

СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

УДК 551.72+561(571.51/.52)

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ВОЗРАСТ ВЫСОКООРГАНИЗОВАННЫХ
ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ИСКОПАЕМЫХ БИОТ С *TAPPANIA* В СИБИРИ

К.Е. Наговицин, А.М. Станевич*, Т.А. Корнилова*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

* Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия

В нижней части нефтеносной камовской серии рифея внутренних частей Сибирской платформы в удаленных друг от друга на 300 км Байкитском и Катангском районах на близком стратиграфическом уровне обнаружена ассоциация микрофоссилий, включающая сложноустроенные протисты *Tappania plana* Yin вместе с акритархами *Valeria lophostriata* Jank., *Satka* sp., *Lophosphaeridium* sp., *Pulvinosphaeridium* sp., *Miroedichia* sp., перфорированными оболочками *Tasmanites* sp., *Osculosphaera* sp., оболочками с анастомозирующими выростами, ветвящимися нитчатыми формами и спиральнозавитыми нитями *Obruchevelia* и *Glomovertella*. По биоразнообразию сибирская ископаемая микробиота значительно богаче известных в Австралии и Китае биот с протистами *Tappania*. Таксономически близкая ископаемая биота обнаружена в 1500 км к северо-востоку в хорошо изученном разрезе рифея Оленекского поднятия, что может свидетельствовать о близком стратиграфическом положении вмещающих отложений. Это позволяет уточнить возраст остатков первых морфологически сложных эукариот из внутренних районов платформы и служит дополнительным критерием для корреляции нижней части камовской серии Сибири.

Микрофоссилии, акритархи, *Tappania*, мезопротерозойские эукариоты, рифей, керпылий, Сибирская платформа.

STRATIGRAPHIC SETTING AND AGE OF THE COMPLEX *TAPPANIA*-BEARING
PROTEROZOIC FOSSIL BIOTA OF SIBERIA

K.E. Nagovitsin, A.M. Stanevich, and T.A. Kornilova

A microfossil assemblage has been found in the widely spaced (300 km apart) Baikit and Katanga areas (inner Siberian Platform) in stratigraphically coeval strata in the lower part of the petroliferous Kamo Group (Riphean). It comprises complex protists *Tappania plana* Yin; acritarchs *Valeria lophostriata* Jank., *Satka* sp., *Lophosphaeridium* sp., *Pulvinosphaeridium* sp., and *Miroedichia* sp.; porous vesicles of *Tasmanites* sp. and *Osculosphaera* sp.; vesicles with anastomosing processes, and spiral filaments of *Obruchevelia* and *Glomovertella*. Siberian fossil microbiota is considerably more diverse than biota with *Tappania* protists known in Australia and China. A taxonomically similar fossil biota found 1500 km northeast of the well-studied Riphean section in the Olenek uplift suggests that the host rocks, too, are stratigraphically coeval. This permits refining the age of remains of the first complex eukaryotes from the inner platform and is an additional correlation criterion for the lower Kamo Group.

Microfossils, acritarchs, *Tappania*, Mesoproterozoic eukaryotes, Riphean, Kerpylian, Siberian Platform

ВВЕДЕНИЕ

Мезопротерозойские акантоморфные (несущие выросты) микрофоссилии *Tappania* в последнее время привлекают большое внимание, поскольку считаются остатками наиболее древних достоверных протистов [Javaux et al., 2001]. Они представляют собой одноклеточные сферические оболочки с двумя типами выростов — широкими полусферическими с сужением в основании (один или два) и тонкими трубчатыми (обычно более многочисленными). Биологическое родство *Tappania* пока не ясно, наиболее обосновано сравнение их с неопротерозойскими микрофоссилиями, относимыми к вероятным предкам высших грибов [Butterfield, 2005]. Впервые *Tappania* были найдены в мезопротерозойской (древнее 1 млрд лет) серии Руян Китая [Yin, 1997] в составе богатой ассоциации, содержащей в том числе и дру-

гие акантоморфиты рода *Shuiyousphaeridium* [Yin et al., 2005]. Позже в Австралии *Tappania* были найдены в отложениях серии Ропер, датированной 1490 млн лет, в составе существенно более бедной ассоциации [Javaux et al., 2001]. В Сибири протисты *Tappania* найдены в камовской серии Катангского и Байкитского районов Среднеангарского прогиба [Nagovitsin, 2009]. Байкитская и Катангская ассоциации микрофоссилий содержат наряду с *Valeria lophostriata*, известными в Ропер и Руян, ряд форм, свойственных только для сибирских разновидностей *Tappania*-содержащей биоты. Весьма интересен тот факт, что эти характерные таксоны найдены и на севере Сибирской платформы в дебенгдинской свите Оленекского поднятия в 1500 км от находок в Среднеангарском районе [Станевич и др., 2009].

В настоящей работе будут рассмотрены вопросы биоразнообразия позднемезопротерозойской сибирской *Tappania*-содержащей ассоциации, корреляции вмещающих ее толщ с опорными разрезами Сибирской платформы, обсуждены геохронологические данные, имеющиеся как из разреза Байкитской антеклизы и Катангской седловины, так и из мезопротерозойских отложений Оленекского разреза.

СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

В Байкитском районе базальной толщей рифея является груботерригенная делингдэкэнская толща, песчаники которой значительно метаморфизованы [Конторович, 1996]. Вышележащие отложения камовской серии практически неметаморфизованы и в тонкотерригенных породах обнаружены микрофоссилии (рис. 1). В основании камовской серии залегает вздрэшевская толща алевроаргиллитового состава с максимальной вскрытой мощностью около 300 м, содержащая своеобразную ассоциацию микрофоссилий (см. рис. 1). Ряд исследователей объединяют ее с терригенно-карбонатной мадринской толщей [Хоментовский, Наговицин, 1998] мощностью до 250 м на основании наличия маломощных разрезов (180 м) вздрэшевской толщи (скв. Юрубченская-30) с пластами карбонатов в верхней части. Вышележащая юрубченская толща имеет мощность около 400 м и сложена преимущественно обломочно-интракластическими, микрофитолитовыми и пластово-строматолитовыми доломитами. В верхней части толщи, в прослоях зеленовато-серых аргиллитов, обнаружена ассоциация микрофоссилий, содержащая акантоморфные *Tappania* [Nagovitsin, 2009]. Вышележащие отложения камовской серии района представляют собой циклично построенную толщу с маломощными терригенно-карбонатными (терригенными) толщами в основании и более крупными карбонатными частями циклов: долгоктинско-куюмбинский, копчерско-юктенский и токурско-ирэмэкэнский. Долериты, расположенные между вздрэшевской и делингдэкэнской толщами в скв. Юрубченская-30, датированы Ar-Ar методом 1499 + 43 млн лет [Хабаров и др., 2002]. Эта датировка, по всей видимости, ограничивает максимальный возраст начала накопления отложений камовской серии. Из долгоктинской толщи K-Ar методом из нефракционированного глауконита известна датировка 1060 ± 20 млн лет [Краевский и др., 1991a].

Рифейские отложения Катангской седловины сложены в основном доломитами, которым подчинены пачки терригенных главным образом глинистых пород. Камовская серия здесь начинается с джелиндуконской толщи, в ее составе доминируют песчаники и алевролиты [Хоментовский, Наговицин, 1998]. По литологическим характеристикам и историко-геологическим данным она сопоставляется нами с вздрэшевской толщей Байкитского района. Аргиллиты средней части толщи содержат биоту с акантоморфными акритархами *Tappania* [Nagovitsin, 2009]. Ниже джелиндуконской терригенной толщи располагаются карбонатно-терригенные отложения мощностью более 500 м, относимые к среднему рифею [Хоментовский, Наговицин, 1998]. Отложения камовской серии выше джелиндуконской толщи имеют тонкотерригенно-карбонатный состав и цикличное строение, близкое к строению разреза Байкитского района (см. рис. 1). Изотопно-геохронологические K-Ar датировки из джелиндуконской толщи лежат в диапазоне 1105—1265 млн лет [Краевский и др., 1991b], а Rb-Sr — 1275—1526 млн лет [Виноградов и др., 1994].

В рифейском разрезе Оленекского поднятия выделяются пять свит [Шенфиль, 1991]. Нижняя (сыгынахтахская) сложена преимущественно гравелитами и песчаниками и согласно перекрывается строматолитовыми доломитами кютингдинской свиты. Вышележащая арымасская свита состоит из алевролитов, песчаников и строматолитовых известняков с пластами аргиллитов. Дебенгдинская свита согласно перекрывает последнюю. Свита подразделяется на пять подсвит, верхние четыре из которых отличаются разным соотношением алевроаргиллитовых, песчаных слоев и тел строматолитовых карбонатов. Из нижнедебенгдинской подсвиты, которая представлена переслаиванием алевролитов, аргиллитов и глауконитсодержащих песчаников, получена богатая ассоциация микрофоссилий [Станевич и др., 2009]. В третьей подсвите на нижних поверхностях напластования прослоев песчаников нами обнаружены проблематичные осадочно-биогенные структуры, ранее опубликованные под названием *Hordyskia*. Дебенгдинская свита согласно перекрывается черными аргиллитами хайпахской. Ее нижняя терригенная часть вверх постепенно сменяется чередованием песчаников и строматолитовых карбонатов. По результатам геохронологических исследований K-Ar методом по глаукониту двадцатилетней давности получена убывающая последовательность цифр от 1440 в сыгынахтахской до 900 млн лет в хайпах-

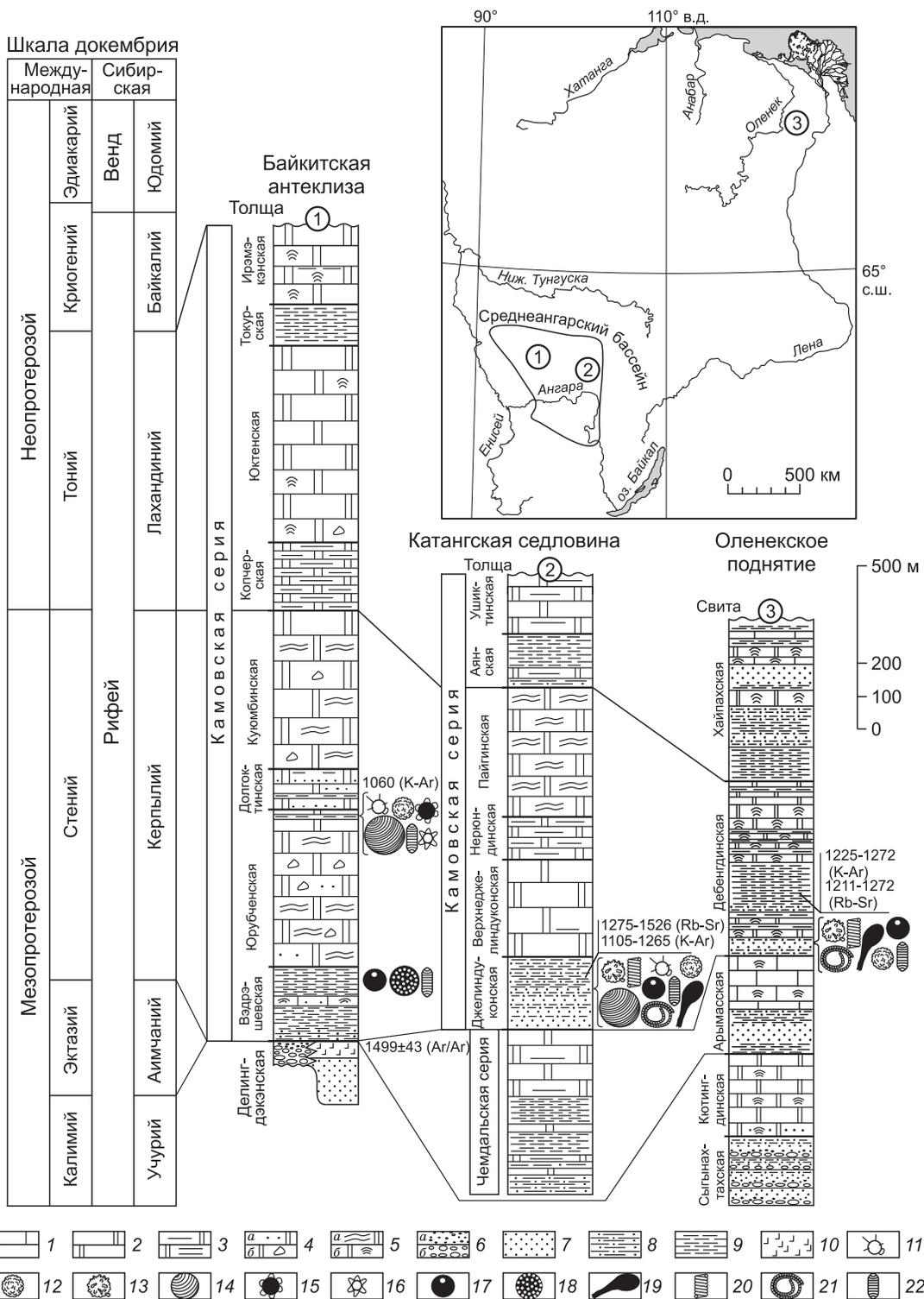


Рис. 1. Географическое расположение, строение и корреляция сводных разрезов Байкитского (1), Катангского (2) и Оленекского (3) районов.

1 — известняки; 2—7 — доломиты: 2 — микритовые, 3 — глинистые, 4, а — песчанистые, 4, б — интракластические, 5, а — пластово-строматолитовые, 5, б — столбчато-строматолитовые, 6, а — гравелиты, 6, б — конгломераты, 7 — песчаники; 8 — алевролиты; 9 — аргиллиты; 10 — долериты; 11—22 — схематическое изображение таксонов ассоциации микрофоссилий: 11 — *Tappania*, 12 — *Lophosphaeridium* с низкими выростами, 13 — *Lophosphaeridium* с булавовидными выростами, 14 — *Valeria*, 15 — *Miroedichia*, 16 — *Pulvinosphaeridium*, 17 — *Osculosphaera*, 18 — *Tasmanites*, 19 — фрагменты нитей с булавовидными окончаниями, 20 — *Obruchevella*, 21 — *Glomovertella*, 22 — короткие трихомы с арковидными клетками на концах.

кой свите, при этом дебенгдинская датирована в интервале 1140—1040 млн лет [Шенфиль, 1991]. Однако современные датировки по фракционированному глаукониту и иллиту дают более древние значения в интервале 1211—1272 млн лет для третьей подсвиты дебенгдинской свиты [Горохов и др., 1995, 2006].

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Ископаемая биота, содержащая акантоморфиты *Tappania*, найдена в отложениях джелиндуконской толщи Катангского района и юрубченской толщи Байкитского [Nagovitsin, 2009]. Обе ассоциации биоты находятся в пределах крупного осадочного цикла, но джелиндуконская расположена в его основании, а юрубченская — в средней части (см. рис. 1). Состав ассоциаций существенно перекрывается, наиболее важные таксоны приведены на рис. 2, 3. Протисты рода *Tappania* представлены двумя видами: *T. plana* Yin и *T. tubata* Yin. Акантоморфные акритархи представлены формами с широкими выростами: *Lophosphaeridium* sp., *Pulvinosphaeridium* sp., *Miroedichia* sp. Оболочки со стриадной скульптурой представлены как формами с широтным направлением скульптуры *Valeria lophostriata* Jank., так и меридиональным — *V. elongata* Nagovitsin. Также присутствуют оболочки с одиночным пиломом *Osculosphaera* sp. (а в вздрэшевской биоте перфорированные *Tasmanites* sp.), таблитчатые *Satka* sp. и оболочки с анастомозирующими выростами (см. рис. 2, фиг. 12). Наиболее важными нитчатыми микрофоссилиями являются многократно дихотомически ветвящиеся формы (см. рис. 2, фиг. 14), спиральнозавитые нити *Obruchevella* и *Glomovertella* и характерные короткие трихомы с линзовидными терминальными клетками и прилегающими к ним аркообразными медиальными. Имеются и различия в таксономическом составе ассоциаций биоты, вызванные, вероятно, различиями в конкретных обстоятельствах их формирования (см. рис. 1). Юрубченская ассоциация, сформировавшаяся в крайне мелководных (литераль — верхняя часть сублитерали) условиях [Файзуллин и др., 2002; Хабаров и др., 2002], содержит наибольшее разнообра-

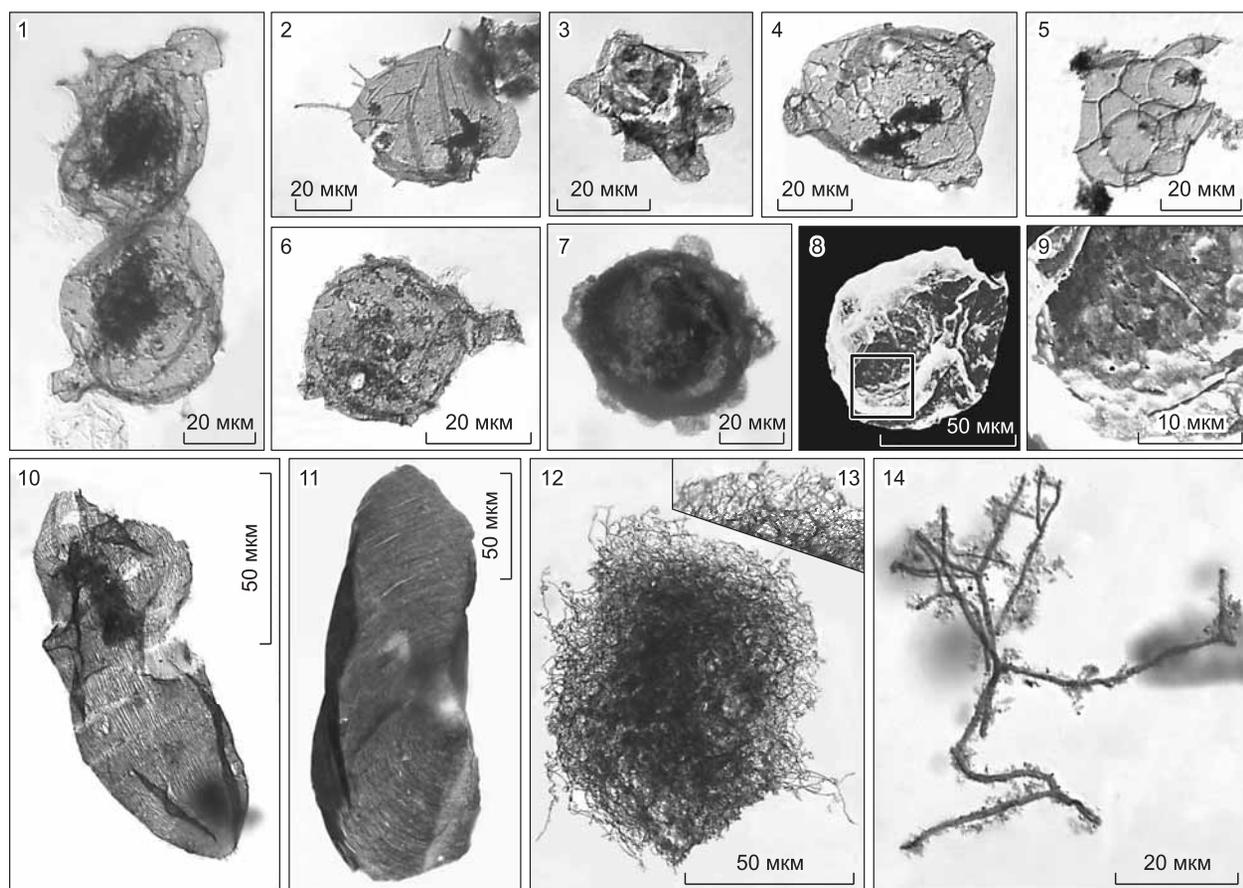


Рис. 2. Микрофоссилии юрубченской (1, 3, 4, 6, 7, 11), джелиндуконской (2, 5, 10, 12—14) и вздрэшевской (8, 9) толщ.

1, 2 — *Tappania plana* Yin; 3, 4 — *Pulvinosphaeridium* sp.; 5 — *Satka* sp.; 6 — *Tappania tubata* Yin.; 7 — *Miroedichia* sp.; 8, 9 — *Tasmanites* sp.: 9 — увеличенный фрагмент, демонстрирующий наличие пор; 10 — *Valeria elongata* Nagovitsin; 11 — *Valeria lophostriata* Jank.; 12, 13 — плотное сплетение тонких (около 0.3 мкм) анастомозирующих нитей вокруг тонкостенной сферической оболочки; 13 — увеличенный фрагмент; 14 — тонкие дихотомически ветвящиеся нити без клеточной структуры.

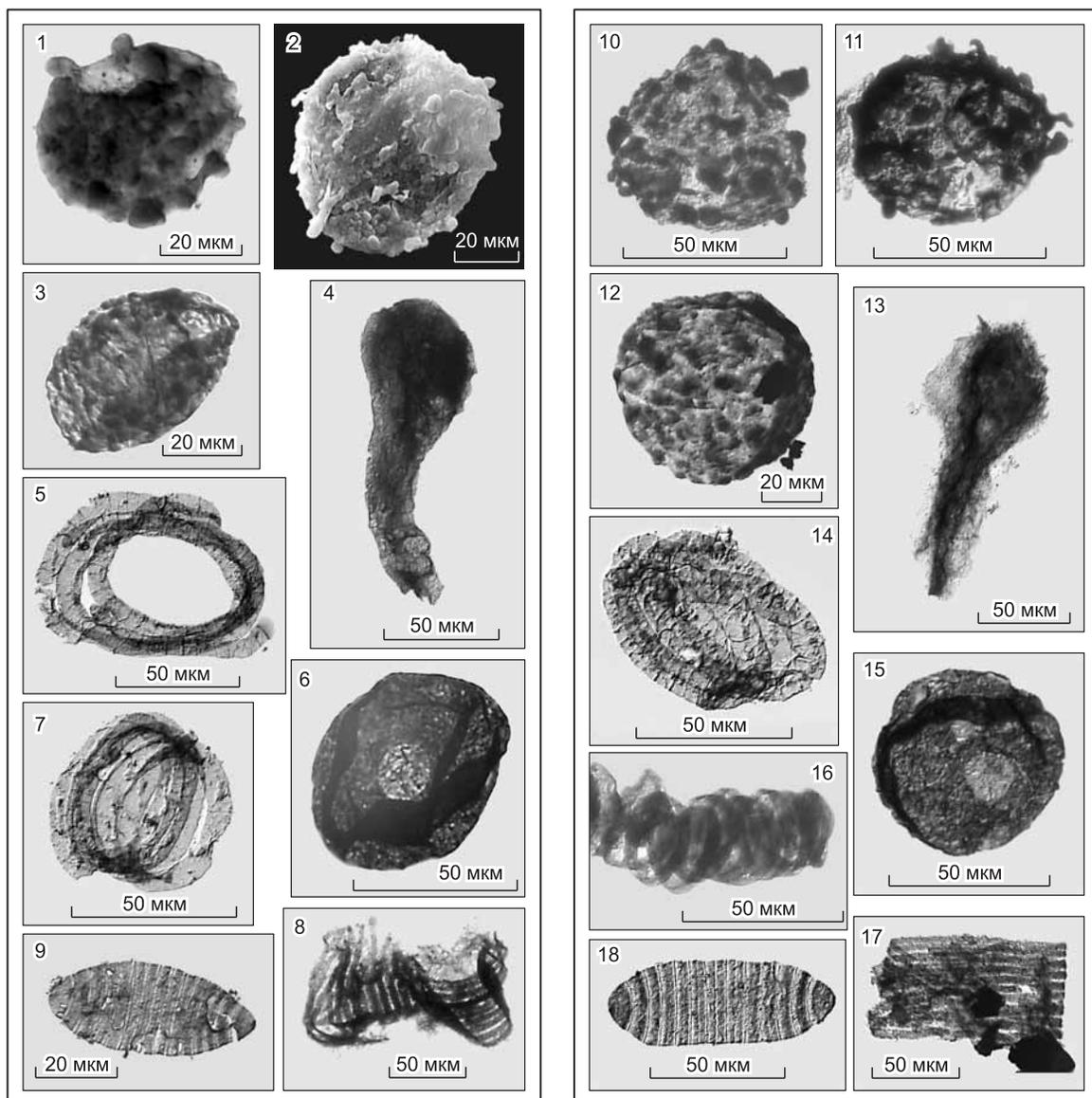


Рис. 3. Общие таксоны желиндуконской (1—9) и дебенздинской (10—18) биот.

1, 10 — *Lophosphaeridium* sp. с крупными «бородавчатыми» выростами; 2, 11 — *Lophosphaeridium* sp. с удлиненными булавовидными выростами; 3, 12 — *Lophosphaeridium* sp. с низкими крупными выростами; 4, 13 — фрагмент крупной нити с булавовидным окончанием; 5, 14 — *Glomovertella* sp.; 6, 15 — *Osculosphaera* sp.; 7, 16 — *Obruchevella* sp.; 8, 17 — остатки крупных трихомоподобных форм с узкими клетками; 9, 18 — короткие трихомы с арковидными медианными клетками вблизи линзовидной терминальной.

зие оболочек с выростами: *Tappania plana*, *T. tubata*, *Lophosphaeridium* sp., *Pulvinosphaeridium* sp. и *Miroedichia?* sp.; стриадные акритархи представлены видом *Valeria lophostriata* с концентрической стриадной скульптурой, ориентированной «широтно». Вэдрэшевская ассоциация, сформировавшаяся в более глубоководных условиях (ниже базиса штормовых волн) [Файзуллин и др., 2002], имеет обедненный состав и включает лишь два таксона вероятного эукариотического происхождения: акритархи с одиночным отверстием *Osculosphaera* sp. и оболочки с порами *Tasmanites* sp. Ассоциация желиндуконской толщи Катангского района отличается более широким развитием сложных нитчатых остатков: фрагментов нитей с булавовидным расширением на конце; многократно дихотомически ветвящихся нитей; спиральнозавитых нитей в виде цилиндрической спирали *Obruchevella* и плоского мотка *Glomovertella*. Стриадные акритархи здесь представлены удлиненными оболочками шириной 25—50 мкм с продольным (меридиональным) направлением скульптуры. Присутствуют крупные оболочки грушевидной формы, сходные с *Majasphaeridium caprogenum* Herm., и разновидности *Lophosphaeridium* с крупными клуб-

невидными и удлинёнными булавовидными выростами. Специальные работы по изучению обстановок осадконакопления джелиндуконской толщи не проводились. Сложена она тонким (первые сантиметры) переслаиванием зеленовато-серых до черных аргиллитов, кремневых кварцитовидных алевролитов, глауконит-кварцевых песчаников с разнонаправленной косо́й слоистостью. В верхней части толщи преобладают аргиллиты. Мы полагаем, что джелиндуконская ассоциация микрофоссилий, извлеченная из аргиллитов средней части толщи, формировалась в условиях открытого шельфа, вероятно, в более глубоких обстановках, чем юрубченская.

Большинство сложных и характерных форм микрофоссилий джелиндуконской биоты (9 таксонов) обнаружены в нижней подсвите дебенгдинской свиты Оленекского поднятия (см. рис. 3). Литологический состав подсвиты, сложенной переслаиванием алевролитов, аргиллитов и глауконитсодержащих песчаников, весьма близок к составу джелиндуконской толщи, что говорит в пользу близости обстановок формирования этих отложений. В дебенгдинской ассоциации отсутствуют только два важных таксона, известных в джелиндуконской: акантоморфные *Tappania plana* и стриатные формы *Valeria*. Однако следует отметить, что и в джелиндуконской биоте они крайне редки — найдены только два экземпляра *Tappania* и три экземпляра оболочек со стриатной скульптурой.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Близость таксономического состава ископаемых ассоциаций джелиндуконской и дебенгдинской свит (см. рис. 3) позволяет использовать их для корреляции вмещающих отложений. Хотя диапазон распространения каждого из таксонов ассоциации точно пока не выяснен, сонахождение сразу девяти видов, каждый из которых имеет ограниченный диапазон распространения, а некоторые найдены только в изученных ассоциациях, возможно лишь в близких как по возрасту, так и по экологическому положению биотах. Более того, по нашему мнению, исключительная сходимость таксонов с большой вероятностью указывает на существование единого внутрикратонного бассейна, распространённого во время формирования этих осадочных толщ от Среднеангарского до Оленекского регионов. Это подтверждается также близостью строения и характера крупномасштабной цикличности разрезов дебенгдинской свиты и нижней части камовской серии (см. рис. 1).

Дебенгдинская свита по комплексам строматолитов и корреляции уровней тектонической активизации сопоставляется с керпыльской, а хайпахская свита с лахандинской сериями Учуро-Майского района Сибири [Шенфиль, 1991; Хоментовский и др., 2008]. Это согласуется с данными по микрофоссилиям из хайпахской свиты, в нижней части которой появляются *Polytrichoides lineatus* Herm., *Digitus parvus* Pjat., *D. fulvus* Piat., *Chuaria circularis* Walcott, *Ostiana microcystis* Herm., *Pulvinosphaeridium priscum* Pjat., *Rugosopsis latus* (Jank.) [Хоментовский и др., 2008], а в верхней — акритархи *Trachyhystrichosphaera* [Vidal et al., 1993]. Верхняя граница керпыльского горизонта Сибири определена в интервале 1024—1035 млн лет [Семихатов и др., 2000]. Расположенный ниже айчанский горизонт датируется в интервале 1300—1150 млн лет [Решения..., 1983]. На этом основании нижняя граница керпыльского горизонта определялась в пределах 1100—1150 млн лет. Дебенгдинская свита была датирована К-Аг методом в интервале 1140—1040 млн лет еще в 60-х годах прошлого столетия [Шенфиль, 1991]. Новые датировки из дебенгдинской свиты усовершенствованными К-Аг и Rb-Sr методами имеют несколько большие значения в пределах 1211—1272 млн лет [Горохов и др., 1995, 2006]. Близкие значения изотопного возраста получены К-Аг методом для джелиндуконской толщи [Краевский и др., 1991б]. Эти новые геохронологические датировки вряд ли можно использовать для отнесения дебенгдинской свиты и коррелируемой с ней нижней части камовской серии к более древнему (айчанскому) горизонту. Более вероятно, что данные, полученные усовершенствованными методами, корректируют возрастные оценки нижней границы керпыльского горизонта. Интересно также, что в третьей подсвите дебенгдинской свиты, несколько выше находки ископаемой микробиоты, обнаружены проблематичные осадочно-биогеенные структуры *Horodyskia*, ранее описанные из отложений с возрастом 1470—1000 млн лет.

Вопрос возрастного диапазона *Tappania*-содержащей биоты является важным как для понимания эволюции эукариот, так и для биостратиграфического применения. Первоначально ассоциация микрофоссилий из серии Руян Китая, содержащая акантоморфные формы *Tappania* и *Shuiyousphaeridium* и стриатные *Valeria*, на основании разнообразия и сложности остатков была отнесена к переходным мезо-неопротерозойским отложениям [Yin, 1997]. С учетом хемостратиграфических данных и U-Pb датировки цирконов (999 млн лет) из гранитоидов, прорывающих карбонатные отложения над серией Руян [Xiao et al., 1997], ее отнесли к мезопротерозою. После нахождения близкой микробиоты в серии Ропер (Австралия), отнесенной к раннему мезопротерозою, возраст китайской ассоциации также стали считать более древним (около 1300 млн лет), а биоту в целом раннемезопротерозойской [Yin et al., 2005]. Максимальный возраст австралийской ассоциации из группы Ропер установлен датировкой 1492 ± 3 млн лет U-Pb методом по цирконам из туфов (в 400 м ниже по разрезу находок акантоморфит *Tappania*) [Javaux

et al., 2001]. На основании присутствия в верхней части разреза Rb-Sr датировок по иллиту 1429 ± 31 млн лет, согласующихся с U-Pb, всю серию Ропер относят к раннему мезопротерозою [Javaux et al., 2001]. При этом более ранние K-Ar датировки из серии Ропер 1100—1280 млн лет [Peat et al., 1978] не принимаются во внимание. Таким образом, в настоящее время преобладает точка зрения об исключительно раннемезопротерозойском возрасте *Tappania*-содержащей биоты, хотя строго возрастной диапазон ограничен только двумя датировками: 1492 снизу и 999 млн лет сверху. В Сибири отложения, содержащие подобную биоту, имеют позднемезопротерозойский (1060—1270 млн лет) возраст не только по изотопно-геохронологическим датировкам, но и по стратиграфическому положению, и это конкретизирует диапазон распространения ассоциации с *Tappania*.

Еще одним аргументом в пользу относительно молодого позднемезопротерозойского возраста находок *Tappania* в Сибири является таксономическое разнообразие найденных ассоциаций микрофоссилий и присутствие в них групп организмов, широко развитых в неопротерозое. Многочисленные остатки эукариот, таких как орнаментированные акритархи (с выростами, с порами и одиночным отверстием), крупные нитчатые микрофоссилии, в том числе ветвящиеся и с терминальными спорангиеподобными структурами, а также спиральнозавитые остатки цианобактерий сближают рассматриваемые биоты с верхнерифейскими. В то же время ряд конкретных характерных таксонов, таких как протисты *Tappania*, акантоморфные утолщенные оболочки с выростами от полусферической до булавовидной формы, короткие трихомы с арковидными клетками на концах не известны в хорошо изученных биотах лахандинского горизонта, что говорит о своеобразии рассматриваемой биоты и дифференцирует ее от более молодых ассоциаций микрофоссилий.

ВЫВОДЫ

1. Биота из Байкитского и Катангского районов Сибирской платформы значительно дополняет разнообразие эукариотических и сложных прокариотических организмов, ассоциирующих с протистами *Tappania*.

2. Выявленное в ассоциации с *Tappania* большое разнообразие сложноустроенных микрофоссилий, получивших дальнейшее развитие в неопротерозое, демонстрирует тесную связь *Tappania*-содержащей биоты с более поздними неопротерозойскими и свидетельствует в пользу относительно молодого предлахандинского возраста этой ассоциации в Сибири.

3. Дебенгдинская ассоциация микрофоссилий из керпыльских отложений Оленекского поднятия демонстрирует близкое сходство с ассоциацией из Катангского района и может быть использована для корреляции разрезов этих районов. Эта корреляция подтверждается литостратиграфическими и геохронологическими данными и с большой вероятностью указывает на существование единого внутрикратонного бассейна, распространенного во время формирования данных осадочных толщ от Среднеангарского до Оленекско-Анабарского регионов.

4. Возраст *Tappania*-содержащих отложений Сибири по опубликованным изотопно-геохронологическим данным оценивается в 1270—1060 млн лет.

5. Находки *Tappania* в Сибири омолаживают верхнюю границу диапазона существования этого таксона до позднего мезопротерозоя.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 15 (проект «Эволюционные и геологические аспекты палеобиологии докембрия Сибири») и РФФИ (грант 07-05-00339).

ЛИТЕРАТУРА

Виноградов В.И., Покровский Б.Г., Пустыльник А.М., Муравьев В.И., Шатский Г.В., Буякайте М.И., Луканин А.О. Изотопно-геохимические особенности и возраст верхнедокембрийских отложений запада Сибирской платформы // Литология и полезные ископаемые, 1994, № 4, с. 49—76.

Горохов И.М., Яковлева О.В., Семихатов М.А., Ивановская Т.А. Rb-Sr и K-Ar возраст и мисбауэровские спектры глобулярных слоистых силикатов глауконитового ряда: дебенгдинская свита среднего рифея Оленекского поднятия, Северная Сибирь // Литология и полезные ископаемые, 1995, № 6, с. 615—631.

Горохов И.М., Семихатов М.А., Аракелянц М.М., Фаллик Э.А., Мельников Н.Н., Турченко Т.Л., Ивановская Т.А., Зайцева Т.С., Кутявин Э.П. Rb-Sr, K-Ar, H- и O-изотопная систематика среднерифейских аргиллитов дебенгдинской свиты Оленекского поднятия (Северная Сибирь) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2006, т. 14, № 3, с. 41—56.

Конторович А.Э., Изосимова А.Н., Конторович А.А., Хабаров Е.М., Тимошина И.Д. Геологическое строение и условия формирования гигантской Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазоаккумуляции в верхнем протерозое Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1996, т. 37 (8), с. 166—196.

Краевский Б.Г., Пустыльников А.М., Кринин В.А., Краевская М.К., Леднева Е.А. Новые данные по стратиграфии рифейских отложений Байкитской антеклизы // Геология и геофизика, 1991а (6), с. 103—110.

Краевский Б.Г., Пустыльников А.М., Леднева Е.А., Краевская М.К. Строение и условия образования рифейских отложений Катангской седловины // Методика разведки и условия формирования нефтегазовых отложений Сибирской платформы / Под ред. В.С. Суркова, Р.Г. Матухина, В.С. Сторосельцева. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1991б, с. 63—71.

Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири. / Ред. В.В. Хоментовский. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1983, 215 с.

Семихатов М.А., Овчинникова Г.В., Горохов И.М., Кузнецов А.Б., Васильева И.М., Гороховский Б.М., Подковыров В.Н. Изотопный возраст границы среднего и верхнего рифея: Pb-Pb геохронология карбонатных пород лахандинской серии, Восточная Сибирь // Докл. РАН, 2000, т. 372, № 2, с. 216—221.

Станевич А.М., Максимова Е.Н., Корнилова Т.А., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М., Донская Т.В. Микрофоссилии арымасской и дебенгдинской свит рифея Оленекского поднятия: возраст и предполагаемая природа // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2009, т. 17, № 1, с. 23—40.

Файзуллин М.Ш., Наговицин К.Е., Вараксина И.В. Палеофациальное распределение микрофоссилий в рифейском карбонатном бассейне Байкитской антеклизы (Восточная Сибирь) // Материалы конференции молодых ученых, посвященной М.А. Лаврентьеву. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2002, с. 46—50.

Хабаров Е.М., Пономарчук В.А., Морозова И.П., Вараксина И.В., Сараев С.В. Вариации уровня моря и изотопного состава карбонатного углерода в рифейском бассейне западной окраины Сибирского кратона (Байкитская антеклиза) // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (3), с. 211—239.

Хоментовский В.В., Наговицин К.Е. Неoproterozoic запада Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1998, т. 39 (10), с. 1365—1377.

Хоментовский В.В., Наговицин К.Е., Постников А.А. Маяний (1100—850 млн лет) — добайкальский верхний рифей Сибири // Геология и геофизика, 2008, т. 49 (1), с. 3—29.

Шенфильд В.Ю. Поздний докембрий Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 1991, 185 с.

Butterfield N.J. *Bangiomorpha pubescens* n. gen., n. sp.: implications for the evolution of sex, multicellularity, and the Mesoproterozoic/Neoproterozoic radiation of eukaryotes // *Paleobiology*, 2000, v. 26, № 3, p. 386—404.

Butterfield N.J. Probable Proterozoic fungi // *Paleobiology*, 2005, v. 31, № 1, p. 165—182.

Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R. Morphological and ecological complexity in early eukaryotic ecosystems // *Nature*, 2001, v. 412, № 6842, p. 66—69.

Nagovitsin K. *Tappania*-bearing association of the Siberian platform: biodiversity, stratigraphic position and geochronological constraints // *Prec. Res.*, 2009, v. 173, p. 137—145.

Peat C.R., Muir M.D., Plumb K.A., McKirdy D.M., Norvick M.S. Proterozoic microfossils from the Roper Group, Northern Territory // *J. Austr. Geol. Geophys.*, 1978, v. 3, p. 1—17.

Vidal G., Moczydlowska M., Rudavskaya V.A. Biostratigraphical implications of a Chuaria-Tawuia assemblage and associated acritarchs from the Neoproterozoic of Yakutia // *Palaeontology*, 1993, v. 36, p. 387—402.

Xiao S.H., Knoll A.H., Kaufman A.J., Yin L.M., Zhang Y. Neoproterozoic fossils in Mesoproterozoic rocks? Chemostratigraphic resolution of a biostratigraphic conundrum from the north China platform // *Prec. Res.*, 1997, v. 84, № 3—4, p. 197—220.

Yin L.M. Acanthomorphic acritarchs from Meso-Neoproterozoic shales of the Ruyang Group, Shanxi, China // *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1997, v. 98, № 1—2, p. 15—25.

Yin L.M., Yuan X.L., Meng F.W., Hu J. Protists of the Upper Mesoproterozoic Ruyang Group in Shanxi Province, China // *Prec. Res.*, 2005, v. 141, № 1—2, p. 49—66.