

СТРАТИГРАФИЯ

УДК 551.72(571)

МАЯНИЙ (1100—850 млн лет) — ДОБАЙКАЛЬСКИЙ ВЕРХНИЙ РИФЕЙ СИБИРИ

В.В. Хоментовский, К.Е. Наговицин, А.А. Постников

Институт нефтегазовой геологии и геофизика СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия

Маяний (1100—850 млн лет) — общесибирское стратиграфическое подразделение неопротерозоя, выделенное на основе обобщения геологических и палеонтологических данных по майской серии, развитой на юго-востоке Сибирского кратона, и ее аналогам в других структурно-фациальных областях (СФО). Проведена корреляция отложений маяния во всех принципиально различных структурных элементах каждой СФО, таких как внутрикратонные депрессии, перикратонные прогибы и краевые части блоков с океанической корой, вошедших в венде в состав кратона. От вмещающих стратиграфических подразделений, байкалия и аимчания, он отделен резкими тектоническими рубежами, совпадающими во времени с образованием и началом распада суперконтинента Родиния, т. е. с событиями глобального масштаба. При этом основные события, сопровождавшиеся магматизмом и метаморфизмом, происходили на стыке блоков с континентальной и океанической корой. В смежных частях платформы они отразились размывами и значительными перерывами осадконакопления. Отчетливо эти события выражены в тех районах, где они происходили в условиях интенсивного сжатия и, наоборот, завуалированы там, где преобладало растяжение.

Граница между подразделениями маяния — керпылием и лахандинием, наоборот, не несет существенной событийной нагрузки и вряд ли может быть широко прослежена. Поэтому в качестве нижней границы верхнего рифея предпочтительнее основание керпылия. Предпринимаются попытки, как и в фанерозое, установления этого рубежа в близких по составу отложениях по палеонтологическим данным. Однако совместить его с основанием лахандиния таким образом не удастся. Четкие рубежи в смене сообществ микрофоссилий и строматолитов оказываются связанными с границами, отделяющими маяний от байкалия и, несомненно, среднего рифея—аимчания. В лахандинии же, наоборот, лишь только продолжают тенденции изменений, оформившихся в керпылии. Ряд типичных для лахандиния таксонов появляются уже в керпылии, количество их в лахандинии нарастает снизу вверх по разрезу постепенно, вплоть до кровли этого подразделения. Все сказанное заставляет начинать верхний рифей с нижней границы маяния.

Все основные подразделения неопротерозоя Сибири — маяний, байкалий и венд — связаны с главнейшими этапами развития всей этой обширной и гетерогенной в структурном плане территории. Каждый из названных стратонов уже сейчас может быть расчленен по историко-геологическим и палеонтологическим данным на два или три самостоятельных межрегиональных подразделения. Это делает схему стратиграфии неопротерозоя Сибири перспективной для Общей шкалы этого интервала позднего докембрия.

Маяний, керпылий, лахандиний, байкалий, микрофоссилии, строматолиты, геохронология, геодинамика, событийные рубежи.

THE MAYANIAN (1100–850 Ma), A PREBAIKALIAN UPPER RIPHEAN STAGE OF SIBERIA

V.V. Khomentovsky, K.E. Nagovitsin, and A.A. Postnikov

The Mayanian Stage (1100–850 Ma) is an all-Siberian stratigraphic unit of the Neoproterozoic distinguished on the basis of generalized geological and paleontological data for the Maya Group developed in the southeast of the Siberian craton and for its counterparts in other structure-facies regions (SFR). The Mayanian deposits in all principally different structures of every SFR, such as intracratonic depressions, pericratonic troughs, and marginal parts of blocks with oceanic crust, were incorporated into the craton in the Vendian. It is separated from the surrounding stratigraphic divisions, Baikalian and Aimchanian, by distinct tectonic boundaries coinciding in time with the formation and starting breakup of the supercontinent Rodinia, i.e., with global events. In the adjacent parts of the platform they were expressed in erosion and considerable gaps in sedimentation. These events are well-expressed where they occurred under intensive contraction or, on the contrary, are veiled where extension was predominant.

The boundary between the Kerpylian and Lakhandinian, subdivisions of the Mayanian Stage, is not bearing on important events and is hardly traceable throughout the region. Therefore, the base of the Kerpylian unit is preferable to be taken as the lower boundary of the Upper Riphean. There are attempts to establish this boundary,

as is made for the Phanerozoic, from paleontological data in compositionally similar deposits. These attempts, however, fail in matching this boundary with the base of the Lakhandinian. Distinctive transitions in communities of microfossils and stromatolites appear to be linked to the Mayanian-Baikalian and, undoubtedly, Middle Riphean-Aimchanian boundaries. In the Lakhandinian, on the contrary, the changes that appeared in the Kerpylian only tend to continue. Some taxa typical of the Lakhandinian appear as early as the Kerpylian. In the Lakhandinian their amount gradually increases upsection, until the top of this division. Thus, it is reasonable to start the Upper Riphean with the lower boundary of the Mayanian.

All the main subdivisions of the Siberian Neoproterozoic — Mayanian, Baikalian, and Vendian — are linked to the most important stages of development of this vast and structurally heterogeneous territory. Each of the above-mentioned strata can be divided, according to historico-geological and paleontological data, into two or three independent interregional subunits. Thus, the stratigraphic scheme of the Neoproterozoic of Siberia seems to be promising for the general scale of this period of the Late Precambrian.

Mayanian, Kerpylian, Lakhandinian, Baikalian, microfossils, stromatolites, geochronology, geodynamics, event boundaries

ВВЕДЕНИЕ

Основу маяния (1100—850 млн лет) представляет майская серия позднего докембрия юго-востока Сибирской платформы [Ярмолюк, 1946]. Однако маяний — общесибирский стратон, характеристика которого суммирует информацию по всей Сибири [Хоментовский, 1996, 2002a]. Он аналогичен по рангу перекрывающему его байкалию (~850—650 млн лет), который как таксон высокого ранга был обоснован нами ранее [Хоментовский, 1976, 1996, 2002б; Хоментовский и др., 1985; Шенфиль, 1991]. Маяний первоначально выделялся в основном по геологической информации. В настоящее время он уже охарактеризован и прямыми данными о возрасте, но это не уменьшает для него значения историко-геологического метода, который, по мнению Н. С. Шатского [1960], является основным в геологии докембрия. Выделяя рифей, он считал его полным циклом развития геосинклинали — от заложения до завершающей складчатости в кембрии [Шатский, 1963]. Это превращало рифей в синоним позднего докембрия.

Возможности историко-геологического метода для более подробного расчленения позднего докембрия обосновал Б.С. Соколов. При работе над палеогеографическими картами он выделил венд вначале как надрегиональный комплекс, а затем и как подразделение Общей шкалы докембрия [Соколов, 1952, 1964]. Венд, распространенный не менее широко, чем рифей, имеет гораздо меньший возрастной объем. Он не завершает рифей, а начинает новый этап геологического развития; нижняя граница его уверенно ограничивает рифей сверху. Комплексное обоснование байкалия и маяния как общесибирских стратонов должно стать продолжением начатого Б.С. Соколовым подробного расчленения позднего докембрия на единократные подразделения.

Для позднедокембрийских отложений Сибирского кратона на Всесоюзном новосибирском совещании 1979 г. по стратиграфии Сибири [Решения..., 1983] была принята схема районирования, в которой выделялись следующие структурно-фациальные области (СФО) (рис. 1): Учуро-Юдомская (северо-восточная), Байкало-Ленская (южная), Приенисейско-Ангарская (западная) и внутренние районы Сибирской платформы. Необходимость совершенствования этой схемы определяется хотя бы отсутствием на севере отложений верхов верхнего рифея — байкалия [Хоментовский, 1976, 2006; Семихатов, Серебряков, 1983]. Требуется также выделение в СФО разновозрастных, более подробных подразделений — структурно-фациальных районов (СФР) и зон (СФЗ). Мы используем для этого обычные в публикациях структурные элементы: перикратонные прогибы, внутрикратонные депрессии и окраинные части океанических блоков с ассоциированными с ними микроконтинентами. Не менее существенным результатом совещания 1979 г. в Новосибирске были принятые схемы стратиграфии позднедокембрийских отложений различных СФО и корреляция их между собой. Наиболее дискуссионным и коренным до настоящего времени вопросом осталась проблема местоположения нижней границы верхнего рифея или, точнее, возраста его нижнего подразделения — керпыльского горизонта или керпылия. Ниже на анализ рубежей, разделяющих маяний на керпылий и лахандиний и ограничивающих его, будет обращено особое внимание. Возможность по комплексу данных выделить в маянии, как и в байкалии, систему синхронных общесибирских структурных рубежей превратит стратиграфию региона из произвольной суммы региональных факторов в фрагмент геодинамической модели развития Сибирского кратона в целом. Намечающиеся сейчас рубежи, ограничивающие маяний (1100 и 850 млн лет), имеют общность с событиями, приведшими к формированию и распаду суперконтинента Родиния [Хоментовский, 1996, 2002a; Rogers, 1996].

Авторы предлагаемой статьи непрерывно взаимодействовали по всем затронутым в ней вопросам, но конкретно раздел, обобщающий историко-геологическую информацию, написан В.В. Хоментовским; посвященный микрофоссилиям — К.Е. Наговициным, а строматолитам — А.А. Постниковым.

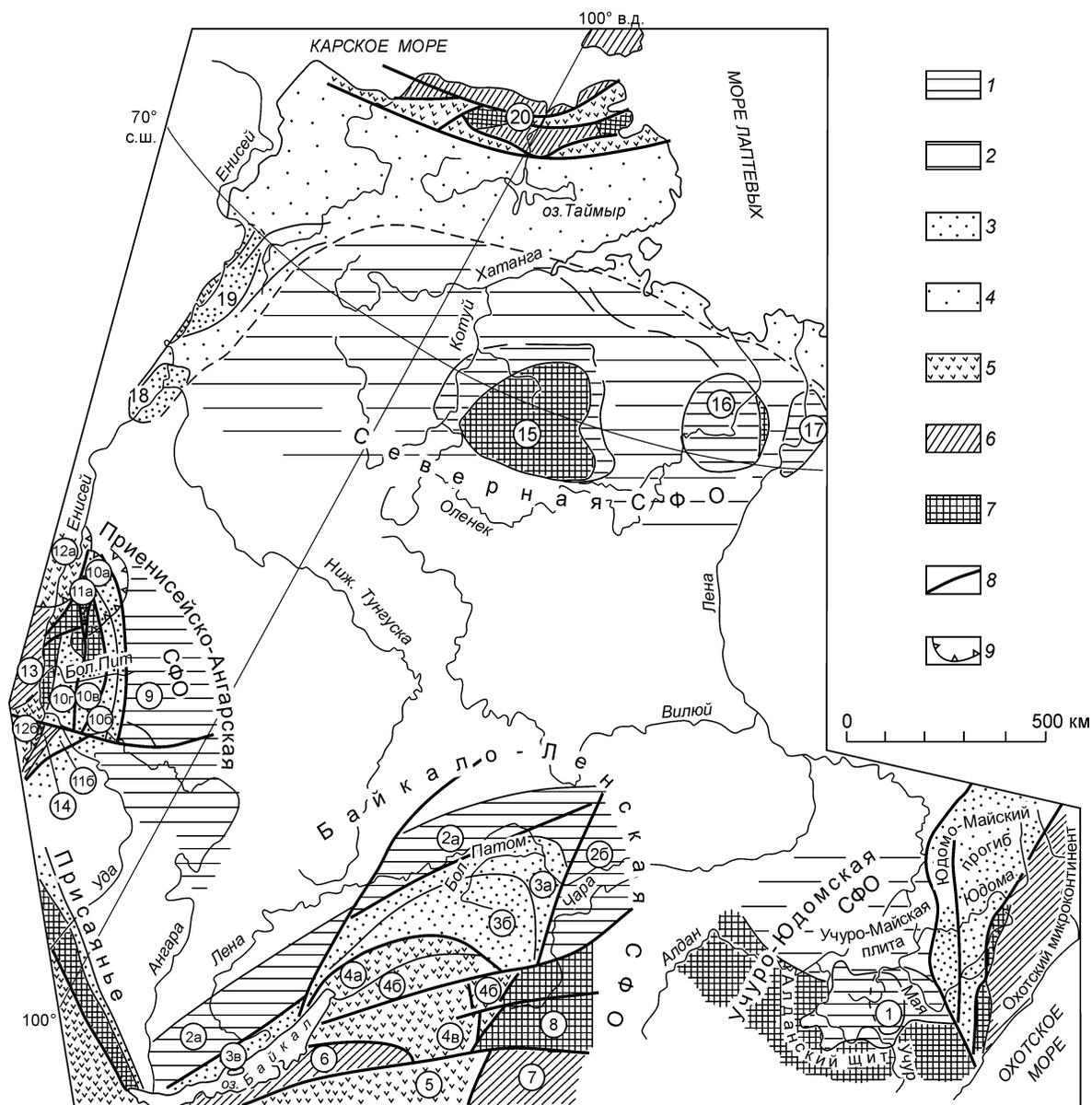


Рис. 1. Схема расположения рассмотренных структурно-фациальных элементов маяния.

1, 2 — внутрикратонные депрессии, 3, 4 — перикратонные прогибы: 1, 3 — контур обоснован обнажениями, скважинами, 2, 4 — условный контур под более молодыми отложениями; 5 — краевые части океанических блоков; 6 — микроконтиненты; 7 — раннедокембрийские толщи; 8 — основные разломы; 9 — ограничение байкальских структур (Тейской и Вороговской мульд Приенисейско-Ангарской СФО).

Цифровые обозначения структур. Учуро-Юдомская СФО: 1 — Омнинское поднятие. Байкало-Ленская СФО (2—8): 2 — Приленский СФР; 2а — Киренско-Нюйская СФЗ; 2б — Березовская СФЗ; 3 — Байкало-Патомский перикратонный прогиб; 3а — Патомская СФЗ; 3б — Бодайбинско-Мамская СФЗ; 3в — Прибайкальская СФЗ; 4 — Байкало-Витимский СФР; 4а — Олоkitская СФЗ; 4б — Байкало-Муйский вулканоплутонический пояс; 4в — Средневитимская СФЗ; 5 — Джидино-Витимский СФР; 6, 7 — микроконтиненты: 6 — Баргузинский, 7 — Становой, 8 — Кодаро-Удоканский блок. Приенисейско-Ангарская СФО (9—14): 9 — Среднеангарская депрессия; 10 — Приенисейский перикратонный прогиб; 10а — Каменская СФЗ, 10б — Горбилокская СФЗ, 10в — Каитыбинская СФЗ; 10г — Глушихинская СФЗ; 11 — Верхневороговско-Шилкинский СФР; 11а — Верхневороговская СФЗ, 11б — Шилкинская СФЗ; 12 — Исаковско-Предивинский СФР; 12а — Исаковская СФЗ, 12б — Предивинская СФЗ; 13 — Касский микроконтинент; 14 — Канский микроконтинент. Северная СФО (15—20): 15 — Анабарское поднятие; 16 — Оленекское поднятие; 17 — Хараулахское поднятие; 18 — Туруханское поднятие, 19 — Игарское поднятие, 20 — Северный Таймыр.

УЧУРО-ЮДОМСКАЯ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ (СФО)

Сделанное ранее обобщение информации по стратиграфии позднего докембрия этого региона на Всесоюзном совещании по стратиграфии Сибири в 1979 г. [Решения..., 1983; Семихатов, Серебряков, 1983; Хоментовский и др., 1985], а затем обоснование его событийного каркаса [Хоментовский, 2005] позволяют далее лишь кратко резюмировать данные о маянии. В нем здесь обособляются три основных структурных элемента (см. рис. 1) или структурно-фациальных района (СФР): внутрикратонная депрессия (Учуро-Майская плита, осложненная Омнинским поднятием); Юдомо-Майский перикратонный прогиб и Охотский микроконтинент. Широко распространено представление о том, что в позднем докембрии последний входил еще в состав Сибирского кратона. Но этому предположению противоречит принципиальное отличие докембрийских разрезов этих структур, а также данные о строении разделившей их территории (см. ниже), что, с нашей точки зрения, свидетельствует о вхождении микроконтинента уже тогда в состав океанического блока [Хоментовский, 2002а,б, 2005]. Стратотипическая для маяния майская серия расчленяется на керпыльскую и лахандинскую подсерии (рис. 2). В Юдомо-Майском перикратонном прогибе керпыльская подсерия представляет собой крупный осадочный ритм. Терригенная базальная часть его — тоттинская свита, согласно перекрывается существенно карбонатными малгинской и ципандинской. Суммарная мощность подсерии превышает 2 км. На подстилающих отложениях среднерифейской аимчанской серии она залегает здесь без видимого несогласия [Решения..., 1983]. На Учуро-Майской плите предкерпыльская тектоническая перестройка проявилась более определенно. Маяний там представлен грубозернистыми кондерскими песчаниками и тонкообломочными породами омнинской свиты. Мощность этих отложений не превышает 150 м. В таком объеме керпыльская подсерия распространена по всей Учуро-Майской плите (см. рис. 2), но при этом она не является частью нижнерифейской эннинской свиты, как считали многие ранее, а с глубоким размывом (до 500 м) перекрывает ее [Хоментовский, 2005]. В пределах Омнинского поднятия кондерские песчаники с несогласием залегают уже прямо на кристаллических породах фундамента. О значении предшествующих майской серии событий свидетельствует также анализ минералогии и геохимии позднедокембрийских отложений региона, указывающий на принципиальнейшую тектоническую активизацию в начале керпылия. С ней связано прекращение длительного периода (нижний и средний рифей) развития региона в качестве пассивной окраины [Подковыров, Котова, 2002].

На Охотском микроконтиненте гораздо менее мощные, чем в перикратонном прогибе, отложения майской серии также с несогласием залегают непосредственно на интенсивно метаморфизованных ран-



Рис. 2. Схематический сводный палеогеологический профиль маяния в Учуро-Юдомской СФО (обобщение профилей из работы [Хоментовский, 2005]).

1 — доломиты; 2 — известняки; 3 — глинисто-карбонатные породы; 4 — алевролиты и аргиллиты; 5 — песчаники; 6 — гравелиты и конгломераты; 7 — предполагаемый блок с океанической корой между континентом и микроконтинентом; 8 — раннедокембрийские толщи; 9 — разломы; 10—13 — нижние границы: 10 — нижнего рифея (учурия), 11 — среднего рифея (аимчания), 12 — верхнего рифея (маяния), 13 — лахандиния; 14 — индексы стратиграфических подразделений: нижний рифей, uch — учурий (свиты): gn — гонамская, om — омахтинская, en — эннинская, tr — трехгорная, dm — димская; средний рифей: am — аимчаний (свиты): tl — талынская, sv — светлинская; верхний рифей: майская серия (маяний), керпыльская подсерия (свиты): tt — тоттинская, mlg — малгинская, zp — ципандинская, kp — кондерская, omn — омнинская; лахандинская подсерия: nr — нерюенская свита; подсвиты: km — кумахинская, ml — мильконская, nl — нельканская, ign — игниканская свита.

недокембрийских толщах. В настоящее время микроконтинент надвинут на центральную часть Юдомо-Майского прогиба, но в верхнем рифее их разделяла обширная территория, входившая в состав принципиально отличного комплекса. Об этом свидетельствует снос с нее в прогиб массы полимиктового обломочного материала, содержащего детритный циркон с U-Pb датировками от 1500 до 1050 млн лет [Семихатов, Серебряков, 1983; Хоментовский, 2005]. Породы, из которых могли бы быть извлечены эти цирконы, отсутствуют в пределах Учуро-Юдомской СФО и смежной части Алданского щита [Rainbird et al., 1998], а также и на территории Охотского микроконтинента. Возможности сноса их с еще более восточных территорий препятствовал поднятый в это время микроконтинент [Хоментовский, 2002б]. О тектонической активности территории, разделявшей микроконтинент и перикратонный прогиб в позднем докембрии, свидетельствует проявление между ними тектонотермального эффекта. В результате него произошла реорганизация изотопных систем глауконита из нижнерифейских отложений, обусловившая появление в них датировок 800—870 млн лет [Семихатов и др., 1989].

Представлениям о тесной связи отложений майской и перекрывающей ее уйской серии противоречит то, что в байкалии, которому соответствует уйская серия, фланги Юдомо-Майского прогиба превратились в значительные поднятия, за счет интенсивного размыва которых в него в это время поступала громадная масса обломочного материала: силикокластического с запада и в значительной мере полимиктового с востока [Семихатов, Серебряков, 1983]. С началом байкалия (~850 млн лет) [Хоментовский, 2002б], судя по приведенным выше датировкам, связаны события, обусловившие тектонотермальный эффект. Видимость непрерывных взаимопереходов между майскими и уйскими отложениями в классических разрезах широтного течения р. Мая выше устья Юдомы создается в результате того, что там за базальные слои последней ошибочно принимается пачка переслаивания аргиллитов, алевролитов, песчаников и карбонатных пород, завершающая майскую серию, а не грубые песчаники, начинающие уйскую. Справедливость принятого нами варианта взаимоотношений подтверждают новые сборы микрофоссилий. Микробиота из указанной выше пачки содержит морфологически сложные остатки эукариот (*Trachyhystrichosphaera aimica*, *Prolatofoma aculeata*, *Caudosphaera expansa* и др.), которые характерны для биоты лахандинского типа. Эти формы не встречены в отложениях верхней части кандыкской свиты, их место занимают новые, сложноустроенные нитчатые микрофоссилии, морфологически сходные с *Vendomyces* вендского возраста. Кроме того, уйская серия здесь начинается уже своей верхней устькирбинской подсерией [Хоментовский, 2005].

Большую путаницу внесли U-Pb определения по цирконам (974 и 1005 млн лет) из даек и силлов в лахандинских и уйских отложениях бассейна р. Аллах-Юнь, на основании которых последние были отнесены к мезопротерозою [Rainbird et al., 1998]. Однако не исключено, что последняя из этих цифр происходит еще из аналогов тонкообломочной пачки, завершающей майскую серию по р. Мая. Приведенные датировки, скорее, характеризуют не время внедрения интрузий, а возраст магматического очага по ксенокристам [Хоментовский, 2005], и определять возраст уйской серии нужно не по ним, а по последовательному ряду верхнебайкальских датировок из глауконитов 760—700 млн лет [Семихатов, Серебряков, 1983; Шенфиль, 1991].

Если событийные рубежи, ограничивающие майскую серию, дают основание проследить ее аналоги историко-геологическим методом на обширных территориях, то граница между слагающими ее керпыльской и лахандинской подсериями весьма невыразительна. Собственно в ранге подсерии их удается обособить в основном из-за возможности по деталям состава расчленить каждую на свиты и подсвиты. Палеонтологические данные (см. ниже) полностью соответствуют историко-геологическим. Основные изменения в составе комплексов микрофоссилий и строматолитов (появление верхнерифейских таксонов) происходят с основания керпылия. Лахандинская же часть разреза насыщается новыми формами очень постепенно. Все сказанное дает основание всю майскую серию относить к нижней части верхнего рифея, поскольку по сумме данных уйская серия является еще также довендским подразделением [Семихатов, Серебряков, 1983; Хоментовский и др., 1985; Шенфиль, 1991].

БАЙКАЛО-ЛЕНСКАЯ СФО

Во внешней Киренгско-Нюйской СФЗ рассматриваемого региона (см. рис. 1) отложения маяния практически полностью отсутствуют и кристаллический фундамент там перекрыт гораздо более молодыми толщами. На востоке — в Березовской СФЗ на фундамент местами выплескиваются маломощные аналоги выклинивающихся свит баллаганакской серии. Наиболее полно маяний изучен во внешней части перикратонного прогиба — Прибайкальская и Патомская СФЗ, классические разрезы позднего докембрия которых охарактеризованы в многочисленных публикациях. Более мощные и фациально изменчивые аналоги выделенных там подразделений уверенно узнаются и во внутренних частях перикратонного прогиба — Бодайбинская и Мамская СФЗ. Еще более сложный разрез, в строение которого кроме терригенно-карбонатных пород участвуют и вулканогенные, представлен в Олоkitской СФЗ. Она входит в состав внутренней части Байкало-Ленской СФО, обособляющейся в качестве Байкало-Витимского структурно-фациального района и имеет уже определенную общность со структурами окраинно-океани-

Некоторые расхождения датировок объясняются данными об условиях формирования базальных слоев рассматриваемого комплекса отложений. Большинство исследователей склоняется к тому, что начало маяния в регионе определяют гренвильские события — 1200—1000 млн лет и связанные с ними деструкция раннепротерозойской коры — пурпольская и другие свиты [Митрофанов, 1981; Конников и др., 1994; Митрофанов, Митрофанова, 2001] и интенсивный рифтогенез [Станевич, Файзулина, 1992; Цыганков, 2005]. Эти события интенсивно проявились и в смежных структурах — в Бодайбинской СФО начали формироваться разновозрастные тыйским медвежинские вулканиты, а в смежной части Восточного Саяна произошли качественные изменения в истории развития Тувино-Монгольского микроконтинента [Кузьмичев, 2004]. За гренвильским тектогенезом последовал значительный перерыв в осадкообразовании, которое возобновлялось в разных структурах не совсем синхронно. Местами, как например в Муйском сегменте Байкало-Муйского пояса, оно произошло уже после более поздних событий, проявившихся 850—820 млн лет [Цыганков, 2005].

Маяний в пределах Байкало-Ленской СФО пока не удается расчленить на керпильскую и лахандинскую составляющие. Очевидно, что пока это можно сделать в основном лишь с помощью палеонтологических данных, которые в маянии Байкало-Ленской СФО практически отсутствуют.

Байкалий в Байкало-Ленской стратотипической местности разделен нами на три части [Хоментовский, 2002а,б; Хоментовский и др., 2003] и отделен от маяния принципиальным событийным рубежом [Хоментовский, Постников, 2001; Хоментовский, 2002а,б]. Нижний байкалий (850—750 млн лет) в связи с предшествующими событиями (интенсивный рифтогенез и образование новой океанической коры) известен лишь в пределах Байкало-Витимского СФР. В Муйском сегменте Байкало-Муйского пояса наиболее древние части этого комплекса представляют: джалагунская, левобамбуйская свиты и устькелянская составляющая келянской свиты, а также связанный с ними Маринкинский ультраосновной плутон, датированный Sm-Nd методом 835 ± 12 млн лет [Рыцк и др., 2001б]. Среднему байкалию здесь предшествовала тектоническая активизация, с которой связаны деформации и метаморфизм подстилающих отложений. Вулканогенные и плутонические породы среднего байкалия (кедровская свита и ее аналоги) Sm-Nd методом датируются 735 ± 26 ; 704 ± 71 млн лет [Рыцк и др., 2001б] и Pb-Pb методом по цирконам 740 ± 15 млн лет [Макрыгина и др., 2005].

В Олоkitской СФЗ среднему байкалию, по всей вероятности, соответствуют итыкитская и ондокская свиты. Завершение этого этапа там связано с вулканитами сынырской свиты 711.4 ± 5.7 ; 700 млн лет по цирконам и становлением Довыренского дунит-габбрового плутона 707 ± 40 и 673 ± 22 млн лет [Рыцк и др., 2002]. Вулканиты несколько более молодого иньянчукского комплекса Rb-Sr методом датированы 670 ± 65 млн лет. По данным геологического картирования, через Бодайбинскую СФЗ отложениям этого возраста в стратотипических разрезах байкалия в Патомском СФЗ соответствуют верхи дальнотайгинской и жуинская серии.

Заключение о верхнем возрастном пределе дальнотайгинской серии (700 млн лет) полностью соответствует данным о связи с низами ее среднесибирского гляциогоризонта [Чумаков, 1993]. Однако этот горизонт не имеет никакого отношения к лишенному тиллитов среднему рифею, а разновозрастен стэртовскому глобальному оледенению — 740 млн лет [Хоментовский, 1996]. Вывод о возрастном интервале дальнотайгинского горизонта 750—700 млн лет подтверждается и палеонтологическими данными (см. ниже). Все сказанное превращает средний байкалий в прекрасный маркер для Общей стратиграфической шкалы позднего докембрия.

ПРИЕНИСЕЙСКО-АНГАРСКАЯ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ

Информация по основам стратиграфии и истории развития этого региона в верхнем рифее обобщена нами ранее [Хоментовский, 2007], часть ее, касающаяся маяния, резюмируется ниже. Как и в других СФО, обрамляющих Сибирский кратон, здесь обособляются три основных структурных элемента (см. рис. 1) или структурно-фациальных района: Среднеангарская внутрикратонная депрессия; Приенисейский перикратонный прогиб; краевая часть океанического блока, в состав которого входят вытянутый вдоль Енисея Исаковско-Предивинский СФР, а также Канский и Касский микроконтиненты. Для разобщенных в пространстве структурно-фациальных зон этого СФР характерно аллохтонное залегание и, соответственно, некоторая неопределенность границ всего этого комплекса отложений. Вулканогенно-сланцевые толщи и офиолиты (Рыбинский аллохтон) смещены в пределы Приенисейского перикратонного прогиба от исходного Исаковско-Предивинского СФР более чем на 100 км [Миронов, Ножкин, 1978].

Детальное районирование разработано в Приенисейском перикратонном прогибе, в котором выделены (рис. 4): Каменская, Горбилоская, Каитьбинская, Глушихинская [Решения..., 1983; Хабаров, 1994] и Верхневороговско-Шилкинская [Миронов, Ножкин, 1978; Хоментовский, 2002б] СФЗ. В них происходит переход от внутрикратонной депрессии к океаническому блоку — последовательное замещение существенно карбонатных отложений сланцевыми и вулканогенно-сланцевыми [Хабаров, 1994]. Долгое

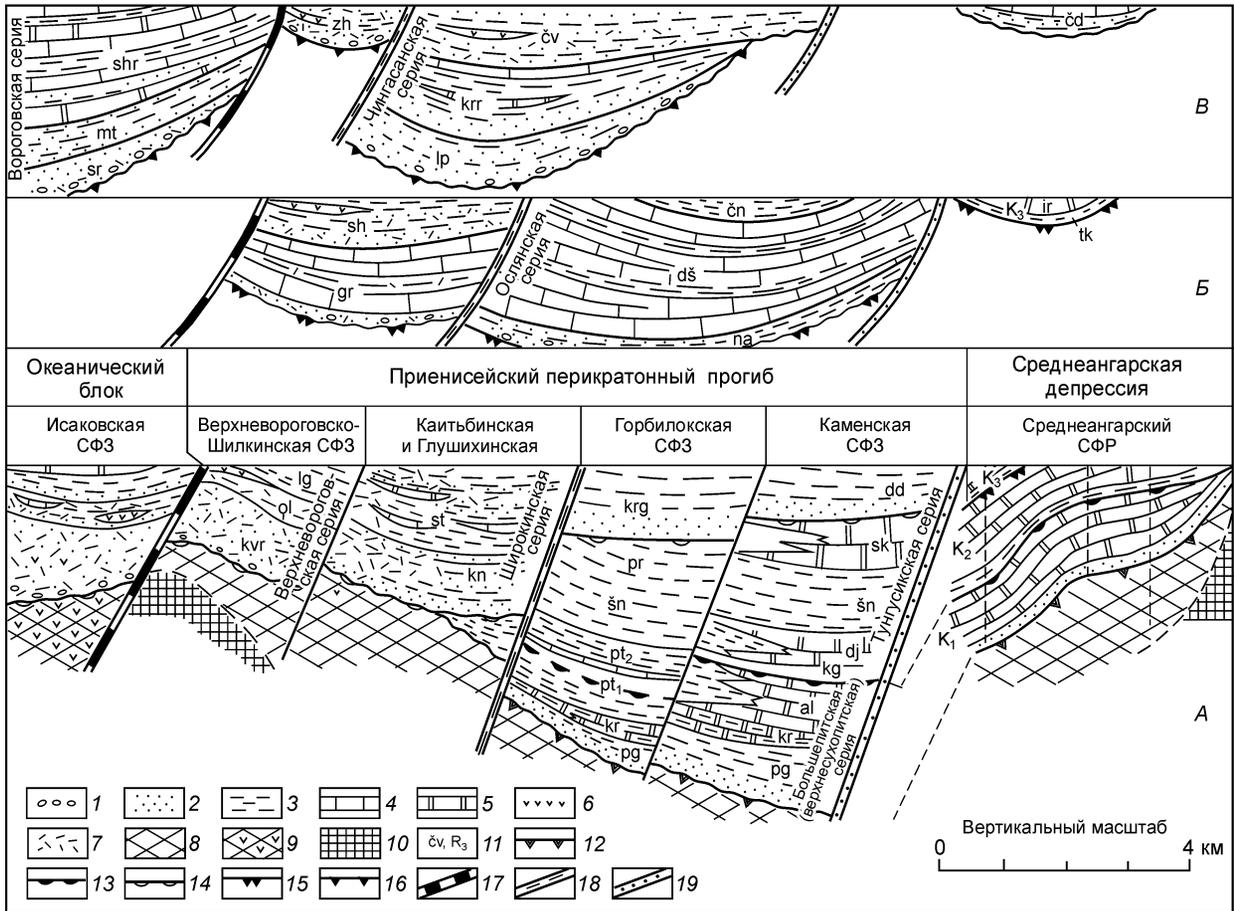


Рис. 4. Схематические палеогеологические профили отложений неопротерозоя Приенисейско-Ангарской СФО.

Срезы: А — добайкальский, Б — нижнебайкальский, В — среднебайкальский.

1 — конгломераты и гравелиты; 2 — песчаники, алевролиты; 3 — аргиллиты, алевролиты; 4 — известняки; 5 — доломиты; 6 — вулканиты; 7 — туфы; 8, 9 — средне- и нижнерифейские отложения: 8 — платформы, 9 — океанического блока; 10 — нижнедокембрийские толщи; 11 — индексы подразделений: среднебайкальские: чингисанская серия, свиты: *čv* — чивидинская, *кпг* — карьерная, *лр* — лопатинская; *вороговская серия*, свиты: *зг* — северореченская, *мт* — мутнинская, *шрг* — сухореченская; *верхневороговская серия*: *zh* — захребетинская свита; *чадобецкая серия* (*čд*): нижнебайкальские: *ослянская серия* (свиты): *па* — нижнеангарская, *дš* — дашкинская, *сн* — чинеульская; *верхневороговская серия* (свиты): *зг* — горевская, *ш* — Сухого Хребта; *K₃* — *верхнекамовская подсерия* (свиты): *тк* — токурская, *ир* — ирэмэкэнская.

Отложения маяния: в Каменской и Горбилокской СФЗ, свиты: *рг* — погорюйская, *кг* — Карточки, *ал* — аладьинская, *кз* — красногорская, *дж* — джурская, *шп* — шунтарская, *ск* — Серого Ключа, *дд* — дадыктинская; в Горбилокской СФЗ: *пт* — потоскуйская (*пт₁*, *пт₂* — ниже- и верхнепотоскуйская подсвиты); *рг* — переходная свита; *крг* — киргитейская подсерия, в Каитъбинской и Глушихинской СФЗ: *кп* — конкинская толща, *ст* — степановская толща; в Верхневороговско-Шилкинской СФЗ (свиты): *квр* — ковригинская, *ол* — оленьинская, *лг* — луговская; в Исаковской СФЗ — аналоги свит верхневороговской СФЗ; в Среднеангарском СФР — камовская серия (*K₁*, *K₂*, *K₃* — ниже-, средне- и верхнекамовская подсерии); 12–16 — нижние границы: 12, 13 — маяния; 12 — керпыльского, 13 — лахандинского горизонтов, 14 — киргитейского подгоризонта, 15, 16 — байкалия: 15 — нижнего, 16 — среднего. Разломы, разделяющие СФР и СФЗ: 17 — Исаковский, 18 — Татарский и Ишимбинский, 19 — Ангаро-Бахтинский.

время считалось, что в верхнем рифее Енисейского кряжа намечается два структурных этажа. Первый из них начался формированием Тейских гранитогнейсовых куполов (~1100 млн лет), а второй — становлением Татарско-Аяхтинских батолитов (~850 млн лет) [Волобуев, 1993; Хераскова, 1999]. Однако после опубликованной нами U-Pb датировки (866 млн лет) из тейских гранитов [Ножкин и др., 1999] и ряда других цифр, якобы несогласующихся с этой схемой [Верниковская и др., 2002], многие усомнились в проявлении на Енисейском кряже гренвильского тектогенеза. Однако авторами датировки 866 млн лет было показано, что она связана с воздействием на тейские граниты татарско-аяхтинских [Ножкин и др., 1999]. Такова же, по-видимому, природа датировки из ерундинских гранитов — 878 млн лет [Верниковская и др., 2002]. Проявление гренвильских событий подтверждает еще ряд U-Pb, U-Pb-Th, Pb-Pb и Ar-Ar датировок, полученных позднее [Волобуев, 1993; Khain et al., 1997; Черных, 2000; Динер, 2000; и др.]. Оно

отразилось и в специфике позднедокембрийского осадконакопления Енисейского кряжа. С ним была связана необходимость расчленения сухопитской серии на две подсерии. Нижняя из них, представленная мощной толщей тонкообломочных глубоководных отложений, была названа аспидной формацией [Постельников, 1980]. Верхнюю подсерию сухопитской серии в составе свит погоруйская, Карточки и аладьинская, сложенную более мелководными и разнообразными по составу отложениями, обособили в самостоятельную ритмично-слоистую формацию [Постельников, 1980]. Учитывая комплекс данных, принципиально отличающих верхнюю подсерию от нижней, нами было предложено выделять ее как самостоятельную большепитскую серию [Хоментовский, 2007]. Образование этой серии, в конечном итоге, связано с размывом возникшего в гренвилльское время на западе, в зоне стыка блоков с континентальной и океанической корой, поднятия, поставившего обломочный материал, который компенсировал раннерифейский глубоководный прогиб. По всей видимости, с этим событием и связано формирование Тейских гранитогнейсовых куполов. Об этом говорит хотя бы их одновозрастность с породами погоруйской свиты (1100 млн лет) [Волобуев, 1993]. Это поднятие в большепитское, а затем и в тунгусикское время последовательно с востока на запад перекрывалось все более молодыми отложениями. Одновременно во фронте этой трансгрессии происходило замещение карбонатных пород терригенными (см. рис. 4). В Среднеангарской депрессии, на которую влияние западного поднятия не распространилось, в течение всего верхнего рифея накапливались карбонатные породы верхнерифейской камовской серии [Хоментовский, Наговицин, 1998]. В Каменской СФЗ они переслаиваются уже с обломочными, а в Горбиловской карбонатные породы верхней части большепитской серии и низов тунгусикской уже полностью замещаются сланцами потоскуйской свиты [Шенфиль, Морякин, 1990, 1991]. Завершающая тунгусикскую серию дадыктинская свита здесь расчленяется на несколько самостоятельных подразделений и обособляется как киргитейская подсерия [Решения..., 1983]. В Каитьбинской СФЗ представлены лишь самые верхи докиргитейских отложений, киргитейская же подсерия насыщается вулканогенными породами и получает название широкинской серии [Вызу, 1980]. В процессе развития трансгрессии, начавшейся после предбольшепитских событий, она ложится здесь уже в основном на сухореченские отложения (см. рис. 4). Западнее количество вулканогенных пород в широкинской свите увеличивается и ее там называют уже верхневороговской серией (см. рис. 4) [Государственная..., 1998; Динер, 2000; Забияка и др., 2004]. Ряд красноярских геологов ошибочно считает, что размывы в основании аналогов киргитейской серии связаны с событиями непосредственно предшествующими их образованию. На этом основании названные подразделения относят уже к чингасанской серии [Государственная..., 1998; Динер, 2000] среднего байкалия. Малая вероятность подобных сопоставлений очевидна [Забияка и др., 2004]. С ними не позволяют согласиться также приведенные выше данные о корреляции тунгусикских отложений (см. рис. 4) и палеонтологическая характеристика сравниваемых подразделений (см. ниже) [Хоментовский, 2007].

Событийный рубеж, разделяющий в Приенисейско-Ангарской СФО маяний и байкалий, не менее существен, чем в стратотипической местности последнего. Особенно резко он запечатлен перед чингасанской и вороговской сериями, слагающими Тейскую и Вороговские мульды (см. рис. 1). Они перекрывают подстилающие толщи с несогласием и громадным размывом [Хоментовский, 1996, 2002б]. Все более молодые свиты чингасанской, а затем и чапской серии последовательно все дальше распространяются за пределы байкальской мульды. Эти данные и датировки по глауконитам порядка 700—760 млн лет, а также наличие в чингасанских отложениях валунных тиллитообразных конгломератов, сблизают ее со среднебайкальской дальнетайгинской серией в стратотипическом разрезе Байкало-Патомского СФР [Хоментовский, 2002б]. О значении предчингасанской перестройки на Енисейском кряже свидетельствует внедрение глушихинских гранитов — 761—730 млн лет [Верниковский, 2002].

С предбайкальскими событиями на Енисейском кряже связано образование татарско-аяхтинских батолитов 820—850 млн лет [Волобуев, 1993; Хераскова, 1999; Khain et al., 1997; и др.] и, по всей вероятности, офиолитов [Забияка и др., 2004; Хоментовский, 2007]. Проявление этих событий привело к тому, что на большей западной части Енисейского кряжа нижебайкальские отложения отсутствуют. Появляются они лишь восточнее зоны Ишимбинского разлома, на стыке со Среднеангарской депрессией, где и более древние события проявлялись в весьма завуалированном виде. Проведенный нами в самое последнее время комплексный анализ фактического материала позволяет здесь относить к нижнему байкалию ослянскую серию [Хоментовский, 2007].

Итак, в Приенисейско-Ангарской, как и в ранее рассмотренных СФО, маянию, отделенному от вмещающих толщ принципиальными событийными рубежами, соответствуют отложения нижней половины верхнего рифея (большепитская и тунгусикская серии, тесно связанные между собой). С этими данными в соответствии находится палеонтологическая характеристика рассмотренных отложений, свидетельствующая о их верхнерифейском возрасте (см. ниже).

СЕВЕРНАЯ СФО

Ранее нами было показано, что северный регион по строению (см. рис. 1) и позднедокембрийской истории развития был во многом аналогичен южному [Хоментовский, 2006]. Различие заключалось лишь

в том, что в связи с интенсивностью предбайкальской перестройки в нем байкальские отложения отсутствуют. Разрезы маяния Северной СФО уверенно коррелируются с их южными аналогами (рис. 5). Как и в других СФО, маяний на севере расчленяется на керпылий и лахандиний и, как всюду, проблемы возникают с обоснованием возраста первого из них. Однако для рассмотрения этой проблемы информации достаточно только в разрезах Анабарского и Оленекского поднятий (см. рис. 1), на которых мы и остановимся. Там все сводится к уточнению возраста нижней части юсмастахской свиты в первом из них и дебенгдинской свиты во втором (см. рис. 5), мнения о котором у разных исследователей расходятся. Ниже этих подразделений залегают несомненные нижнесреднерифейские отложения, а выше они согласно перекрываются свитами, лахандинский возраст которых также ни у кого не вызывает сомнений. По геологическим данным, двуритмичная юсмастахская свита Прианабарья может быть сопоставлена соответственно с дебенгдинской и хайпахской свитами Оленекского поднятия, разделенными достаточно четкой базальной пачкой. Комплекс микрофоссилий маяния этих подразделений пока еще слабо изучен. Это давало основание некоторым специалистам относить нижнюю часть хайпахской свиты еще к керпылию [Шпунт и др., 1982] и среднему рифею. Однако определения В.Г. Пятилетова [1988] из Хастахской скв. 930 показали, что эта свита с основания охарактеризована верхнерифейскими микрофоссилиями (см. ниже). Специфичен и комплекс строматолитов керпыльской части маяния рассматриваемых подразделений. Вместо ряда характерных таксонов южных разрезов на севере появляется своеобразная ассоциация строматолитов, таких как разные *Anabaria*, *Platella*, *Tenupalusella* и др. Ее без должного обоснования стали считать среднерифейской. Однако в ней отсутствуют типичные среднерифейские таксоны, зато появляется характерная для верхнего рифея *Malginella zipandica* и др. Заслуживает внимания также то, что здесь, как и на юге, смена комплексов в основании керпылия происходит весьма резко. Все сказанное позволяет нам и на севере считать палеонтологическую характеристику керпылия верхнерифейской (см. ниже). Этому заключению противоречат некоторые радиологические определения. Так, из низов дебенгдинской свиты Оленекского поднятия по глаукониту были получены датировки 1310—1229 млн лет [Горохов и др., 1995]. Сомнительность их определяется возможностью переотложения минерала из подстилающих отложений. В пользу подобного допущения говорит хотя бы то, что более древние цифры находятся в опробованном интервале выше более молодых. В связи с этим мы отдаем предпочтение последовательному ряду верхнерифейских определений по всему разрезу этой свиты, полученному примерно в то же самое время другими исследователями по глаукониту К-Аг методом [Пономарчук и др., 1994].

Аналогична ситуация с Rb-Sr датировками из низов ниже- и верхнеюсмастахской подсвит по валу фракционированных аргиллитов [Горохов и др., 2001]. В каждой из названных частей разреза получены фракции с одинаковыми группами датировок (млн лет): 1) 1291—1272; 2) 1130—1090; 3) 1060—1000. Мы не согласны с интерпретацией полученных результатов, принятой авторами рассматриваемой статьи, которые считают, что время осадконакопления определяют самые древние цифры. Мы связываем первую группу цифр с продуктами дезинтеграции аймчанских отложений, полностью размытых в Прианабарье [Хоментовский, 2006]; вторая группа отражает проявление предюсмастахских событий; третья же — характеризует более поздний катагенез. Только вторая группа цифр здесь, как и везде, примерно характеризует начало керпылия.

Все сказанное свидетельствует о том, что историко-геологические и геохронологические данные по северу Сибирского кратона только подтверждают и в какой-то мере дополняют характеристику маяния, полученную в других СФО этого региона. Ниже будет показано, что и палеонтологическая характеристика маяния северных районов свидетельствует о верхнерифейском возрасте керпылия.

Маяний севера, ограниченный гренвильскими и раннебайкальскими событиями [Хаин, 1979; Хоментовский, 2006], по историко-геологическим и геохронологическим данным одновозрастен этому подразделению в других СФО Сибири. Палеонтологические данные (см. ниже) полностью соответствуют этому заключению.

МИКРОФОССИЛИИ

Среди всех групп микрофоссилий наибольший биостратиграфический потенциал имеют сложноустроенные остатки эукариот. Предложенная более дробная формальная классификация этих микрофоссилий (рис. 6) содержит надродовые группы, представители которых найдены во всех рассматриваемых СФО Сибирской платформы.

Учуро-Майский регион. Керпыльский горизонт (см. рис. 2, 5) охарактеризован микрофоссилиями практически по всему разрезу [Вейс, Воробьева, 1993]. Наиболее богатые их ассоциации, найденные в его нижней части, существенно отличаются от более древних биот. Наряду с простыми формами содержатся: крупные оболочки *Chuarina*, акантоморфные акритархи *Pulvinosphaeridium* sp. с крупными широкими выростами и нитчатые ветвящиеся *Ulophyton ripheicum*. Вышележащую омнинскую свиту характеризуют

		РИФЕЙ			ТАКСОНЫ МИКРОФОССИЛИЙ
нижний	средний	верхний			
Учурский	Аимчанский	Керпильский	Лахандинский	Байкальский	
					Цианобактерии Сем. Gloeocapsaceae Сем. Coelosphaeriaceae Сем. Schizothrixaceae Сем. Nodulariaceae Сем. Stigonemaceae Сем. Scitonemaceae Сем. Rivulariaceae <i>Obruchevella</i> sp. <i>Glomovertella</i> , <i>Tortunema</i> <i>Polybessurus bipartitus</i> Fairchild Род <i>Glomophycus</i> Род <i>Archaeoellipsoides</i> , <i>Digitus</i> <i>Palaeoanabaena longispora</i> sp. nov.
					Сфероморфные акритархи <i>Leiosphaeridia crassa</i> (до 70 мкм) <i>Leiosphaeridia minutissima</i> (до 70 мкм) <i>Leiosphaeridia tenuissima</i> (до 700 мкм) <i>Leiosphaeridia jacutica</i> (до 700 мкм) <i>Leiosphaeridia laminarita</i> (до 700 мкм) <i>Nucellosphaeridium</i> <i>Pterospermopsisomorpha</i>
					Поллигональные акритархи Род <i>Octaedrixium</i> Rudavskaja
					Гигантские акритархи Род <i>Chuana</i> Walcott, Род <i>Tawuia</i> <i>Majasphaeridium carpogenum</i> Hermann <i>Lakhandinia prolata</i> Herm.
					Веретеновидные микрофоссилии <i>Pellicularia</i> <i>Ceratophyton</i>
					Крупные нитчатые формы Крупные трихомоподобные образования <i>Plicatidium latum</i> Jank. Род <i>Elatera</i> Hermann Род <i>Segmentotallus</i> Hermann Род <i>Eosolena</i> Hermann
					Ветвящиеся нитчатые формы Полые ветвящиеся чехлы Ветвящиеся слоевища <i>Palaeovaucheria</i> sp. <i>Palaeovaucheria clavata</i> Hermann Род <i>Archaeoclada</i> Hermann <i>Ulophyton ripheicum</i> Tim. <i>Majaphyton</i> sp. <i>Majaphyton anticuum</i> Tim. et Herm. <i>Vanavarotenia</i> sp.
					Микрофоссилии с отверстиями в оболочке Род <i>Tasmanites</i> Newton Род <i>Osculosphaera</i> Butterfield Род <i>Palaeastrum</i> Butterfield
					Стриатные акритархи <i>Valeria lophostriata</i> Jankauskas <i>Cucumiforma vanavaria</i> Mikhailova
					Мелкоскладчатые акритархи <i>Cerebrosphaera</i> sp.
					Таблитчатые акритархи <i>Satka elongata</i> <i>Satka granulosa</i> <i>Satka squamifera</i>
					Оболочки с отростками <i>Germinosphaera</i> с одиночным отростком <i>Germinosphaera</i> с многочисленными отростками
					Акантоморфные акритархи <i>Tappania plana</i> Yin. <i>Lophosphaeridium</i> sp. <i>Pulvinosphaeridium</i> sp. <i>Cymatiosphaera</i> sp. <i>Trachyhystrichosphaera</i> sp. <i>Trachyhystrichosphaera aimica</i> Herm. Род <i>Miroedichia</i> Hermann <i>Miroedichia lobata</i> Faizullin Род <i>Prolatofoma</i> Mikh. <i>Cymatiosphaeroides</i> sp. <i>Cymatiosphaeroides filiformis</i> sp. nov. <i>Veryhachium</i> sp. <i>Tanarium conoideum</i> Kolosova <i>Tanarium tuberosum</i> Moczidlowska et al. <i>Tanarium stellatum</i> <i>Estiastra</i> sp. <i>Polygonium</i> sp. <i>Lophodiacrodium</i> sp. <i>Lophosphaeridium strobilatum</i> Faizullin <i>Eotylotopalla</i> aff. <i>delicata</i> Yin <i>Appendisphaera minima</i> sp. nov. <i>Goniosphaeridium digitiforme</i> sp. nov. <i>Goniosphaeridium urium</i> sp. nov. <i>Gyalosphaeridium minutum</i> sp. nov. <i>Cavaspina acuminata</i> (Kolosova) <i>Cavaspina basiconica</i> Moczidlowska et al.

Рис. 6. Схема стратиграфического распространения основных таксонов микрофоссилий в позднем докембрии Сибирской платформы.

крупные сфероморфиты *Chuarina* и нитчатые ветвящиеся *Majaphyton* sp. Ассоциации малгинской и ципандинской свит представлены главным образом остатками цианобактерий и сфероморфными акритархами.

Кумахинская (см. рис. 2, 5) ассоциация лахандинского горизонта является наиболее таксономически разнообразной в разрезе маяния Учуро-Майского района [Пятилетов, 1988; Вейс, 1988; Герман, 1990; и др.]. Здесь найдены: эукариотические нитчатые остатки *Majasphaeridium carpogenum*, *Lakhandinia prolata* Herm., *Segmentotallus*, *Elateria binata*, *Eosolena anisocita*, *Palaeovaucheria clavata*, *Ulophyton ripheicum*, *Majaphyton anticuam*, *Pellicularia*, *Archaeoclada*, стриатные *Valeria lophostriata*, пористые оболочки *Tasmanites*, акантоморфные *Trachyhystrichosphaera aimica*, *Pulvinosphaeridium*. Комплекс микрофоссилий нельканской свиты лахандинского горизонта весьма близок к кумахинскому, но несколько менее разнообразен (см. рис. 6).

Приенисейско-Ангарская СФО. В отложениях Среднеангарского прогиба (см. рис. 4, 5) известны богатые ассоциации микрофоссилий большепитского горизонта и низов тунгусикского. Практически с самых низов большепитского горизонта (джелиндуконская толща камовской серии) [Хоментовский, Наговицин, 1998] известны весьма богатые биоты, содержащие акантоморфные акритархи *Tappania plana* Yin., *Pulvinosphaeridium* sp., *Lophosphaeridium* sp. и другие таксоны, неизвестные в несомненном нижнем — среднем рифее: вытянутые оболочки со стриатной скульптурой, ориентированной вдоль удлинения, очень крупные оболочки *Majasphaeridium carpogenum* Herm., сферические оболочки с крупным круглым отверстием *Osculosphaera* sp., нитчатые водоросли, близкие к представителям рода *Palaeovaucheria* Herm. (имеющие булавовидное расширение на конце), а также спирально завитые трихомы *Obruchevella* и *Glomovertella* [Наговицин, 2002]. Микробиота вздрэшевской толщи камовской серии Байкитской антеклизы, коррелируемая с верхами джелиндуконской, содержит [Наговицин, 2002]: таблитчатые акритархи *Satka favosa* Jank., *Satka elongata* Jank., крупные нити со вздутиями, близкие к *Palaeovaucheria* Herm., оболочки с порами *Tasmanites* sp. и одиночным круглым отверстием *Osculosphaera* sp., эллипсоидальные оболочки с параллельными гребнями *Cucumiforma vanavaria* Mikh., полигональные *Octoedrixium truncatum* Rudavskaja. Биота вышележащей юрубченской толщи [Наговицин, 2002], завершающей большепитский горизонт, кроме найденных ниже таксонов содержит акантоморфные *Tappania* sp. (новый вид), *Lophosphaeridium* sp., *Cymatiosphaera?* sp., *Miroedichia* sp., стриатные *Valeria lophostriata* Jank.

Тунгусикские биоты в Среднеангарском прогибе (среднекамовская подсерия) относительно бедны. В основании тунгусикского горизонта (аянская толща Катангской СФЗ и долгоктинская Байкитской СФЗ) найдены: *Trachyhystrichosphaera* sp., *Cucumiforma vanavaria* Mikh., *Satka elongata* Jank., *S. squamifera* Pjat., *S. granulosa* (Jank.), *Valeria lophostriata* (Jank.) [Пятилетов, 1986; Краевский, 1991].

В пределах Енисейского кряжа богатые ассоциации микрофоссилий найдены в отложениях средней части тунгусикского горизонта [Наговицин, 2000]. Свита Серого Ключа содержит: акантоморфиты *Trachyhystrichosphaera aimica* Herm., *Cymatiosphaeroides filiformis* Nagovitsin, гиганские оболочки *Chuarina globosa* Ogurtsova et Sergeev, оболочки с одиночным отверстием *Osculosphaera minuta* Nagovitsin, остатки зеленых водорослей *Palaeastrum amplus* Nagovitsin, *Palaeastrum hexangularis* Nagovitsin, нитчатые ветвящиеся микрофоссилии, близкие к кладофоровым зеленым водорослям рода *Acrosiphonia*.

В Приенисейско-Ангарской СФО по сравнению с Учуро-Юдомской СФО биоты нижней части маяния более разнообразны. Здесь появляются, наряду с *Pulvinosphaeridium*, ряд акантоморфных, стриатных и пористых акритарх с самого основания большепитского горизонта. Биоты основания тунгусикского горизонта относительно бедны, но содержат первых представителей рода *Trachyhystrichosphaera* и разнообразные *Satka*. Значительное расширение таксономического состава наблюдается в средней части горизонта.

Северная СФО. Керпыльский горизонт Туруханского поднятия (см. рис. 5) с основания (безыменская свита) содержит комплекс, включающий крупные сфероморфиты *Leiosphaeridia jacutica*, *L. laminarita*, *Chuarina*, а также крупные сферические оболочки с округленно-коническими выростами, определенными как *Trachyhystrichosphaera?* sp. [Вейс, Петров, 1994]. По описанию последняя форма больше подходит под диагноз рода *Pulvinosphaeridium*. В ассоциации микрофоссилий из кремней сухотунгусикской свиты встречены многочисленные и достаточно разнообразные остатки цианобактерий (см. рис. 6). В несколько более глубоководных осадках в нижней части свиты найдены позднерифейские акантоморфиты cf. *Trachyhystrichosphaera* [Петров и др., 1995].

С основания лахандинского горизонта (деревнинская свита) увеличивается разнообразие акантоморфных таксонов [Петров, Вейс, 1995] — *Trachyhystrichosphaera aimika* Herm., *Prolatofoma acueleata* Mikh., и нитчатых эукариотических форм — *Ulophyton ripheicum*, *Majaphyton* sp., *Plicatidium latum* Jank., появляются полигональные *Octoedrixium* sp. Шорихинская свита содержит ассоциацию [Sergeev, 2001], включающую крупные, вероятно планктонные, формы, часть из которых — сложноустроенные акантоморфные акритархи, в том числе неизвестные ниже *Shorikhosphaeridium knollii* Sergeev. Наиболее богатый мироедихинский комплекс содержит многочисленные остатки эукариот: акантоморфные акритархи, среди которых впервые появляются *Miroedichia spathulata* Herm., *Cymatiosphaeroides*; стриатные *Valeria lophostriata*; эллипсоидные оболочки с гребнями, ориентированными вдоль удлинения *Cucumiforma*

vanavaria; мелкоскладчатые *Cerebrosphaera* sp.; крупные нитчатые *Elatera binata*, *Eosolena anisocita*, *Pseudodendron* sp.; веретенovidные *Pellicularia* [Пятилетов, 1988; Вейс и др., 1998].

Биоты Туруханского поднятия добавляют к характеристике маяния два аспекта. Первый — появление достоверных представителей рода *Trachyhystrichosphaera* [Петров и др., 1995] ниже основания лахандиния. Второй — верхняя часть лахандинского горизонта получает более полную характеристику.

Керпыльский горизонт Оленекского поднятия (дебенгдинская свита) (см. рис. 5) содержит биоту, включающую спирально завитые *Obruchevella* и *Glomovertella*, оболочки с одиночным отверстием (*Osculosphaera* sp.), акритархи с мелкими бугорчатыми выростами *Lophosphaeridium* sp. и ряд других форм [Станевич и др., 2005]. Эта ассоциация наиболее близка к керпыльской из Среднеангарского прогиба Приенисейско-Ангарской СФО. До недавнего времени большую часть хайпахской свиты относили к среднему рифею [Шпунт и др., 1982], но заключения В.Г. Пятилетова [1988] свидетельствуют в пользу более молодого (позднерифейского) ее возраста. Из отложений хайпахской свиты, вскрытых Хастахской скв. 930 (гл. 3510—3132 м), им определены: остатки цианобактерий, включая сложенноустроенные *Polytrichoides lineatus* Herm., *Digitus parvus* Pjat., *D. fulvus* Pjat., крупные оболочки *Chuarina circuliris* Walcott, эукариотические колонии *Ostiana microcystis* Herm., акритархи с выростами *Pulvinosphaeridium priscum* Pjat., чехлы с морщинистой поверхностью *Rugosoopsis latus* (Jank.). В верхней части хайпахской свиты известны акритархи *Trachyhystrichosphaera vidalii* Knoll и *Simia annulare* (Timofeev) [Vidal et al., 1993].

Биоты микрофоссилий раннего рифея (учурия) содержат цианобактерии всех порядков и большинства известных семейств, а также ряд таксонов, относимых к эукариотам (см. рис. 6): оболочки с одиночным отростком — *Germinosphaera*, *Caudatiphycus*, *Quaternatiphycus*, таблитчатые акритархи *Satka granulosa*, крупные сферические оболочки *Chuarina*, а также широкие (более 100 мкм) ветвящиеся талломы и различные крупные нитчатые формы: трихомы, пружинисто-сжатые *Elatera*, морщинистые *Rectia*, *Plicatidium* [Вейс, Семихатов, 1989; Якшин, 1991; Вейс, Воробьева, 1992; Sergeev et al., 1995; и др.]. Микробиоты среднего рифея (аимчания) сибирских разрезов гораздо беднее нижнерифейских. Здесь не только практически не появляются новации, но и отсутствуют остатки эукариот [Вейс, Воробьева, 1992; Сергеев, Ли Сень-Джо, 2001]. В керпылии не только полностью восстанавливается нижнерифейское разнообразие микрофоссилий, но происходит принципиальное обогащение. Появляется множество новых морфотипов микрофоссилий, получающих дальнейшее развитие в лахандинии (см. рис. 6), прежде всего акантоморфные акритархи. В Учуро-Майском районе к этой группе относятся *Pulvinosphaeridium* sp. [Вейс, Петров 1994], а в Туруханском — cf. *Trachyhystrichosphaera* [Петров и др., 1995]. Наиболее разнообразны керпыльские акантоморфиты в Среднеангарском регионе [Наговицин, 2002], где найдены: *Tappania plana* Yin., *Tappania* sp., *Cymatiosphaera?* sp., *Miroedichia* sp., *Pulvinosphaeridium* sp. и *Lophosphaeridium* sp. Характерны также оболочки с отверстиями и порами (*Osculosphaera* и *Tasmanites*) и стриатные акритархи. Остатки эукариотических нитчатых водорослей в керпылии кроме форм, известных в нижнем рифее содержат новые, морфологически более сложные таксоны: крупные ветвящиеся слоевища рода *Majaphyton*, кустиковидные *Ulophyton* [Вейс, Воробьева, 1993] и нити с расширениями и булавовидным апикулярными частями, близкие к представителям рода *Palaeovaucheria* Herm. Появляются спирально завитые трихомы цианобактерий *Obruchevella* и *Glomovertella*, не найденные ниже верхнерифейских отложений [Наговицин, 2002].

Необходимо отметить, что акантоморфиты *Tappania* были обнаружены также в отложениях группы Ruyang Северо-Китайской платформы [Xiao et al., 1997] и группы Ропер внутренних районов Северной Австралии [Javaux et al., 2001], относимых к мезопротерозою. Кроме того, эти биоты содержат стриатные акритархи *Valeria lophostriata* Jank. Но отнесение этих биот к раннему мезопротерозою сомнительно [Хоментовский и др., 2003]. Группа Ruyang залегает в основании трансгрессивного цикла, который по строению, геохронологическим датировкам (999 млн л. U-Pb метод по цирконам) и данным по изотопам углерода близок к низам верхнего рифея Сибири. Биота отложений группы Ропер внутренних районов Северной Австралии относится многими исследователями к раннему мезопротерозою лишь на основании датировки 1492 ± 4 млн лет U-Pb методом по туфам. Однако этими данными ограничен только ее максимальный возраст — они сделаны в 500 м ниже по разрезу находок акантоморфит *Tappania*. Наличие в этом разрезе K-Ar датировок 1100—1280 млн лет [Peat et al., 1978] и отсутствие достоверных акантоморфит в хорошо изученных и богатых биотах нижнего рифея Анабарского поднятия Сибири позволяет нам считать гораздо более вероятным сопоставление *Tappania*содержащих биот группы Ропер с керпыльскими биотами Сибири.

Широко распространено мнение о принципиальном предлахандинском рубеже в развитии микрофоссилий [Решения..., 1983], однако микрофитологические данные по Сибирской платформе заставляют в этом усомниться. Ассоциации микрофоссилий керпылия и лахандиния тесно связаны между собой. Многие роды, ранее считавшиеся типично лахандинскими, сейчас обнаружены в керпылии. Это акритархи рода *Trachyhystrichosphaera* (cf. *T.*) из Туруханского района [Петров и др., 1995] и *Miroedichia* (*M.* sp.) из Среднеангарского. Считавшиеся лахандинскими [Герман, 1990] нитчатые остатки *Ulophyton*, *Palaeovauc-*

heria, *Majaphyton*, *Eosolena*, *Segmentotallus* также описаны из керпыльских отложений [Вейс, Воробьева, 1993]. Большинство лахандинских новаций появляется постепенно на разных уровнях средней—верхней части лахандинского горизонта (см. рис. 6): акантоморфиты *Cymatiosphaeroides* и зеленые протококковые *Palaeastrum* известны из свиты Серого Ключа [Наговицин, 2000], акритархи *Prolatoforma aculeata* Mikh., *Miroedichia spathulata* Негм., *Cucumiforma vanavaria*, *Cerebrosphaera* sp. из мироедихинской свиты [Сергеев, 2001]. Таким образом, предкерпыльский рубеж проявлен более определенно, чем предлахандинский, а в керпыльско-лахандинском разрезе увеличение таксономического разнообразия верхнерифейских таксонов происходит постепенно. Практически все основные морфотипы, считавшиеся ранее верхнерифейскими, появляются в керпылии, и в дальнейшем получают лишь более широкое распространение. Следовательно, палеонтологически более обосновано проведение границы среднего и верхнего рифея в основании керпылия.

Дальнейшее (байкальское) увеличение таксономического разнообразия наиболее ярко проявилось в группе акритарх с выростами (см. рис. 6). Первые признаки роста разнообразия акантоморфит видны в биотах нижней (доледниковой) части криогения [Хоментовский и др., 2003] в микробиотах о. Шпицберген [Butterfield et al., 1994] и Австралии [Wenlong, Walter, 1992]. В пределах Сибирской платформы этому уровню, вероятно, соответствует ослянская серия Енисейского прогиба и верхняя часть камовской серии Среднеангарского прогиба (токурская биота) (см. рис. 4, Б). Еще более значительную биотическую перестройку, приведшую к гораздо более многочисленным новациям в группе акантоморфит, спровоцировал комплекс внутрибайкальских событий. Среднебайкальские биоты Сибирской платформы, содержащие остатки эукариот, немногочисленны, но резко отличаются от более древних биот. Наиболее богатая из них — уринская Патомского нагорья, имеет очень большое разнообразие акантоморфит: 12 родов, из которых только два (*Trachyhystrichosphaera* и *Miroedichia*) известны в лахандинских отложениях [Наговицин и др., 2004]. Пять родов шиповатых акритарх содержит биота из байкальских отложений Среднеангарского прогиба из Агалеевской скв. 4 Приангарья [Кочнев и др., 2007] и два рода содержит биота торгинской свиты Березовского района [Колосова, 1990].

Уральский стратотип имеет достаточно полную микрофитологическую характеристику нижнего, среднего и верхнего рифея, позволяющую проводить сопоставления с сибирскими разрезами. Как известно, ниже- и среднерифейский уровень (бурзяний и юрматиний) Южного Урала [Келлер, Янкаускас, 1980; Вейс и др., 1990] коррелируется по микрофитологической характеристике с учурским и аимчанским горизонтами Сибири. В разрезе каратавия [Вейс и др., 2003] можно выделить две различные ассоциации: нижнезильмердакскую (бирьянская, нугушская и лемезинская подсвиты) и более молодую, начинающуюся с бедерышенской подсвиты. С лахандинскими биотами Сибири микрофоссилии бедерышенской подсвиты зильмердакской свиты и инзерской свиты сопоставляются благодаря появлению акантоморфит рода *Trachyhystrichosphaera*, а дальнейшее расширение таксономического состава в инзерской свите подобно увеличению количества таксонов в средней—верхней части лахандинского горизонта Туруханского поднятия и Енисейского кряжа. Сопоставление добедерышенских отложений каратавия не столь определенно. Основное отличие их от более древних ассоциаций состоит в наличии акритарх *Valeria lophostriata*, сложных нитчатых ex. gr. *Pseudodendron*, ex. gr. *Protetocladus*, *Majaphyton* и гигантских *Lakhandinia* sp. [Вейс и др., 2003]. Присутствие последних в нугушской свите сближает комплекс с лахандинским, но определение этих таксонов в открытой номенклатуре наряду с наличием известных в керпылии *Valeria lophostriata* и *Majaphyton* и отсутствием большинства лахандинских таксонов свидетельствует, скорее, о корреляции добедерышенских отложений с керпыльскими.

СТРОМАТОЛИТЫ

При расчленении рифея на нижний, средний и верхний значительную роль сыграли три соответствующих комплекса строматолитов Сибири. В дальнейшем происходило лишь уточнение объема и корреляции ранее выделенных рифейских подразделений [Семихатов, 1962; Комар, 1966; Крылов, 1975; Раабен, 1975; Шпунт и др., 1982; Стратотип..., 1982; Дольник, 2000; и др.]. В частности, находки в игниканской свите, завершающей лахандиний (см. рис. 3, 5), *Inzeria tjomusi* и *Gymnosolen confragosus* [Семихатов, Комар, 1965] послужили основанием для совмещения нижней границы верхнего рифея с ее подошвой. Затем В.Ю. Шенфиль [1978] доказал, что верхнерифейские таксоны появляются с самых низов лахандиния и опустил границу этого стратона до его основания [Решения..., 1983]. Возраст керпыльского горизонта по строматолитам до сих пор дискутируется. Часть исследователей связывает их с лахандинским комплексом и относят к верхнему рифею [Хоментовский и др., 1972; Комар, 1973, 1987; Шенфиль, 1991], другие же ассоциируют с аимчанскими таксонами и считают керпылий среднерифейским [Шпунт и др., 1982; Семихатов, 1985; Крылов, 1985; Дольник, 2000; и др.]. Данные противоречия пытались сгладить весьма субъективно: дифференцируя таксоны в ассоциациях на межрегиональные, типично региональные и сопутствующие [Семихатов, Серебряков, 1983; Семихатов, 1985; Крылов, 1985; Дольник, 2000; и др.], либо объясняя влиянием на состав строматолитов фациальных обстановок и эпигенетических

ГОРИЗОНТ												Строматолиты	
Учурский			Аймчанский		Керпильский			Лакандинский		Уйский			
gn	om	en	tl	sv	tt	mlg	zp	nr	ign	kn	uk		
—	—	—					—						<i>Omachtenia omachtensis</i>
—	—	—											<i>Paniscollenia omachta</i>
—	—	—											<i>Stratifera omachtella</i>
—	—	—											<i>Gongylina differenciata</i>
—	—	—											<i>Nucleela figurata</i>
—	—	—											<i>Colonella sp.1</i>
—	—	—											<i>Kussiella kussiensis</i>
—	—	—											<i>K. aegussa</i>
—	—	—											<i>K. cf. kussiensis</i>
—	—	—											<i>Baicalia sp.</i>
—	—	—											<i>B. inventa</i>
—	—	—											<i>Colonella kyllachii</i>
—	—	—											<i>Colleniella evoluta</i>
—	—	—											<i>Svetliella svetlica</i>
—	—	—											<i>Sv. venusta</i>
—	—	—											<i>Kussiella vitatta</i>
—	—	—											<i>Baicalia aborigena</i>
—	—	—											<i>Svetliella sp.</i>
—	—	—											<i>Litia diformis</i>
—	—	—											<i>Conophyton ex. gr. garganicum</i>
—	—	—											<i>Conophyton sp.</i>
—	—	—											<i>Appia topicalis</i>
—	—	—											<i>Compactocollenia tchajensis</i>
—	—	—											<i>Parmites aimicus</i>
—	—	—											<i>P. confluensis</i>
—	—	—											<i>Gongylina zonata</i>
—	—	—											<i>Kussiella netcherica</i>
—	—	—											<i>Malginella zipandica</i>
—	—	—											<i>M. sp.</i>
—	—	—											<i>Katavia molca</i>
—	—	—											<i>Conophyton reticulatum</i>
—	—	—											<i>Baicalia aff. rara</i>
—	—	—											<i>B. cf. minuta</i>
—	—	—											<i>Telemsina sp.</i>
—	—	—											<i>Confundia sp.</i>
—	—	—											<i>Minyaria sacharica</i>
—	—	—											<i>Colonella ulakia</i>
—	—	—											<i>Baicalia nova</i>
—	—	—											<i>B. rara</i>
—	—	—											<i>Jacutophyton ramosum</i>
—	—	—											<i>Jac. multiforme</i>
—	—	—											<i>Baicalia lacera</i>
—	—	—											<i>B. ingilensis</i>
—	—	—											<i>Jacutophyton cognitum</i>
—	—	—											<i>Jac. sp.1</i>
—	—	—											<i>Conophyton cylindricum</i>
—	—	—											<i>C. lituum</i>
—	—	—											<i>Tungussia sp.</i>
—	—	—											<i>Kurtunia longa</i>
—	—	—											<i>Conophyton metula</i>
—	—	—											<i>Inzeria tjomusi</i>
—	—	—											<i>Jurusania cylindrica</i>
—	—	—											<i>Baicalia maica</i>
—	—	—											<i>Jacutophyton sp. II</i>
—	—	—											<i>Jac. sp. III</i>
—	—	—											<i>Inzeria (?) confragosa</i>
—	—	—											<i>Linella sp.</i>
—	—	—											<i>Tinnia patomica</i>

Рис. 7. Распространение строматолитов в гипостратотипическом разрезе рифея Учуро-Майского региона.

Свиты: gn — гонамская, om — омахтинская, en — эннинская, tl — талынская, sv — светлинская, tt — тоттинская, mlg — малгинская, zp — ципандинская, nr — нерюенская, ign — игниканская, kn — кондерская, uk — укская.

преобразований. Наконец возникла тенденция — объяснять возникшие несоответствия диахронностью появления таксонов [Семихатов, 1985]. С учетом этих предположений состав возрастных комплексов строматолитов стал весьма неопределенным и субъективным. В результате теперь строматолиты редко используются при стратиграфических построениях.

Чтобы оценить ситуацию, попытаемся сравнить имеющуюся информацию о возрасте комплексов строматолитов в различных СФО. В разрезах неопротерозоя Учуро-Майского региона строматолиты распространены очень широко и по ним были выделены три биостратиграфические комплекса: нижне-, средне- и верхнерифейский [Комар, 1966; Нужнов, 1967; Хоментовский и др., 1972; Крылов, 1975; Раабен, 1975; Семихатов, Серебряков, 1983; Семихатов, 1985; и др.]. Наиболее четкие рубежи изменения комплексов строматолитов фиксируются с оснований аймчанской и майской серий (рис. 7). Майская серия характеризуется полным исчезновением более древних строматолитов и появлением новых таксонов (см. рис. 7): 15 форм в керпыльской подсерии, 15 — в лахандинской. При обосновании нижней границы верхнего рифея часто акцентируется значение лахандинского комплекса. Однако анализ всех опубликованных списков [Семихатов, Серебряков, 1983; Семихатов, 1985; Шенфиль, 1991; Semikhatov, Raaben, 2000; и др.] показывает, что переход керпыльских ассоциаций в лахандинские происходит очень постепенно и последовательно. Так, например, низы керпыльской подсерии (тоттинская свита) охарактеризованы двумя формами: *Appia topicalis* и *Compactocollenia tchaensis*. В малгинской свите представлены уже *Parmites aimicus*, *P. confluens*, *Gongylina zonata*, *Kussiella netcherica* и пластовые *Malginella(?) malgica*. В вышележащей нижнеципандинской подсвите появляются: *Malginella zipandica*, *Conophyton reticulatum*, *Katavia molca* [Дольник, 2000]. Первый таксон проходит и в верхнеципандинскую подсвиту, которая содержит уже значительное количество (11 форм) строматолитов как новых групп *Telemsina*, *Confundia*, *Minyaria*, так и форм групп, проходящих из нижележащих слоев. Из этих строматолитов шесть форм проходят в вышележащую лахандинскую подсерию. С ее основания (нижние подсвиты нерюенской свиты) появляется всего три новых таксона — *Baicalia ingilensis*, *Jacutophyton cognitum*, *Jac. sp. I*, что, по существу, знаменует лахандинское обогащение. В верхней части нерюенской свиты добавляется еще семь новых таксонов, таких как *Conophyton metula*, *C. cylindricum*, *C. lituum*, *Inzeria tjomusi*, *Jurusania cylindrica*, *Kurtunia longa* и *Tungussia sp.* Последние четыре таксона, наиболее характерные для лахандиния, здесь появляются впервые. Связующими между верхнеципандинской (керпылий) и нерюенской (лахандиний) свитами являются, кроме *Colonella ulakia* [Семихатов, Серебряков, 1983] еще и *Baicalia rara*, *B. nova*, *B. lacera*, *Jacutophyton ramosum* и *Jac. multiforme* [Хоментовский и др., 1972; Шенфиль, 1991; и др.]. Игниканская свита представлена проходящими из подстилающей нерюенской свиты таксонами и пятью новыми формами *Baicalia maica*, *Inzeria(?) confragora*, *Linella sp.* и *Jacutophyton sp. II*, *Jac. sp. III* (см. рис. 7). Изложенные данные свидетельствуют о том, что, несмотря на некоторое своеобразие лахандинской ассоциации, она лишь условно может быть обособлена от керпыльской. Это обстоятельство и принципиальное изменение керпыльского комплекса строматолитов по сравнению с более древними, придает большое значение подразделению, объединяющему эти ассоциации — маянию.

Разрезы маяния Оленекского и Анабарского поднятий (см. рис. 5) охарактеризованы своеобразными, по сравнению с Учуро-Майским гипостратотипом, комплексами строматолитов (рис. 8). Из дебенгдинской свиты Оленекского поднятия описаны типичные для керпылия таксоны: *Malginella zipandica*, *Gongylina zonata*. Кроме них здесь встречены *Anabaria radialis*, *A. divergens*, *Platella protensa*, *Nucleella inconformis*, *Tungussia sp.* [Комар, 1966; Шпунт и др., 1982; Семихатов, 1985; Семихатов, Комар, 1989; Шенфиль, 1991], обычные для этого уровня на всем севере платформы. В хайпахской свите появляются уже характерные лахандинские таксоны — *Inzeria tjomusi*, *Jurusania cylindrica* и новая группа *Boxonia*. Для названных свит общими являются четыре формы, что в определенной мере свидетельствует о тесной связи керпылия и лахандиния и в этом районе. Подстилающая маяний арымасская свита охарактеризована принципиально отличным комплексом строматолитов *Colonella carmosa*, *C. sp.*, *Conophyton lituum*, *Jacutophyton multiforme* и *Baicalia minuta*, которые в других регионах встречены как в более молодых, так и в более древних отложениях (см. рис. 8).

На Анабарском массиве (см. рис. 8) нижняя подсвита юсмастахской свиты содержит комплекс строматолитов [Решения..., 1983], аналогичный встреченному в дебенгдинской свите керпылия. Это сопоставление подтверждает появление в верхнеюсмастахской подсвите характерных для лахандиния таксонов *Gymnosolen furcatus*. Возможно, как это считали ранее З.А. Журавлева [1974] и И.Н. Крылов с соавторами [1968], отложения со строматолитами аймчания здесь вообще отсутствуют, что согласуется с историко-геологическими данными (см. выше).

Разрезы маяния Енисейского кряжа и Туруханского поднятия коррелируются посвитно (см. рис. 5), но наиболее полно строматолиты изучены в последнем [Семихатов, 1962; Семихатов 1985; Шенфиль, 1991; и др.]. Из свиты Линок описаны лишь водорослевые постройки (см. рис. 8) *Malginella malgica*. В сухотунгусикской свите к ней добавляется *Malginella zipandica*, *Tungussia nadosa* и *Baicalia prima*. Представители группы *Malginella* позволяют сравнивать эти отложения с дебенгдинской свитой Оленекского поднятия и керпыльской подсерией. Вышележащий разрез с основания деревнинской свиты охарак-

Учурий		Аимчаний		Керпылий		Лакандиний				Строматолиты	
Котуйканская св.				Юсмастахская св.							
ниж.	верхняя			нижняя		верхняя					
Кютингдинская св.		Арымасская св.		Дебенгдинская св.		Хайпахская св.					
				ln	stn	drv	brv	shor	mir + tr		
				pg	kr + al	kg + dj	shn	sk	dd		
										<i>Conophyton garganicum</i>	
							oooo			<i>C. cylindricum</i>	
							oooo		oooo	<i>Jacutophyton sp.</i>	
										<i>Nucleela fibrosa</i>	
										<i>N. figurata</i>	
										<i>Colonella discreta</i>	
										<i>Col. laminata</i>	
										<i>Gongylina diferenciata</i>	
										<i>Compactocollenia sp.</i>	
										<i>Kussiella kussiensis</i>	
										<i>Kus. vitata</i>	
										<i>Stratifera flexurata</i>	
										<i>Str. undata</i>	
										<i>Iliella sp.</i>	
										<i>Omachtenia omachtensis</i>	
										<i>O. uchurica</i>	
										<i>Microstylus perplexus</i>	
										<i>Colonella carmosa</i>	
							xxxx			<i>Jacutophyton multiforme</i>	
							xxxx	xxxx sp.		<i>Conophyton lituum</i>	
										<i>Baicalia minuta</i>	
										<i>Colonella leneatus</i>	
										<i>Jacutophyton cognitum</i>	
										<i>Conophyton metula</i>	
							xxxx			<i>Anabaria radialis</i>	
										<i>A. divergens</i>	
										<i>Platella protensa</i>	
										<i>Nucleella simplex</i>	
							xxxxx			<i>Malginella malgica</i>	
										<i>M. zipandica</i>	
										<i>Gongylina zonata</i>	
										<i>Stratifera nekulechica</i>	
										<i>Jurusania multiforma</i>	
										<i>Tenupalusella bracteata</i>	
							xxxx	xxxx		<i>Baicalia prima</i>	
										<i>Nucleella inconformis</i>	
							xxxxx	xxxxx	xxxxx	<i>Tungussia nadosa</i>	
							oooooooo	xxxxxx	oooooooo	<i>T. confusa</i>	
							xxxxxx	xxxx	xxxx	xxxxxx	<i>Baicalia lacera</i>
							oooooooo		xxxxxx		<i>Inzeria tjomusi</i>
											<i>Gymnosolen furcatus</i>
							xxxxxx				<i>G. tungusicus</i>
							oooo				<i>Baicalia ampla</i>
							xxxxxx				<i>Jacutophyton ramosum</i>
											<i>Stratifera pseudocolumnata</i>
											<i>Jurusania cylindrica</i>
							xxxxxx				<i>Inzeria strelnogorica</i>
								xxxxxx			<i>I. (?) confragosa</i>
								xxxx			<i>Baicalia rara</i>
								oooo			<i>Pitella lanceolata</i>
								oooo			<i>Baicalia unca</i>
								xxxxxx	oooooooo		<i>Minyaria uralica</i>
								oooooooo	xxxx		<i>Inzeria nimifera</i>
											<i>Kotuicania torulosa</i>
											<i>Nucleella cortinata</i>
											<i>Boxonia lissa</i>
											<i>B. vera</i>

1 2 3 4

Рис. 8. Распространение строматолитов в отложениях позднего докембрия:

1 — Оленекского поднятия, 2 — Анабарского массива, 3 — Туруханского поднятия, 4 — Енисейского кряжа. Индексы свит: ln — Линок, stn — сухотунгусикская, drv — деревнинская, brv — буровая, shor — шорохинская, mir+tr — мироедихинская и туруханская, pg — погорюйская, kr+al — Карточки и аладинская, kg+dj — красногорская и джурская, shn — шунтарская, sk — Серого Ключа, dd — дадыктинская.

теризован массовыми находками строматолитов, характерных для лахандинской подсерии, но наиболее типичная для нее *Inzeria tjomusi* появляется не с основания тунгусикского горизонта, а в завершающей его туруханской свите (см. рис. 5).

Таким образом, в охарактеризованных разрезах Сибирской платформы (см. рис. 7, 8) четко обособляется комплекс строматолитов керпылия, резко отличающийся в качественном и количественном отношении от подстилающих учурского и аймчанского горизонтов. Характерной особенностью его является появление таксонов, известных в верхнем рифее сибирского гипостратотипа и Урала. Наоборот, строматолиты керпыльского и лахандинского подгоризонтов, несмотря на некоторое отличие их списков, повсеместно очень тесно связаны между собой.

В маянии Байкало-Ленской СФО (баллаганахский горизонт) строматолиты известны лишь в завершающей его мариинской свите (таблица). Кроме местных форм здесь найдены представители групп *Parmites*, *Katavia*, *Anabaria*. В дальнетайгинском горизонте байкалия Патомского нагорья (см. рис. 5) обнаружены *Stratifera baracunica*, *Con. garganicum*, *Stratifera sarmensis*, *Baicalia valuchtenia* и *B. hirta*, а в Прибайкалье и Березовском прогибе (см. таблицу) список пополняется новыми местными формами групп *Katavia*, *Baicalia*, *Minyaria*, *Kurtunia*, а также *Tungussia* sp., *Platella* sp., *Jacutophyton ramosum*. Как видно из представленных списков (см. таблицу) и о чем мы неоднократно писали [Хоментовский и др., 1972, 1998], ассоциации мариинского и нижнедальнетайгинского уровней имеют слишком мало общего (три формы и *Conophyton garganicum* с чрезвычайно широким диапазоном распространения) для объединения их в один мариинско-баракунский среднерифейский комплекс [Дольник, 2000]. Жуинский горизонт, завершающий здесь байкалий, характеризуют ряд новых таксонов — *Inzeria tchencha*, *Tinnia patomica*, *T. punctata*, *T. tchaja*, *Patomia ambigue*, *Inzeria gigantea*, *Lenia jacutica*. Из них первые три формы описаны также в торгинской свите Березовской зоны. Наряду с большим количеством новых форм, в этом горизонте развиты *Gymnosolen* sp., *Tinnia patomica*, *Patomia* и *Linella*, которые проходят на юдомский уровень. Отложения жуинского горизонта перекрываются осадками, относящимися, несомненно, к венду [Хоментовский и др., 2004].

Таким образом, в Байкало-Ленской СФО на границе баллаганахского и дальнетайгинского горизонтов происходит исчезновение характерных для маяния форм и появление все большего количества новых форм от низов дальнетайгинского горизонта (*Compactocollenia sarmensis*, *Conophyton cadilnicus*, *Katavia lenaica*, *Svetliella(?) senica*, *Gongylina uluntuica*, *Baicalia hirta* и др.) к его верхней части (верхне-улунтуйская подсвита) — *Katavia molca*, *K. borlogella*, *Kurtunia uluntuica*, *Minyaria buguldeica* и др. При этом заметного резкого количественного скачка в пределах всего дальнетайгинского горизонта, вопреки утверждению Т.А. Дольник [2000], не происходит. На уровне групп строматолиты Байкало-Ленской СФО имеют несомненную общность с верхнерифейскими таксонами других регионов (*Katavia*, *Anabaria*, *Minyaria*, *Inzeria*, *Gymnosolen* и др.). Но подавляющее количество форм здесь новые и за пределами рассматриваемой СФО неизвестны. Весьма вероятно, что часть здешних „эндемиков“ окажутся руководящими формами байкалия. Например, *Tinnia patomica* встречена в уйской серии, формы группы *Linella* характерны для верхов верхнего рифея и венда других регионов [Шенфиль, 1991].

Для биостратиграфии рассматриваемого региона много дают микрофитолиты, хотя из-за влияния фациальных условий и постседиментационных изменений [Терлеев, 1984] отношение к ним резко ухудшилось. Тем не менее по комплексам микрофитолитов байкалий на Сибирской платформе не только четко отбивался от более древних толщ, но и, как по строматолитам, расчленяется на дальнетайгинский и жуинский горизонты [Якшин, 1978].

Суммируя сказанное о строматолитах, можно сделать ряд выводов. Керпыльский подгоризонт по появлению многочисленных новых форм групп *Appia*, *Compactocollenia*, *Parmites*, *Malginella*, *Katavia*, *Minyaria*, *Telemsina*, *Confundia*, *Tungussia* и новых форм, проходящих снизу групп *Baicalia*, *Conophyton*, *Jacutophyton*, *Gongylina*, *Kussiella*, *Colonella*, *Nucleella*, имеет четкую нижнюю границу. Специфическая ассоциация строматолитов дебенгдинской и нижнеосмастахской свит Оленекского и Анабарского поднятий (*Anabaria radialis*, *A. divergens*, *Platella protensa*) дополняет характеристику керпылия (см. рис. 7, 8). Принципиально отлично характеризуется нижняя граница лахандинского подгоризонта. В нем продолжается лишь дальнейшее последовательное обогащение комплекса строматолитов, начавшееся в керпылии. Здесь встречены таксоны новых групп — *Inzeria*, *Jurusania*, *Kurtunia*, *Gymnosolen*, *Linella*, *Kotucania*, *Voxonia*, *Pitella* и новых форм, проходящих снизу *Tungussia*, *Baicalia*, *Jacutophyton*, *Conophyton* (см. рис. 7, 8). При этом появление наиболее характерных для лахандиния таксонов происходит не с его основания, а постепенно выше по разрезу, что не позволяет уверенно провести границу между керпылием и лахандинием. Ситуацию осложняет и то, что в разных районах низы лахандиния характеризуют разные таксоны. Эти обстоятельства делают нижнюю границу маяния гораздо более перспективной для того, чтобы с нее начинать верхний рифей.

Строматолиты байкалия (см. таблицу) в Байкало-Ленской СФО, представленные многочисленными, в значительной мере новыми формами типичных для неопротерозоя групп — *Katavia*, *Anabaria*, *Minyaria*, *Inzeria*, *Gymnosolen*, *Tinnia* и *Linella*, уверенно отличают его от маяния. К нижнему байкалию, весьма

Строматолиты неопротерозоя Байкало-Ленской СФО

Строматолиты	Патомский район				Прибайкалье			Березовский район	
	mr	br	kl	čn	gl	ul ₁	ul ₂	sn	tr
<i>Kussiella(?) netcherica</i> Dol.	+								
<i>Baicalia bulbuchtensis</i> Kom.	+								
<i>B. impexa</i> Dol.	+								
<i>B. mariinica</i> Dol.	+				+	+	+		
<i>B. reticulata</i> Dol.	+					+			
<i>Compactocollenia sarmensis</i> Kor.						+			
<i>Conophyton garganicum</i> Korol.	+		+			+		+	
<i>C. cylindricus</i>						+			
<i>C. cadilnicus</i>						+	+		
<i>Parmites aimicus</i> (Nuzh.) Schap.	sp.							+	
<i>Anabaria visenda</i> Dol.	+					+			
<i>Colonella</i> sp.	+							+	
<i>Katavia(?) istanachica</i> Dol.	+								
<i>K. molca</i> Dol.							+		
<i>K. borlogella</i> Dol.							+		
<i>K. lenaica</i> Schenf.				+					
<i>Jacutophyton ramosum</i>							+		
<i>Platella</i> sp.							+		
<i>Svetliella(?) senica</i> Dol.								+	
<i>Conophyton metula</i> Kir.								+	
<i>Tungussia</i> sp.							+		
<i>Minyaria buguldeica</i> Schenf.							+		
<i>Kurtunia uluntuica</i> Schenf.							+		
<i>Gongylina uluntuica</i> Dol.						+			
<i>Compactocollenia tchajensis</i> Dol.					+				
<i>Baicalia rara</i> Semikh.							+	+	
<i>B. aff. lacera</i> Semikh.								+	
<i>B. baicalica</i> Kryl.							+		
<i>B. valuchtenia</i> Dol.			+				+		
<i>B. hirta</i> Dol.			+						
<i>Columnacollenia uluntuica</i> Korol.							+		
<i>Strattella goloustenella</i> Dol.					+				
<i>Stratifera sarmensis</i> Dol.			+				+		
<i>Str. baracunica</i> Dol.		+							
<i>Stratella bogoujctica</i> Dol.								+	
<i>Inzeria tchentcha</i> Dol.				+					+
<i>I. gigantea</i> Dol.				+					
<i>Gymnosolen</i> sp.				+					
<i>Patomia ossica</i> Kryl.				+					
<i>P. ambigue</i> Dol.				+					
<i>Tinnia patomica</i> Dol.				+					+
<i>Linella aff. avis</i> Kryl.				+					
<i>Tinnia punctata</i> Dol.				+					+
<i>T. tchaja</i> Dol.				+					
<i>Lenia jacutica</i> Dol.				+					

Примечание. Свиты: mr – мариинская, br – баракунская, kl – каланчевская, čn – ченчинская, gl – голоустенская, ul – улунтуйская, sn – сеньская, tr – торгинская. Строматолит *Parmites* sp. – ондокская свита Олоkitской зоны.

вероятно, относятся строматолиты осянковой серии Енисейского кряжа, представленные как формами, проходящими из маяния *Tungussia nadosa*, так и новыми таксонами *Anabaria camenensis* (нижнеангарская свита) и *Jurusania chinensis* (дашкинская свита). Кроме того, в основании данного подразделения происходит исчезновение развитых в тунгусикской серии типичных для лахандиния строматолитов *Inzeria tjomusi* и представителей группы *Minyaria*.

При сравнении сибирских ассоциаций строматолитов с комплексами выделенных на Урале отделов рифея [Стратотип..., 1982] не вызывает сомнений сопоставление нижнерифейской бурзянской серии с учурской, а среднерифейской юрматинской — с айчанской [Семихатов, 1985; Шенфильд, 1991; и др.]. Затруднения возникают при корреляции каратауской серии Урала с верхнерифейскими сибирскими подразделениями. В бедерьшинской свите зильмердакской серии появляются отдельные постройки *Jurusania cylindrica* Ktyl., а в низах вышележащей катавской свиты к ним добавляется *Inzeria tjomusi*, *Tungussia* sp. [Стратотип..., 1982]. Названные таксоны позволяют сопоставлять с этим уровнем Уральско-стратотипа уже лахандинский подгоризонт Сибири. Однако в средне- и верхнекатавской подсвите широко распространены *Conophyton reticulatum*, *M. zipandica*, которые в Сибири появляются в керпыльском подгоризонте. Эти данные ставят под сомнение возможность отнесения к среднему рифею керпыльского подгоризонта или свидетельствуют о другом варианте корреляции сравниваемых разрезов. Аналогичным образом в симской (подинзерской) свите развиты *Gymnosolen ramsayi*, *G. assymmetricus*, *Parmites meridionalis*; а в минской подсвите миньярской свиты — *Katavia*, которые в сибирских разрезах описаны из лахандиния, а встреченные вместе *Parmites* и *Katavia* — из керпыльского подгоризонта. Однако эти неувязки не нарушают общей последовательности развития строматолитов в Сибири и на Урале, но уже в рамках более крупных подразделений. Наблюдается явная общность ассоциаций строматолитов в толще, заключенной в сравниваемых регионах между несомненно средним рифеем (айчаньем) и вендом. Именно эта ассоциация и должна определять верхнерифейский возраст содержащих ее отложений. Сложная ситуация с биостратиграфией верхнего рифея по строматолитам возникла из-за того, что ошибочно выделяются крупные стратона там, где для этого нет достаточных оснований. Это, в частности, отнесение части верхнего рифея северных районов (дебенгдинская свита и нижнеюсмастахская подсвита) к среднему. Столь же преждевременно пока в верхнем рифее Урала, по аналогии с Сибирью, выделять керпылий, лахандиний и байкалий.

Таким образом, характеристика сибирских позднедокембрийских подразделений по строматолитам позволяет более обоснованно и детально расчленивать неопротерозой, что делает их весьма перспективными для обоснования Общей стратиграфической шкалы докембрия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделение по комплексу историко-геологических, палеонтологических и геотектонических данных Общесибирского позднедокембрийского подразделения — маяния (1100—850 млн лет), не только принципиально уточняет схему стратиграфии позднего докембрия Сибири, но и качественно меняет ее сущность. Основные подразделения неопротерозоя — маяний, байкалий и венд оказываются связанными с главнейшими этапами тектонического развития Сибири. Это является залогом возможности их широкой корреляции. Получены сходные результаты по четырем структурно-фациальным областям: Учуро-Юдомской, Байкало-Ленской, Приенисейско-Ангарской и Северной, занимающим всю периферию Сибирского кратона. При этом в каждой из них суммирована информация по столь отличным структурам, как внутрикратонные депрессии, перикратонные прогибы и краевые части блоков с океанической корой, с включенными в последние микроконтинентами. Сходимость полученной информации гарантирует качество схемы.

Маяний повсеместно обособлен от вмещающих стратиграфических подразделений принципиальными общесибирскими тектоническими перестройками. Эпицентрами их проявления являются области стыка блоков с континентальной и океанической корой. Наиболее определенно они охарактеризованы в Байкало-Ленской СФО, где обе эти неопротерозойские структуры хорошо обнажены. В Байкало-Витимском структурно-фациальном районе маянию предшествовала дезинтеграция древней коры, за которой последовало формирование вулканитов типа N-MORB с датировками 1135, 1050, 1035 млн лет. В перикратонном прогибе отражением этого события является размыв и несогласие в основании баллаганакской серии. Байкалий связан со второй дезинтеграцией и образованием островодужных вулканитов, офиолитов и надсубдукционных магматических комплексов. Трехэтапное строение байкалия в его стратотипической местности (835—750; 750—700 и 700—650 млн лет) является эталоном для остальных частей Сибири [Хоментовский и др., 2003].

В Приенисейско-Ангарской СФО маянию также предшествовали интенсивные тектонические события, сопровождавшиеся воздыманием на западе региона и образованием Тейских гранитоидных куполов (1100—1050 млн лет). На платформе в это время некомпенсированный раннесреднерифейский прогиб был выполнен мелководными ритмично-слоистыми отложениями большепитской серии. Тун-

гусикская серия, завершающая разрез верхнего рифея региона, тесно связана с большепитской. Байкалию здесь предшествовала принципиальная тектоническая перестройка, сопровождавшаяся формированием офиолитов (850 млн лет) и аллохтонных гранитов татарско-аяхтинского комплекса (850—820 млн лет) [Хоментовский, 2007]. Со вторым этапом байкалия (чингасанская серия и ее аналоги) связано проявление коллизионных событий, сопровождавшихся внедрением гранитов глушихинского комплекса (760—730 млн лет).

Восточный край Учуро-Юдомской СФО скрыт под надвинутым с востока Охотским микроконтинентом. Но происходившие там события отразились в смежной части платформы. Керпылий в пределах Учуро-Майской плиты и на Охотском микроконтиненте перекрывает более древние отложения с глубоким размывом и мощной базальной пачкой. Байкалию в Учуро-Юдомской СФО также предшествовала существенная тектоническая перестройка. С ней связаны: проявление тектонотермального эффекта в Юдомо-Майском перикратонном прогибе и превращение смежных с ним структур в поднятия, интенсивный размыв которых выполнил прогиб многокилометровой толщей терригенных отложений.

Во внутрикратонных депрессиях севера Сибирской платформы тектонические перестройки, ограничивающие маяний, проявились выклиниванием байкалия и местами полным размывом аимчания. Это связано с интенсивным проявлением на Таймыре гренавильских и раннебайкальских событий, установленных там В.Е. Хаиным [1979].

Принципиальные событийные рубежи, повсеместно ограничивающие в Сибири маяний, согласуются со временем становления и начала распада суперконтинента Родиния [Rogers, 1996]. Напротив, граница, разделяющая слагающие маяний керпыльскую и лахандинскую подсерии, практически не несет существенной тектонической нагрузки. Границы крупных стратиграфических подразделений докембрия по тектоническим и историко-геологическим данным могут быть широко прослежены, только если они связаны с надрегиональными тектоническими перестройками. В этом отношении рубеж в основании керпылия в качестве подошвы верхнего рифея гораздо перспективней нижней границы лахандиния. Неудачна попытка некоторых исследователей, использующих для этой цели предлахандинский вариант границы, подкрепив его палеонтологическими данными. Однако подведенный выше итог по эволюции неопротерозойских микрофоссилий и строматолитов Сибири показал, что принципиальные изменения состава их комплексов происходят лишь в основании и в кровле маяния. В лахандинии же они сменяются очень постепенно в пределах значительных интервалов разрезов. Характерные для лахандиния таксоны микрофоссилий (*Trachyhystricosphaera*, *Miroedichia* и др.) впервые появляются в керпылии, а затем верхнерифейские формы последовательно насыщают разрезы лахандиния от подошвы до самой его кровли. Наиболее характерные, межрегиональные для лахандиния формы строматолитов — *Inzeria tjomusi*, *Jurusania cylindrica* и др. появляются обычно значительно выше подошвы лахандиния. Весьма характерна также резкая смена комплексов окаменелостей в основании керпылия, принципиально отличающая его подошву от кровли. Из всего сказанного следует, что по палеонтологическим данным нижнюю границу верхнего рифея следует связывать с основанием керпылия. Совершенно очевидно, что она определяется пертурбациями, определяющими границы крупных надрегиональных стратиграфических подразделений. Таким образом, маяний комплексно обоснован историко-геологическими, палеонтологическими и, как показано выше, геохронологическими данными. Возможность расчленить неопротерозой Сибири на ряд общесибирских стратиграфических подразделений — двух в маянии, трех в байкалии и венде [Хоментовский, 2002, 2006; Хоментовский и др., 2003], хотя и уступает по детальности схеме, принятой в фанерозое, но резко превосходит все, что известно в этом отношении стратиграфически ниже. Все сказанное делает стратиграфию сибирского неопротерозоя интересной для разработки Общей шкалы позднего докембрия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 02-05-64765, 05-05-64229 и 06-05-65087).

ЛИТЕРАТУРА

Вейс А.Ф. Микрофоссилии рифея и венда Учуро-Майского и Туруханского районов Сибири // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1988, № 5, с. 47—64.

Вейс А.Ф., Семихатов М.А. Нижнерифейская омахтинская ассоциация микрофоссилий Восточной Сибири: состав и условия формирования // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1989, № 5, с. 36—55.

Вейс А.Ф., Воробьева Н.Г. Микрофоссилии рифея и венда Анабарского массива // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1992, № 1, с. 114—130.

Вейс А.Ф., Воробьева Н.Г. Микробиоты керпыльской серии сибирского гипостратотипа рифея // Стратиграфия. Геол. корреляция, 1993, № 1, с. 1—17.

Вейс А.Ф., Петров П.Ю. Главные особенности фациально-экологического распределения микрофоссилий в рифейских бассейнах Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция., 1994, т. 2, № 5, с. 97—129.

Вейс А.Ф., Козлова Е.В., Воробьева Н.Г. Органостенные микрофоссилии типового разреза рифея (Южный Урал) // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1990, № 9, с. 20—36.

Вейс А.Ф., Петров П.Ю., Воробьева Н.Г. Мироедихинская микробиота верхнего рифея Сибири. Сообщение 1. Состав и фациально-экологическое распределение органостенных микрофоссилий // Стратиграфия. Геол. корреляция, 1998, № 5, с. 15—38.

Вейс А.Ф., Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Воробьева Н.Г. Микрофоссилии типового разреза верхнего рифея (каратавская серия Южного Урала) // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2003, т. 11, № 6, с. 20—45.

Верниковская А.Е., Верниковский В.А., Сальникова Е.Б., Даценко В.М., Котов А.Б., Ковач В.П. Гранитоиды Ерудинского и Чиримбинского массивов Заангарья Енисейского кряжа — индикаторы неопротерозойских коллизионных событий // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (3), с. 259—272.

Верниковский В.А., Верниковская А.Е., Сальникова Е.Б., Котов А.Б., Ковач В.П. Постколлизионный гранитоидный магматизм Заангарья Енисейского кряжа, событие в интервале 750—720 млн лет назад // Докл. РАН, 2002, т. 384, с. 221—226.

Волобуев М.И. Рифейский офиолитовый комплекс Енисейского кряжа // Геотектоника, 1993, № 6, с. 82—87.

Вызу А.И. Новые данные о стратиграфии верхнепротерозойских отложений западной части Енисейского кряжа // Опорные узлы унифицированной схемы позднего докембрия Сибири. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1980, с. 128—137.

Герман Т.Н. Органический мир миллиард лет назад. Л., Наука, 1990, 52 с.

Горохов И.М., Яковлева О.В., Семихатов М.А., Ивановская Т.А. Rb-Sr и K-Ar возраст и мессбауэровские 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., Мельников Н.Н., Турченко Т.Л., Константинова Г.В., Кутявин Э.П. Rb-Sr геохронология среднерифейских аргиллитов юсмастахской свиты, Анабарский массив // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2001, т. 9, № 3, с. 3—24.

Государственная геологическая карта Енисейского кряжа м-ба 1:500 000 / Л.К. Качевский, Г.И. Качевская, Ж.М. Грабовская. Красноярск, Красноярскгеологосъемка, 1998.

Динер А.Э. Эталон захребетнинского трахибазальт-щелочного комплекса (Енисейский кряж). Красноярск, КНИИГиМС, 2000, 109 с.

Дольник Т.А. Строматолиты и микрофитолиты в стратиграфии рифея и венда складчатого обрамления юга Сибирской платформы. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал „Гео“, 2000, 160 с.

Журавлева З.А. К вопросу о возрасте верхнедокембрийских отложений Хараулаха // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1974, № 11, с. 127—131.

Забияка А.И., Курганьков П.П., Гусаров Ю.В., Самков В.В., Зобов Н.Е., Ломаев В.Г., Мирошников А.Е., Сердюк С.С., Власов В.С., Зверев И.Ю., Яковлев И.Ю. Тектоника и металлогения Нижнего Приангарья. Красноярск, КНИИГиМС, 2004, 319 с.

Келлер Б.М., Янкаускас Т.В. Микрофоссилии стратотипа рифея Южного Урала // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1980, № 12, с. 58—67.

Колосова С.П. Древние акантоморфы восточной части Сибирской платформы // Органический мир и стратиграфия отложений в нефте-, газо- и рудоносных регионах Якутии, 1990, с. 2—45. (Деп. ВИНТИ, № 4997-В90).

Комар Вл.А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. М., Наука, 1966, 122 с.

Комар Вл.А. Новые данные о корреляции рифейских отложений Южного Урала и Сибири по строматолитам // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1973, № 10, с. 30—36.

Комар Вл.А. Разрешающая стратиграфическая способность рифейских строматолитов // III Всесоюз. симпоз. по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Петрозаводск, 1987, с. 48—49.

Конников Э.Г., Гибшер А.С., Изох А.Э., Склярков Е.В., Хаин Е.В. Позднепротерозойская эволюция северного сегмента Палеоазиатского океана: новые радиологические, геологические и геохимические данные // Геология и геофизика, 1994, т. 35, (7—8), с. 152—168.

Кочнев Б.Б., Наговицин К.Е., Файзуллин М.Ш. Байкалий и венд Нижнего Приангарья (юг Сибирской платформы) // Геология и геофизика, 2007, т. 48 (11), с. 1201—1209.

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

Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М., Наука, 1975, 243 с.

Крылов И.Н. Строматолиты и стратиграфия верхнего докембрия: проблемы-85 // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1985, № 11, с. 44—55.

Крылов И.Н., Нужнов С.Н., Шаповалова И.Г. О строматолитовых комплексах среднего рифея // Докл. АН СССР, 1968, т. 181, № 2, с. 426—429.

Кузьмичев А.Б. Тектоническая история Тувино-Монгольского массива: раннебайкальский, позднебайкальский и каледонский этапы. М., Пробел-2000, 2004, 191 с.

Макрыгина В.А., Петрова З.И., Сандимирова Г.П., Пахольченко Ю.А. Новые данные о возрасте толщ, обрамляющих Чуйское и Прибайкальское поднятия (Северное и Западное Прибайкалье) // Геология и геофизика, 2005, т. 46 (7), с. 714—722.

Миронов А.Г., Ножкин А.Д. Золото и радиоактивные элементы в рифейских вулканогенных породах. Новосибирск, Наука, 1978, 254 с.

Митрофанов Г.Л. Байкальский мегакомплекс внутренних зон Байкальской горной области // Тектоника байкальского (рифейского) мегакомплекса Сибири: Атлас тектонических карт и опорных профилей Сибири. Новосибирск, 1981, ИГиГ СО АН СССР, с. 73—86.

Митрофанов Г.Л., Митрофанова Н.Н. Геодинамические режимы и этапы формирования континентальной земной коры в Западном Забайкалье // Суперконтиненты в геологическом развитии докембрия. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2001, с. 160—162.

Наговицин К.Е. Окремненные микробиоты верхнего рифея Енисейского кряжа // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 2—3: Приложение к журн. „Геология и геофизика“, 2000, т. 41, с. 7—31.

Наговицин К.Е. Микрофоссилии керпильского уровня из нефтегазоносных отложений внутренних районов Сибирской платформы // Геология, геохимия и геофизика на рубеже XX и XXI веков (Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 10-летию РФФИ). Иркутск, ИЗК СО РАН, 2002, с. 84—86.

Наговицин К.Е., Файзуллин М.Ш., Якшин М.С. Новые формы акантоморфных акритарх байкалия Патомского нагорья (уринская свита, Восточная Сибирь) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 6: Приложение к журналу „Геология и геофизика“, 2004, т. 45, с. 7—19.

Неймарк Л.А., Рыцк Е.Ю., Гороховский Б.М., Овчинникова Г.В., Киселева Е.И., Конкин В.Д. Изотопный состав свинца и генезис свинцово-цинкового оруденения Олоkitской зоны Северного Прибайкалья // Геология рудных месторождений, 1991, № 6, с. 33—49.

Ножкин А.Д., Туркина О.М., Бибикова Е.В., Терлеев А.А., Хоментовский В.В. Рифейские гранитоидные купола Енисейского кряжа: геологическое строение и U-Pb изохронный возраст // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (9), с. 905—1313.

Нужнов С.В. Рифейские отложения юго-востока Сибирской платформы. М., Наука, 1967, 159 с.

Петров П.Ю., Вейс А.Ф. Фациально-экологическая структура древнинской микробиоты: верхний рифей Туруханского поднятия Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция, 1995, т. 3, № 5, с. 13—41.

Петров П.Ю., Семихатов М.А., Сергеев В.И. Развитие рифейской карбонатной платформы и распределение на ней окремненных микрофоссилий (сухотунгусикская свита Туруханского поднятия Сибири) // Стратиграфия. Геол. корреляция, 1995, т. 3, № 6, с. 79—99.

Подковыров В.Н., Котова Л.Н. Геохимическая и C-изотопная цикличность карбонатов позднепротерозойского чехла Сибирской платформы // Геология, геохимия и геофизика на рубеже XX и XXI веков (Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 10-летию РФФИ). Иркутск, ИЗК СО РАН, 2002, с. 382—384.

Пономарчук В.А., Шенфиль В.Ю., Якшин М.С., Лебедев Ю.Н., Кузьмин Д.С., Морозова И.П. Прямое датирование строматолитов Оленекского поднятия K-Ag методом // Докл. РАН, 1994, т. 339, № 3, с. 378—381.

Постельников Е.С. Геосинклинальное развитие Енисейского кряжа в позднем докембрии. М., Наука, 1980, 70 с. (Тр. ГИН АН СССР, вып. 341).

Пятилетов В.Г. Микрофоссилии позднего докембрия Катангской седловины и сопредельных территорий // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Стратиграфия и палеонтология. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1986, с. 129—162.

Пятилетов В.Г. Микрофоссилии позднего докембрия Учуро-Майского района // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Рифей и венд. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1988, с. 47—104.

Раабен М.Е. Верхний рифей как единица Общей стратиграфической шкалы. М., Наука, 1975, 247 с.

Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск, 1979). Новосибирск, 1983, 215 с.

Рыцк Е.Ю., Ковач В.П. Байкальская складчатая область: неопротерозойская рифтогенная окраина Палеоазиатского океана // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 3, т. 2. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2005, с. 85—88.

Рыцк Е.Ю., Ковач В.П., Шалаев В.С., Сальникова Е.Б., Крымский Р.Ш., Беляцкий Б.В., Яковлева С.З. Два этапа рифтогенной деструкции древней континентальной коры Сибирского кратона в позднем докембрии // Суперконтиненты в развитии докембрия. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2001а, с. 231—232.

Рыцк Е.Ю., Амелин Ю.В., Ризванова Н.Г., Крымский Р.Ш., Митрофанов Г.Л., Митрофанова Н.Н., Переляев В.И., Шалаев В.С. Возраст пород Байкало-Муйского складчатого пояса // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2001б, т. 9, № 4, с. 3—15.

Рыцк Е.Ю., Шалаев В.С., Ризванова Н.Г., Крымский Р.Ш., Макеев А.Ф., Риле В.Г. Олокильская зона Байкальской складчатой области: новые изотопно-геохронологические и петрохимические данные // Геотектоника, 2002, № 1, с. 29—41.

Семихатов М.А. Рифей и нижний кембрий Енисейского кряжа. М., Изд-во АН СССР, 1962, 242 с.

Семихатов М.А. Строматолиты в стратиграфии докембрия: анализ-84 // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1985, № 4, с. 3—21.

Семихатов М.А., Комар Вл.А. О применимости формальных видов столбчатых строматолитов для межрегиональной корреляции рифейских отложений // Докл. АН СССР, 1965, т. 165, № 6, с. 10383—10386.

Семихатов М.А., Серебряков С.Н. Сибирский гипостратотип рифея. М., Наука, 1983, 221 с.

Семихатов М.А., Комар Вл.А. Строматолиты докембрия: биологическая интерпретация, классификация и стратиграфическое значение // Проблемы стратиграфии верхнего протерозоя и фанерозоя. М., Наука, 1989, с. 13—31.

Семихатов М.А., Горохов И.М., Кутявин Э.П., Друбецкая Е.Р., Ципурский С.И., Яковлева О.В., Ивановская Т.А., Мельников Н.Н., Турченко Т.Л. Анализ возможностей осадочных геохронометров на примере тоттинской свиты рифея Восточной Сибири // Литология и полезные ископаемые, 1989, № 6, с. 3—18.

Сергеев В.Н., Ли Сень-Джо. Микрофоссилии в кремнях светлинской свиты среднего рифея Учуро-Майского района Сибири и их биостратиграфическое значение // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2001, т. 9, № 1, с. 3—12.

Соколов Б.С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1952, № 5, с. 21—34.

Соколов Б.С. Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы // Геология докембрия. М., Наука, 1964, с. 135—150. (XXII сес. МГК; докл. сов. геологов).

Станевич А.М., Файзулина З.Х. Микрофоссилии в стратиграфии позднего докембрия Байкало-Патомской горной области. М., Недра, 1992, 157 с.

Станевич А.М., Переляев В.И. К стратиграфии позднего докембрия Средневитимской горной страны (Делюн-Уранский хребет) // Геология и геофизика, 1997, т. 38 (10), с. 1642—1652.

Станевич А.М., Корнилова Т.А., Чатта Е.Н., Убинин С.Г., Константинов К.М. Водорослево-бактериальные сообщества рифея Оленекского поднятия // Эволюция жизни на Земле: Материалы III междунар. симпоз. Томск, 2005, с. 103—104.

Стратотип рифея. Палеонтология. Палеомагнетизм. М., Наука, 1982, 176 с.

Терлеев А.А. Стратиграфия и микрофитоциты, известковые водоросли позднедокембрийских-раннекембрийских отложений северо-западной части Восточного Саяна: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1984, 17 с.

Хабаров Е.М. Формации и эволюция рифейской седиментации восточных зон Енисейского кряжа // Геология и геофизика, 1994, т. 35 (10), с. 45—54.

Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Внеальпийская Азия и Австралия. М., Недра, 1979, 356 с.

Хераскова Т.Н. Новые данные о строении Енисейского кряжа // Геотектоника, 1999, № 1, с. 15—27.

Хоментовский В.В. Венд. Новосибирск, Наука, 1976, 269 с.

Хоментовский В.В. Событийная основа стратиграфической шкалы неопротерозоя Сибири и Китая // Геология и геофизика, 1996, т. 37 (8), с. 43—56.

Хоментовский В.В. Основные рубежи Сибирской и Общей шкал неопротерозоя // Геология, геохимия и геофизика (Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 10-летию РФФИ). Иркутск, ИЗК СО РАН, 2002а, с. 140—142.

Хоментовский В.В. Байкалий Сибири (850—650 млн лет) // Геология и геофизика, 2002б, т. 43 (4), с. 313—333.

Хоментовский В.В. Актуальные вопросы стратиграфии неопротерозоя в Сибирском гипостратотипе рифея // Геология и геофизика, 2005, т. 46 (4), с. 529—545.

Хоментовский В.В. Неопротерозой севера Сибирского кратона // Геология и геофизика, 2006, т. 47 (7), с. 865—880.

Хоментовский В.В. Верхний рифей Енисейского кряжа // Геология и геофизика, 2007, т. 48 (9), с. 921—933.

Хоментовский В.В., Наговицин К.Е. Неопротерозой запада Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1998, т. 39 (10), с. 1365—1376.

Хоментовский В.В., Постников А.А. Неопротерозойская история развития Байкало-Виллюйской ветви Палеоазиатского океана // Геотектоника, 2001, № 3, с. 3—21.

Хоментовский В.В., Шенфиль В.Ю., Якшин М.С., Бутаков Е.П. Опорные разрезы отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Сибирской платформы. М., Наука, 1972, 356 с.

Хоментовский В.В., Шенфиль В.Ю., Якшин М.С. Рифей Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1985 (7), с. 25—33.

Хоментовский В.В., Постников А.А., Файзуллин М.Ш. Байкалий стратотипической местности // Геология и геофизика, 1998, т. 39 (11), с. 1505—1517.

Хоментовский В.В., Наговицин К.Е., Файзуллин М.Ш. Событийные рубежи и микрофоссилии для стратиграфической шкалы неопротерозоя // Докл. РАН, 2003, т. 338, № 1, с. 90—92.

Хоментовский В.В., Постников А.А., Карлова Г.А., Кочнев Б.Б., Якшин М.С., Пономарчук В.А. Венд Байкало-Патомского нагорья (Сибирь) // Геология и геофизика, 2004, т. 45 (4), с. 465—484.

Цыганков А.А. Магматическая эволюция Байкало-Муйского вулканоплутонического пояса в позднем докембрии. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2005, 306 с.

Черных А.И. Геологическое строение и петролого-геохимическое обоснование докембрийских офиолитовых и палеоостроводужных комплексов Енисейского кряжа. Новосибирск, ОИГТМ СО РАН, 2000, 21 с.

Чумаков Н.М. Среднесибирский гляциогоризонт // Стратиграфия. Геол. корреляция, 1993, № 1, с. 21—31.

Шатский Н.С. Принципы стратиграфии позднего докембрия и объем рифейской группы // Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., Изд-во АН СССР, 1960, с. 5—15. (МГК, XXI сес., пробл. 8).

Шатский Н.С. Рифейская эра и байкальская складчатость // Избр. труды. Т. I. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 600—619.

Шенфиль В.Ю. Новые данные о строматолитах мильконской свиты (Юдомо-Майский район) // Новое в стратиграфии и палеонтологии позднего докембрия восточных и северных районов Сибири. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1978, с. 114—133.

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

Шенфиль В.Ю., Морякин В.Б. Корреляция разрезов верхней части тунгусикской серии бассейнов рек Каменка и Горбиллок (Енисейский кряж, верхний рифей) // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Вопросы региональной стратиграфии. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1990, с. 64—79.

Шенфиль В.Ю., Морякин В.Б. Корреляция верхнерифейских отложений вкрест структуры Енисейского кряжа в бассейне реки Большой Пит // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Сибирская платформа и ее обрамление. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1991, с. 45—65.

Шпунт Б.Р., Шаповалова И.Г., Шамшина Э.А. Поздний докембрий севера Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 1982, 225 с.

Якшин М.С. О стратиграфическом значении микрофитоцитов // Новое в стратиграфии и палеонтологии позднего докембрия Сибирской платформы. Новосибирск, 1978, с. 37—49.

Якшин М.С. Водорослевая микробиота нижнего рифея Анабарского поднятия. Новосибирск, Наука, 1991, 60 с.

Ярмолюк В.А. Протерозой восточной части Алданской плиты // Материалы по геологии и полезным ископаемым Дальнего Востока. Хабаровск, 1946, с. 58—79.

Butterfield N.J., Knoll A.H., Swett K. Paleobiology of the Neoproterozoic Svanbergfjellet Formation, Spitsbergen // Fossils and Strata, 1994, № 34, p. 84.

Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R. Morphological and ecological complexity in early eukariotic ecosystems // Nature, 2001, v. 412, p. 66—69.

Khain V.E., Gusev G.S., Khain E.V., Vernikovskiy V.A., Volobuyev M.J. Circum-Siberian Neoproterozoic Ophiolite Belt // Ophioliti, 1997, v. 22, № 2, p. 195—200.

Peat C.J., Muir M.D., Plumb K.A., McKirdy D.M., Norvick M.S. Proterozoic microfossils from the Roper Group, Northern Territory, Australia // BMR J. Australian Geology & Geophysics, 1978, v. 3, p. 1—17.

Rainbird R.H., Stern R.A., Khudoley A.K., Kropachev A.P., Heamen L.M., Sukhorukov V.I. U-Pb geochronology of Riphean sandstone and gabbro from southeast Siberia and its bearing on the Laurentia-Siberia connection // Earth Planet. Sci. Lett., 1998, v. 164, p. 409—420.

Rogers J.J. A history of continents in the three billion years // J. Geol., 1996, v. 104, № 1, p. 91—107.

Semikhatov M.A., Raaben M.E. Proterozoic stromatolite taxonomy and biostratigraphy // Microbial Sediments / Eds. R.E. Riding, S.M. Awramik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000, p. 295—306.

Sergeev V.N. Paleobiology of the Neoproterozoic (Upper Riphean) Shorikha and Burovaya silicified microbiotas, Turukhansk uplift, Siberia // J. Paleontol., 2001, v. 75 (2), p. 427—448.

Sergeev V.N., Knoll A.H., Grotzinger J.P. Paleobiology of the Mesoproterozoic Billyakh Group, Anabar Uplift, northern Siberia // *J. Paleontol.*, 1995, v. 69, Mem. 39, 37 p.

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(2), p. 387—402.

Wenlong Z., Walter M.R. Late Proterozoic and Cambrian Microfossils and Biostratigraphy of Amadeus Basin, Central Australia. Brisbane, Association of Australian Palaeontologists, 1992, 132 p.

Xiao Shuhai, Knoll A.H., Kaufman A.J., Yin Leiming, Zhang Yun. Neoproterozoic fossils in Mesoproterozoic rocks? // *Chemostratigraphic Resolution of Precambrian Research*, 1997, v. 84, p. 197—220.

*Рекомендована к печати 19 марта 2007 г.
А.Э. Конторовичем*

*Поступила в редакцию
6 декабря 2006 г.*