровской свит проводится по началу интервала с мощными (до 2 м толщиной) прослоями песчаников в тонком переслаивании песчаников, алевролитов и глин.

В верхней пачке старорусской свиты обнаружена вторая ассоциация ископаемых организмов с *Orbisiana simplex* — *Doushantuophyton lineare* (рис. 1). В интервале 225.7–218.5 м скважины Шоткуса-1 широко распространены колониальные кольцевидные образования *Orbisiana simplex* (табл. XIV, фиг. 6), *Orbisiana Sokolov*, дихотомически ветвящиеся водоросли *Doushantuophyton lineare* Steiner, emend. Xiao, Yuan, Steiner et Knoll (табл. XIV, фиг. 7, 8) и крупные сферические оболочки *Chuaria circularis* Walkcott, emend. Vidal et Ford, emend. Jankauskas. Спорадически встречаются проблематики *Redkinia spinosa* Sokolov и трубчатые организмы *Sinospongia typica* (Li), emend. Xiao, Yuan, Steiner et Knoll, *Cucullus Steiner*. В инт. 176–170.6 м скв. Авлога-12R обнаружено два крупных (1.2 и 0.9 см в диаметре) лентовидных фрагмента, близких к роду *Mezenia* Sokolov, а также колония *Orbisiana* sp. На поверхностях на-

пластования пород (скв. Шоткуса-1, инт. 219.1–226.8 м; скв. Авлога-12R, инт. 177.8–170.6 м) присутствуют органические пленки и горизонтальные пиритизированные ходы илороющих организмов, что в целом не характерно для отложений редкинского возраста. Ветвящиеся следы ихно-фоссилий отнесены к *Chondrites*.

В скважине Шоткуса-1 на этом стратиграфическом уровне обнаружены транзитные акритархи *Leiosphaeridia crassa*, *L. jacutica* (B.V. Timofeev), emend. Mikhailova et Jankauskas, *L. minutissima*, *L. tenuissima* и цианобактерии *Siphonophycus* sp., *Oscillatoria* sp. На глубине 220.9 м отмечается массовое появление цианобактерий *Obruchevella parva* Reitlinger, emend. Yakschin et Luchinina, emend. Burzin (табл. XIV, фиг. 5). В скв. Авлога-12R микрофоссилии выявлены не были.

За пределами изученного региона кольцевидные колонии *Orbisiana simplex* описаны из редкинских горизонтов Архангельской, Ярославской областей России и формации Лантиан Южного Китая (Соколов, 1997; Wan et al., 2014; Kolesnikov et al., 2018), а проблематики *Redkinia spinosa* – из редкинских горизонтов Московской синеклизы России и Украины (Вендская система..., 1985a; Соколов, 1997). Макроостатки *Mezenia kossovoyi* распространены в редкинском горизонте европейского севера России и перевалокской свите Среднего Урала (Соколов, 1997; Гражданкин и др., 2007). Трубочатые организмы *Sinospongia typica* ранее были обнаружены в миаохонской пачке формации Доушаньто Южного Китая (Xiao et al., 2002; Ye et al., 2017), а водоросли *Doushantuophyton lineare* – в формациях Лантиан и Доушаньто (миаохонская пачка) эдиакария Китая (Yuan et al., 1999, 2011; Xiao et al., 2002; Ye et al., 2017). На территории России эти таксоны установлены впервые. Цианобактерии *Obruchevella parva* известны из верхневендских–нижнекембрийских отложений мира, однако их массовые находки приурочены к редкинскому горизонту (Burzin, 1995). Остальные таксоны имеют более широкий вертикальный интервал распространения.

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В РЕДКИНСКОЕ ВРЕМЯ

Проведенные исследования показали, что отложения старорусской свиты сложены однообразными терригенными последовательностями с прямой и, реже, обратной градационной слоистостью. Такой тип текстуры характерен не только для песчаников и алевролитов, но также и для глинистых интервалов, в которых градационная слоистость выделяется по изменению содержания алевроитовой примеси и резкой поверхности размыва в основании слоя. Песчаники имеют плохую сортировку, сложены неокатанными зернами и содержат большое количество глинистого

матрикса. Полученные данные позволяют предполагать, что осадки старорусской свиты накапливались за счет деятельности мутьевых потоков ниже волнового базиса, а, учитывая отсутствие волновой слоистости и какой-либо сортировки материала, вероятно, и ниже штормового базиса. Для старорусской свиты характерны текстуры латерального конседиментационного течения осадка, что предполагает наличие склона в течение всего этапа осадконакопления. Отложения накапливались на шельфе в пределах фотической зоны, на что указывают, например, находки бентосных макроводорослей *Doushantuophyton lineare*. В ископаемом материале обнаружены целые экземпляры с ризоидами (табл. XIV, фиг. 76). Наличие прикрепительных органов, а также отсутствие сортировки организмов по разрезу позволяет предполагать, что они были захоронены *in situ*. Таким образом, осадконакопление в старорусское время происходило, скорее всего, в обстановках продельты. При этом поступающий в бассейн осадок перераспределялся мутьевыми потоками из проксимальной части дельты (Normark, Piper, 1991; Mulder et al., 1998). В схожих разрезах Московской синеклизы такая интерпретация дополнительно подтверждается сейсмическими данными, показывающими, что редкинские отложения сложены системой клиноформ (Хераскова и др., 2005).

Если наши предположения верны, то вариации в содержании глинистого и песчаного материала в изученных разрезах показывают, насколько далеко были расположены области накопления осадка в каждом конкретном временном интервале относительно источника сноса, а также их положение относительно центральной оси подводных распределительных русел. Более глинистый состав пород старорусской свиты в скв. Шоткуса-1 по сравнению со скв. Авлога-12R может указывать на ее более удаленное положение относительно источника материала. В то же время, тонкое переслаивание песчаников, алевролитов и глин в двух изученных скважинах демонстрирует общий тренд перехода от существенно песчанистой нижней пачки к более глинистой средней, и затем вновь к незначительному увеличению пропорции песчаников в верхней пачке старорусской свиты. Такое распределение осадков в скважинах может свидетельствовать о смещении фаций за счет изменения колебания относительного уровня моря. В этом случае старорусская свита накопилась в течение единого трансгрессивно-регрессивного цикла, с максимумом трансгрессии в средней пачке и максимумом регрессии на границе старорусской и василеостровской свит. Данная интерпретация согласуется с выводами А.Ф. Станковского с соавт. (Станковский и др., 1981; Вендская система..., 1985b) по Архангельской области, на основании которых граница

редкинских и котлинских горизонтов проводится по поверхности максимально низкого стояния уровня моря, местами выраженного как поверхность размыва.

На начальном этапе развития трансгрессии осадки нижней пачки старорусской свиты накапливались в углубленной части открытого шельфа ниже волнового базиса, о чем свидетельствует пелитовая структура и тонкая горизонтальная слоистость глин. Спокойное накопление глин эпизодически прерывалось мутьевыми потоками и осажением обломочного материала с прямой, реже обратной градиционной слоистостью и плохой сортировкой. Пульсирующий характер накопления осадков нижней пачки мог способствовать быстрому захоронению органического вещества в отдельных прослоях. В раннередкинское время органика захоранивалась преимущественно в виде сапропелеподобных пленок неясной природы, цианобактерий *Siphonophycus* и предполагаемых нитчатых серных бактерий *Zinkovioides* (ассоциация I). Планктонные виды *Leiosphaeridia*, *Pterospermopsimorpha*, *Tynnina* обнаружены лишь в отдельных образцах. Плохая сохранность микрофоссилий позволяет предполагать, что организмы были подвержены бактериальному разложению при погружении на дно и захоронении в толще осадка. Серо-зеленая окраска пород, рассеянная пиритовая минерализация, а также широкое развитие нитчатых микроорганизмов, близких по морфологии к серным бактериям, указывают на восстановительные условия в осадке на стадии диагенеза. Однако, находки следов илороющих организмов, как и данные по геохимии (Подковыров и др., 2017), позволяют предполагать, что придонные воды были насыщены кислородом.

Дальнейшее развитие трансгрессии привело к накоплению осадков, в которых преобладал пелитовый материал (рис. 1). Средняя пачка старорусской свиты имеет преимущественно бордовый цвет и практически не содержит ископаемых организмов, что указывает на доминирование окислительных условий в раннем диагенезе. Можно предположить, что со смещением обстановок к более дистальным фациям скорость осадконакопления уменьшилась, что, в свою очередь, увеличило время доступа кислорода к захороненным в толще осадка ископаемым организмам.

Отложения верхней пачки старорусской свиты сложены зеленовато-серыми песчаниками, алевролитами, глинами. При этом пропорция песчаного материала увеличивается снизу вверх по разрезу, что указывает на развитие регрессии в бассейне. На этом уровне снова проявляется пиритовая минерализация, а также распространены захороненные в прижизненном положении макроскопические ископаемые организмы (*Orbisiana*, *Doushantuophyton*, *Cucculus*, *Sinospongia*)

и микрофоссилии второй ассоциации. Присутствие следов илороющих организмов в совокупности с данными по геохимии (Подковыров и др., 2017) позволяет предполагать, что, несмотря на обильное захоронение органики в бескислородных осадках, придонные воды были насыщены кислородом.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В составе ассоциации I с *Tynnina precamblica*–*Zinkovioides inclusus* обнаружены новые акантоморфные акритархи *Tuberculum mamillatum* gen. et sp. nov., орнаментированные короткими, плавно закругленными выростами с характерными сосочковидными окончаниями (табл. XIV, фиг. 1–4; рис. 2). Подобный план строения у докембрийских микрофоссилий ранее известен не был. Орнаментированные оболочки по формальным признакам отнесены к подгруппе *Acritarcha*.

INCERTAE SEDIS

ГРУППА МИКРОФОССИЛИИ

ПОДГРУППА ACRITARCHA EVITT, 1963

Род *Tuberculum* Golubkova, Bobrovskiy, Kushim et Plotkina, gen. nov.

Название рода от *tuberculum* лат. — бугорок, вздутие.

Типовой вид — *Tuberculum mamillatum* sp. nov.

Диагноз. Крупные сферические оболочки, орнаментированные нерегулярно расположенными выростами—бугорками. Окончание выростов — сосочковидной формы. Выросты полые, свободно сообщаются с полостью оболочки.

Diagnosis. Large spherical vesicle is ornamented by irregularly located pimples-tubercles. The ends of the pimples have papillary shape. The pimples are hollow and their space is connected with the vesicle interior.

Видовой состав. Типовой вид.

Сравнение. От рода *Eotyllopalla* Yin L. отличается формой выростов и значительно более крупными размерами оболочек.

Tuberculum mamillatum Golubkova, Bobrovskiy, Kushim et Plotkina, sp. nov.

Табл. XIV, фиг. 1–4

Название вида от *mamillatus* лат. — сосочковидный.

Голотип — ИГД РАН, № I-5; Восточно-Европейская платформа, северо-запад Русской плиты, Балтийско-Ладожская моноклиза, скв. Авлога-12R, гл. 192 м, обр. GDD200-10, пр. 10/4; верхний венд, редкинский горизонт, старорусская свита; обозначен здесь, табл. XIV, фиг. 1.

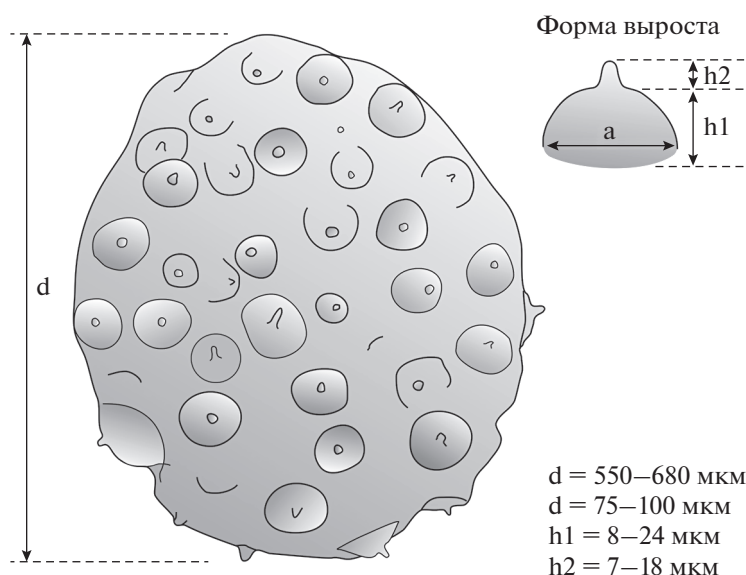


Рис. 2. Морфологическое строение акантоморфных акритарх *Tuberculum mamillatum* gen. et sp. nov.

Diagnosis. Large spherical vesicle with irregularly arranged pimples—tubercles. The vesicle is smooth, thin, and has a diameter of 550–680 μm . Pimples are homomorphic, hollow and communicate openly with vesicle interior. The ends of the pimples are rounded, with an additional papillary protrusion in the middle of each pimple. Processes 15–42 μm in length and 75–100 μm in width.

Описание (рис. 2). Крупные оболочки сферической формы, орнаментированные нерегулярно расположенными выростами—бугорками. Оболочки гладкие, тонкие, диаметром 550–680 мкм. Выросты гомоморфные, полые, открыты во внутреннюю полость оболочки. Окончания выростов плавно закругленные. От середины выроста отходит одиночный сосочковидный выступ. Ширина основания выростов составляет 75–100 мкм, общая длина выростов с учетом его окончания — 15–42 мкм (рис. 2). Изменчивость в пределах вида проявляется в степени выраженности, размерах и количестве выростов на поверхности оболочки.

Материал. Шесть целых и частично разрушенных экз. хорошей и средней сохранности из скважины Авлога-12R (гл. 192 м) Ленинградской обл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные биостратиграфические исследования позволили обосновать выделение редкинско-регионального горизонта на северо-западе Русской плиты. Характерными таксонами редкинско-регионального горизонта являются: *Tynnina precambrica*, *Zinkovioides inclusus*, *Doushantuophyton lin-*

eare, *Orbisiana simplex*, *Mezenia* sp., *Sinospongia typica*, *Redkinia spinosa*. В отложениях старорусской свиты выделено две ассоциации: нижняя с *Tynnina precambrica*—*Zinkovioides inclusus* и верхняя с *Orbisiana simplex*—*Doushantuophyton lineare*. В составе первой ассоциации описан новый род и вид акантоморфных акритарх *Tuberculum mamillatum* gen. et sp. nov. Выявленные микрофоссилии имеют характерный, легко узнаваемый облик, что позволяет считать этот таксон потенциально биостратиграфически значимым.

В результате палеофациальных исследований реконструированы обстановки осадконакопления на северо-западе Русской плиты. В позднем венде на этой территории находился относительно мелководный эпиконтинентальный палеобассейн. В старорусское время на участках открытого шельфа ниже волнового и, вероятно, штормового базиса накапливались песчано-глинистые отложения мутьевых потоков, эпизодически нарушаемые конседиментационными деформациями. Восстановительные условия в осадке в начале старорусского времени позволили сохраниться микрофоссилиям первой ассоциации. В середине старорусского времени обстановки сместились в сторону открытого моря, что привело к сокращению поступления грубозернистого материала в бассейн и преобладанию окислительных обстановок в осадке. Сложившиеся условия неблагоприятно сказались на сохранности организмов. Регрессия моря в конце старорусского времени способствовала возвращению обстановок относительно проксимальных отложений мутьевых потоков и восстановительным условиям в толще осадка, что позволило сохраниться микро- и мак-

роскопическим ископаемым организмам второй ассоциации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бурзин М.Б. Древнейшие организмы — источник нефти на Русской платформе? // Природа. 1996. № 2. С. 38–42.
- Бурзин М.Б. *Tynnina* Burzin, gen. nov. — новый род вендских колониальных коккоидных органикостенных микрофоссилий // Палеонтол. журн. 1997. № 2. С. 20–28.
- Бурзин М.Б. Палеобиогеография позднего венда Русской плиты // Палеогеография венда—раннего палеозоя Северной Евразии. Сб. науч. трудов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. С. 136–146.
- Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 1. Палеонтология / Ред. Соколов Б.С., Ивановский А.Б. М.: Наука, 1985а. 224 с.
- Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы / Ред. Соколов Б.С., Федонкин М.А. М.: Наука, 1985б. 240 с.
- Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., Васильева О.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы 0-35 — Псков, (N-35), 0-36 — Санкт-Петербург. Объяснительная записка. СПб.: Картогр. фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с.
- Волкова Н.А., Гниловская М.Б., Палий В.В. и др. Палеонтология верхнедокембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1979. 212 с.
- Гниловская М.Б., Ищенко А.А., Колесников Ч.М. и др. Вендотениды Восточно-Европейской платформы. Л.: Наука, 1988. 143 с.
- Гражданкин Д.В., Наговицин К.Е., Маслов А.В. Миао-хенская экологическая ассоциация позднего венда Восточно-Европейской платформы // Докл. Акад. Наук. 2007. Т. 417. № 1. С. 1–6.
- Голубкова Е.Ю., Кушим Е.А., Кузнецов А.Б. и др. Редкинская биота макроскопических ископаемых организмов северо-запада Восточно-Европейской платформы (Южное Приладожье) // Докл. Акад. Наук. 2018. Т. 479. № 2. С. 163–167.
- Купцова А.В., Худoley А.К., Дэвис В. и др. Возраст и источники сноса песчаников приозерской и салминской свит рифея в восточном борту Пашско-Ладожского бассейна (южная окраина Балтийского щита) // Стратигр. Геол. корреляция. 2011. Т. 19. № 2. С. 131–147.
- Леонов М.В. Макроскопические растительные остатки основания усть-пинейской свиты (верхний венд Архангельской области) // Палеонтол. журн. 2007. № 6. С. 89–96.
- Марусин В.В., Гражданкин Д.В., Маслов А.В. Редкинский этап эволюции вендских макрофитов // Докл. Акад. Наук. 2011. Т. 436. № 5. С. 658–664.
- Подковыров В.Н., Маслов А.В., Кузнецов А.Б. и др. Литостратиграфия и геохимия отложений верхнего венда — нижнего кембрия северо-востока Балтийской моноклинали // Стратигр. Геол. корреляция. 2017. Т. 25. № 1. С. 3–23.
- Соколов Б.С. Очерки становления венда. М.: КМК, 1997. 156 с.
- Станковский А.Ф., Веричев Е.М., Гриб В.П. и др. Венд Юго-Восточного Беломорья // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 2. С. 78–87.
- Стратиграфический словарь: Верхний венд (Северная Евразия в границах бывшего СССР). М.: Наука, 1994. 351 с.
- Федонкин М.А. Беломорская биота венда (докембрийская бесскелетная фауна севера Русской платформы). М.: Наука, 1981. 100 с.
- Хераскова Т.Н., Андреева Н.К., Воронцов А.К. и др. История развития и геодинамика осадочного бассейна Московской синеклизы в позднем венде // Литосфера. 2005. № 1. С. 16–40.
- Bobrovskiy I., Hope J.M., Ivantsov A. et al. Ancient steroids establish the Ediacaran fossil Dickinsonia as one of the earliest animals // Science. 2018. V. 361. P. 1246–1249.
- Burzin M.B. Late Vendian helicoids filamentous microfossils // Paleontol. J. 1995. V. 29. № 1A. P. 1–34.
- Grazhdankin D. Patterns of evolution of the Ediacaran soft-bodied biota // J. Paleontol. 2014. V. 88. № 2. P. 269–283.
- Jensen S. The Proterozoic and earliest Cambrian trace fossil record; patterns, problems and perspectives // Integr. Comp. Biol. 2003. V. 43. P. 219–228.
- Kolesnikov A.V., Liu A.G., Danelian T. et al. A reassessment of the problematic Ediacaran genus *Orbisiana* Sokolov 1976 // Precamb. Res. 2018. № 316. P. 197–205.
- Mulder T., Syvitski J.P.M., Skene K.I. Modeling of erosion and deposition by turbidity currents generated at river mouths // J. Sediment. Res. 1998. V. 68. № 1. P. 124–137.
- Normark W.R., Piper D.J.W. Initiation processes and flow evolution of turbidity currents: implications for the depositional record // SEPM Spec. Publ. 1991. V. 46. P. 207–230.
- Wan B., Xiao S., Yuan X. et al. *Orbisiana linearis* from the early Ediacaran Lantian Formation of South China and its taphonomic and ecological implications // Precamb. Res. 2014. № 255. P. 266–275.
- Xiao S., Yuan X., Steiner M. et al. Microscopic carbonaceous compressions in the terminal Proterozoic shale: a systematic reassessment of the Miaohu biota, South China // J. Paleontol. 2002. V. 72. № 2. P. 347–376.
- Ye Q., Tong J., An Zh. et al. A systematic description of new macrofossil material from the upper Ediacaran Miaohu Member in South China // J. Syst. Palaeontol. 2017. V. 17. P. 183–238.
- Yuan X., Chen Z., Xiao S. et al. An early Ediacaran assemblage of macroscopic and morphologically differentiated eukaryotes // Nature. 2011. V. 470. P. 390–393.
- Yuan X., Li J., Cao R. A diverse metaphyte assemblage from the Neoproterozoic black shales of South China // Lethaia. 1999. V. 32. P. 143–155.

Объяснение к таблице XIII

Фиг. 1, 2. *Tynnia precamblica* (Tynni et Donner, 1980), emend. Burzin, 1997; скв. Шоткуса-1, гл. 256.8 м, обр. Шт2015-1; 1 — пр. 1/3.

Фиг. 3, 5. *Zinkovioides Hermann*, 1985: 3 — скв. Шоткуса-1, гл. 258.8 м, обр. Шт2015-26, пр. 26/1; 5 — скв. Авлога-12R, гл. 197 м, обр. GDD200-7.

Фиг. 4, 6. *Zinkovioides inclusus Hermann*, 1985: 4 — скв. Шоткуса-1, гл. 258.8 м, обр. Шт2015-26, пр. 26/1; 6 — скв. Шоткуса-1, гл. 257.1 м, обр. GDD200-10.

Все: Россия, северо-запад Русской плиты, Ленинградская обл.; верхний венд, редкинский горизонт, старорусская свита.

Объяснение к таблице XIV

Фиг. 1–4. *Tuberculum mamillatum* gen. et sp. nov.; скв. Авлога-12R, гл. 192 м, обр. GDD200-10: 1 — голотип № I-5, пр. 10/4; 2, 3 — пр. 10/2; 4 — пр. 10/3.

Фиг. 5. *Obruchevella parva* Reitlinger, 1959, emend. Burzin, 1995; скв. Шоткуса-1, гл. 220.9 м, обр. Шт2015-30, пр. 30/2.

Фиг. 6. *Orbisiana simplex* Sokolov, 1976, emend. Kolesnikov, Liu, Danelian et Grazhdankin, 2018; скв. Шоткуса-1, гл. 219 м, обр. Шт2015-37.

Фиг. 7, 8. *Doushantuophyton lineare* Steiner, 1994, emend. Xiao, Yuan, Steiner et Knoll, 2002; скв. Шоткуса-1, гл. 220.8 м, обр. Шт2015-31.

Все: Россия, северо-запад Русской плиты, Ленинградская обл.; верхний венд, редкинский горизонт, старорусская свита.

Fossil Organisms of the Redkino Regional Stage of the Upper Vendian of North-West of the Russian Plate (Leningrad Region)

E. Yu. Golubkova¹, I. M. Bobrovskiy^{2,3}, E. A. Kushim¹, Yu. V. Plotkina¹

¹*Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS, St. Petersburg, Russia*

²*Geological Institute RAS, Moscow, Russia*

³*California Institute of Technology, Pasadena, USA*

The taxonomic diversity and vertical distribution of micro- and macroscopic fossil organisms are analyzed, and depositional environments of the Upper Vendian deposits of the Starorusskaya Formation in the North West Russian Plate are reconstructed. We identified two associations of Redkino organisms: with *Tynnia precamblica*–*Zinkovioides inclusus* and *Orbisiana simplex*–*Doushantuophyton lineare*. A new genus and species of acanthomorphic acritarchs *Tuberculum mamillatum* is described.

Keywords: microfossils, macroorganisms, biostratigraphy, Redkino Regional Stage, Upper Vendian, East European Platform

