

# Историческая геология

УДК 551.72:561.2(571.51)

## МИКРОФОССИЛИИ УДЖИНСКОЙ СВИТЫ РИФЕЯ СЕВЕРА СИБИРСКОГО КРАТОНА

А.М. Станевич, Д.П. Гладкочуб, Т.А. Корнилова, А.М. Мазукабзов, Н.С. Карманов\*

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

E-mail: stan@crust.irk.ru

\*Бурятский геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ

*Впервые получены и изучены микрофоссилии из уджинской свиты Уджинского поднятия. Описаны разнообразные органостенные формы акритарх и цианобактерий. Среди акритарх выделены морфологические группы, которые предварительно сопоставлены с крупными таксонами растительного мира: бурыми и зелеными водорослями. На основе возраста габбро-диабазов, прорывающих уджинскую свиту в 1074 млн л, сделан вывод, что все изученные организмы существовали в среднем рифее.*

### **Ключевые слова:**

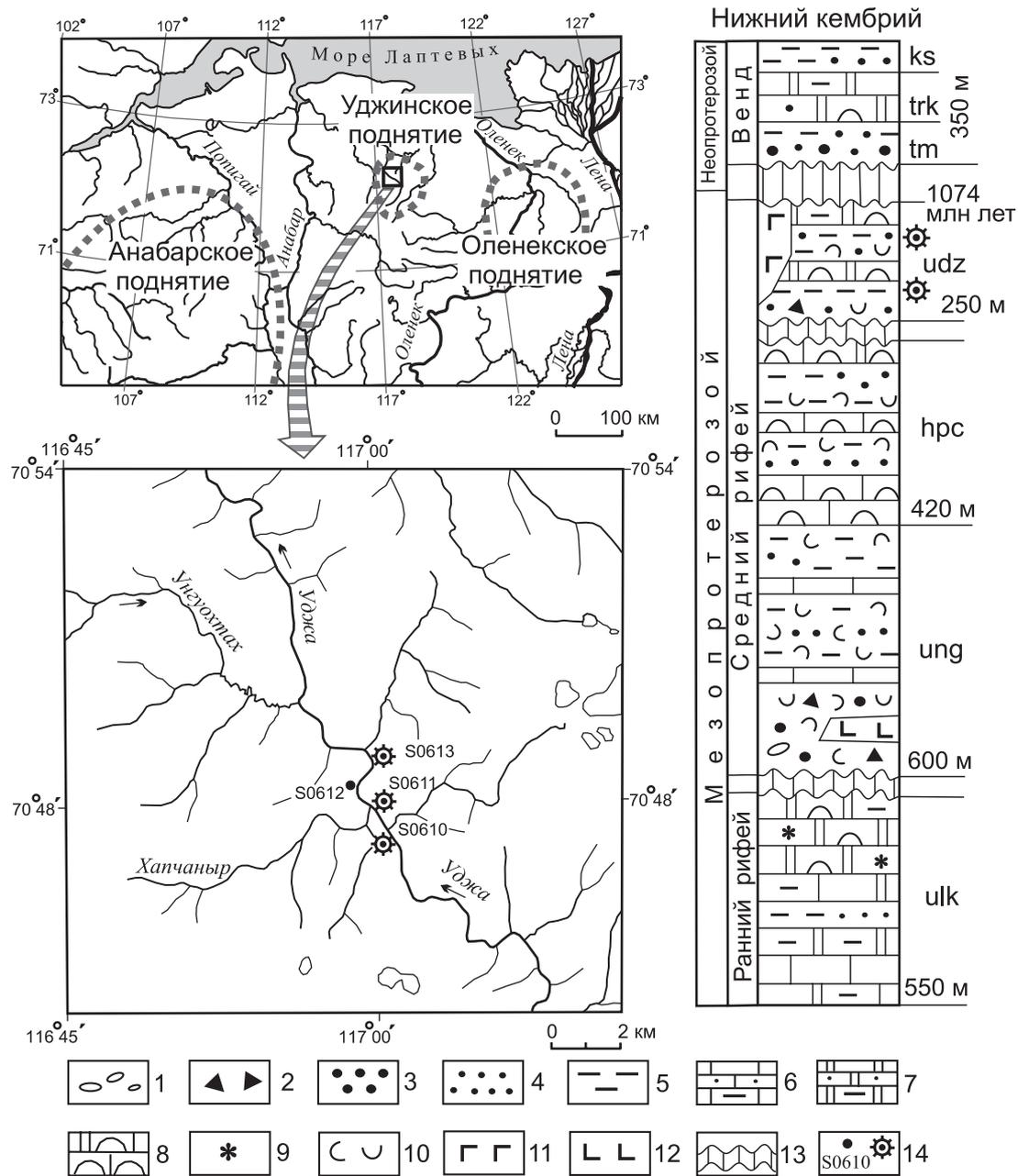
*Север Сибирского кратона, Уджинское поднятие, протерозой, микрофоссилии, водоросли, бактерии.*

Отложения позднего докембрия на севере Сибирского кратона вскрываются в разрезах трех поднятий (районов): Анабарского, Уджинского и Оленекского (см. рисунок). Достаточно представительные ассоциации органостенных микрофоссилий изучены из рифейских разрезов Анабарского района [1, 2] и Оленекского района [3, 4]. В разрезах позднего докембрия Уджинского района практически не были известны находки микрофоссилий, за исключением определенных В.А. Рудавакской простоустроенных акритарх из рода *Leiosphaeridia* Eis. (*Kildinella* Tim.) из хапчаньской и уджинской свит [5]. В данной статье авторы излагают результаты изучения впервые выделенной ассоциации микрофоссилий из уджинской свиты и данные об её возрастном положении.

Позднедокембрийский возраст осадочных и осадочно-вулканогенных отложений по разрезу р. Удзи ранее был обоснован, как единичными К-Аг валовыми датировками прорывающих базитовых интрузий (от 1300 до 840 млн л [6]), так и межрегиональной корреляцией по формам строматолитов [7, 8]. Изотопное датирование  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  методом плагиоклаза из габбро-диабазов, прорывающих верхнюю уджинскую свиту, показало время формирования магматического тела в  $1074 \pm 11$  млн л [9]. Таким образом, учитывая результаты проведенной корреляции [10] и отдавая предпочтение более со-

временным радиохронологическим данным, послеулахан-курунгское рифейское осадконакопление в Уджинском районе ориентировочно может быть оценено в интервале 1250...1100 млн л. Принимая вышеприведенную датировку, следует говорить о среднерифейском времени осадконакопления уджинской свиты и об отсутствии следов позднерифейского седиментогенеза в районе.

При самом грубом подсчете скорости накопления отложений [11] становится очевидным, что выделенный временной интервал гораздо больше, чем реальный срок формирования рассматриваемых свит. Отсюда можно сделать два предположения. *Во-первых*, свиты Уджинского района весьма вероятно отражают только фрагменты седиментогенеза в течение длительного рифтогенного процесса, формируясь в меняющихся тектонических обстановках. *Во-вторых*, при дискретной обнаженности территории весьма реальным представляется существование следов достаточно длительных перерывов на разных уровнях изученных свит. Ярким примером этому предположению является установление перерыва по слою сложного строения мощностью 10...20 см между хапчаньской и уджинской свитами (левый берег р. Удза, 1,5 км ниже устья р. Хапчань), что не было зафиксировано при предшествующих работах [6, 8, 10]. Здесь, ожелезненная и метасоматически переработанная алевропесчаная туфобрек-



**Рисунок.** Схема и стратиграфическая колонка с местонахождениями микрофоссилий по разрезу р. Уджи: 1) конгломераты; 2) гравелитобрекчия; 3) гравелиты; 4) песчаники; 5) алевролиты, аргиллиты; 6) известняки, известняки песчаные и алевритовые, переслаивание известняков и песчаников, алевролитов; 7) доломиты, доломиты песчаные, алевритовые, переслаивание доломитов и песчаников, алевролитов; 8) известняки и доломиты строматолитовые; 9) кремне-не сингенетическое; 10) туфы, туффиты, туфогенная примесь; 11) дайки и силлы основных пород; 12) базальты; 13) стратиграфически несогласное залегание; 14) обнажения без и с местонахождениями микрофоссилий, номера обнажений. В стратиграфической колонке: международная и российская хронологические шкалы, справа от колонки: мощности подразделений и названия свит: ulk – улахан-курунгская; ung – унгуохтахская; hpc – хапчаньрская; udz – уджинская; tm – томторская; trk – туркутская; ks – кессюсинская

чия подошвы уджинской свиты стратиграфически несогласно перекрывает выветрелую поверхность строматолитовых карбонатов хапчаньрской свиты с формами *Jurusania cf. cylindrica* Kryl.

Нижняя видимая часть позднекембрийского разреза Уджинского района представлена улахан-курунгской свитой. Чередование биостромов с тон-

косолистыми глинистыми доломитами и наличие однотипных форм строматолитов показывают существование в улахан-курунгское время сходной седиментационной обстановки мелководного внутрикратонного моря во всем Анабаро-Оленекском регионе [2, 7]. Скорее всего, режим пассивного карбонатонакопления распространялся на многие сот-

ни километров морского пенеблена и характеризовал стабилизацию северной части Сибирского кратона. Вышележащий рифейский разрез отражает уже иной тектонический режим территории. Обилие вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород, участвующих в строении разрезов унгуохтахской, хапчаньской и уджинской свит, в совокупности с геохимическими характеристиками интрузирующих эти толщи габбро-диабазов, позволяет рассматривать фрагмент стратиграфической последовательности, зажатый между улахан-курунгской (дорифтовой) и томторской (пострифтовой) свитами (см. рисунок) в качестве разреза типичной внутриконтинентальной рифтогенной структуры. Существенно вулканогенные отложения унгуохтахской свиты знаменуют раннюю стадию рифтогенеза. Состав двух верхних свит рифея Уджинского района отвечает условиям медленного погружения и зарождения авлакогена, где в осевой части формировались биохемогенные мелководные карбонаты, сменяемые вглубь палеобассейна и вверх по разрезу пестроцветными и слабоуглеродистыми алевропелитами и песчаниками. На всех уровнях разреза трёх свит отмечается туфогенная примесь и нередко туфы и вулканиды основного состава. Отмеченная для трех свит Уджинского района рифтогенная природа геологических образований практически не проявлена в относительно синхронных отложениях Анабарского и Оленекского районов [6, 8, 10].

Отложения уджинской свиты изучены в четырех разрезах (см. рисунок). Стратиграфически несогласное налегание метасоматически измененных туффитов уджинской свиты на строматолитовые известняки хапчаньской свиты, отмеченное выше, зафиксировано в обнажениях S0612 и S0613. Судя по этим и другим разрезам, для отложений свиты свойственна довольно быстрая фациальная изменчивость. Если в обнажении S0612 базальная пачка уджинской свиты мощностью 12 м представлена красноцветными железистыми алевропесчаниками, то через 1,4 км к северо-западу, в обнажении S0613, красноцветные алевролиты уже образуют тонкие прослои и линзы в базальной пачке свиты, представленной чередованием серых, серо-зеленых и темно-серых, до черных алевроаргиллитов и прослоев серых песчаников. Этот переход и сероцветный облик пород в разрезах выше по реке свидетельствуют об углублении этого участка бассейна к востоку. Из глинистых прослоев трех разрезов уджинской свиты с более мелководными отложениями и были извлечены микрофоссилии. Это обстоятельство в совокупности с морфологически гетерогенным составом ассоциации микрофоссилий показывает, что мы имеем дело с сообществом, вероятно, неоднократно перенесенных форм.

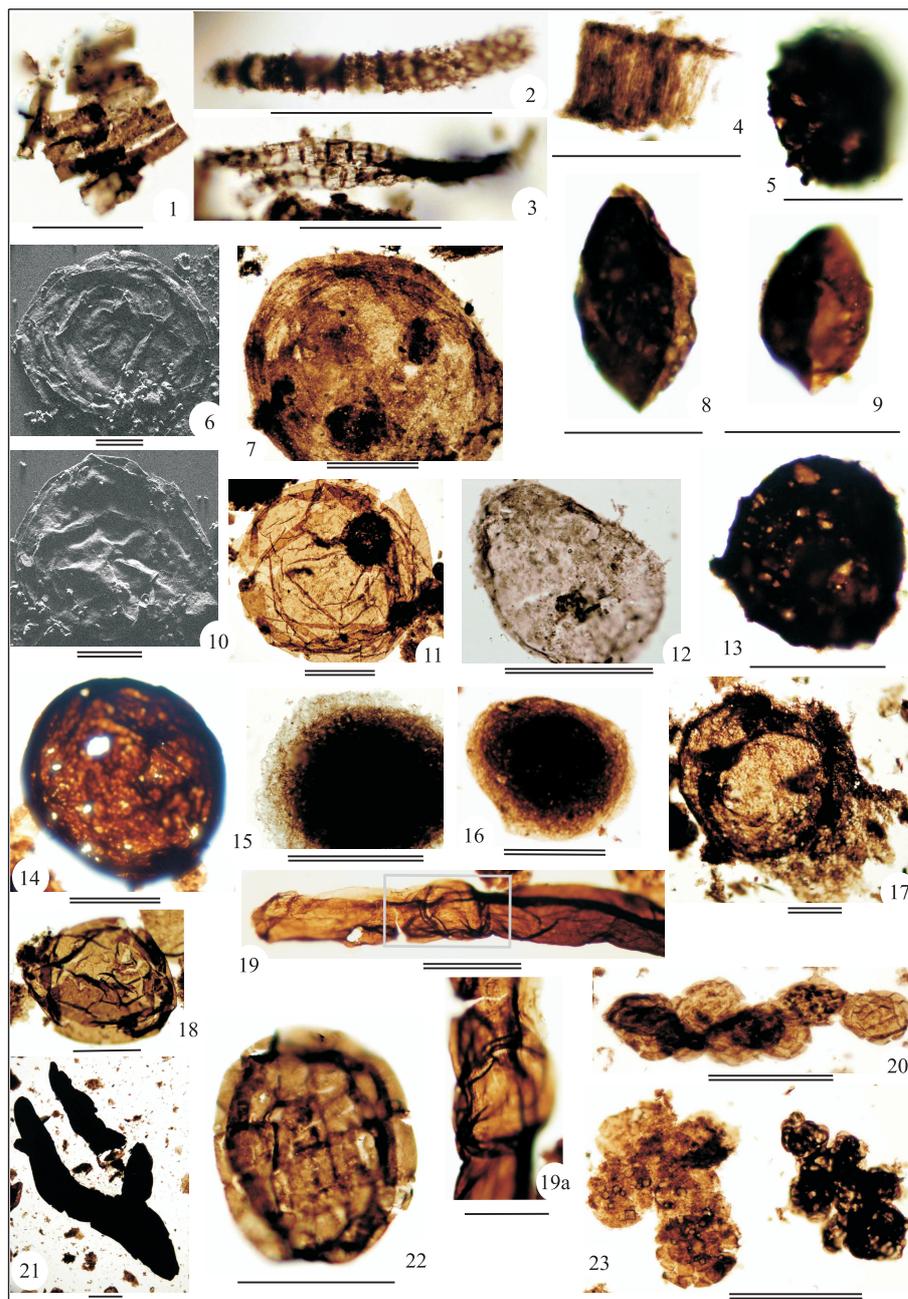
Органостенные формы микрофоссилий (табл. 1, 2) были выделены из алевроаргиллитов стандартным кислотным растворением с применением методики предварительной стерилизации проб [12]. Микрофоссилии изучались в оптическом микроскопе Jemamed-ZEISS и электронном сканирующем микроскопе LEO1430VP. В полученной ассоциации

выделяются формы цианобактериальных сообществ и акритархи. Формы цианобионтов (табл. 1, фиг. 1–4), обнаруженные в несвойственных для их жизнеобитания, относительно мелководных, условиях формирования глинистых отложений, скорее всего, были перенесены с мелководных участков развития строматолитовых построек. Последние, как известно, являются продуктом жизнедеятельности цианобактериальных сообществ, обитающих в фотически благоприятной субаэральной зоне.

Среди разнообразных акритарх уджинской свиты много форм, известных в других разрезах докембрия региона и мира. Немногочисленные *Lophosphaeridium insuetum* Stan. и *Scaphyta eniseica* Tim. (табл. 1, фиг. 5, 8, 9, 13) ранее были открыты в «микробиоте» дебенгдинской свиты Оленекского района и сопоставлены с зелеными водорослями порядка десмидиевых [4]. Формы родов *Leiosphaeridia* Eis. и *Chuarua* Walc. (табл. 1, фиг. 6, 7, 10, 11, 14, 18) известны в сотнях разрезов позднего докембрия всего мира и вместе с тканевыми остатками (табл. 1, фиг. 19, 21) параллелизуются нами с бурами водорослями [4]. Акритархи рода *Satka* Jank. (табл. 1, фиг. 20, 22, 23) также известны по всему интервалу позднего докембрия. Формы рода *Trachyhystrichosphaera* Tim. et Germ. (табл. 1, фиг. 12) и *Simia* Mikh. et Jank. (табл. 1, фиг. 15–18) раньше были известны только из позднерифейских отложений [13], но формы последнего рода были обнаружены и в несомненном раннем рифее [1, 2].

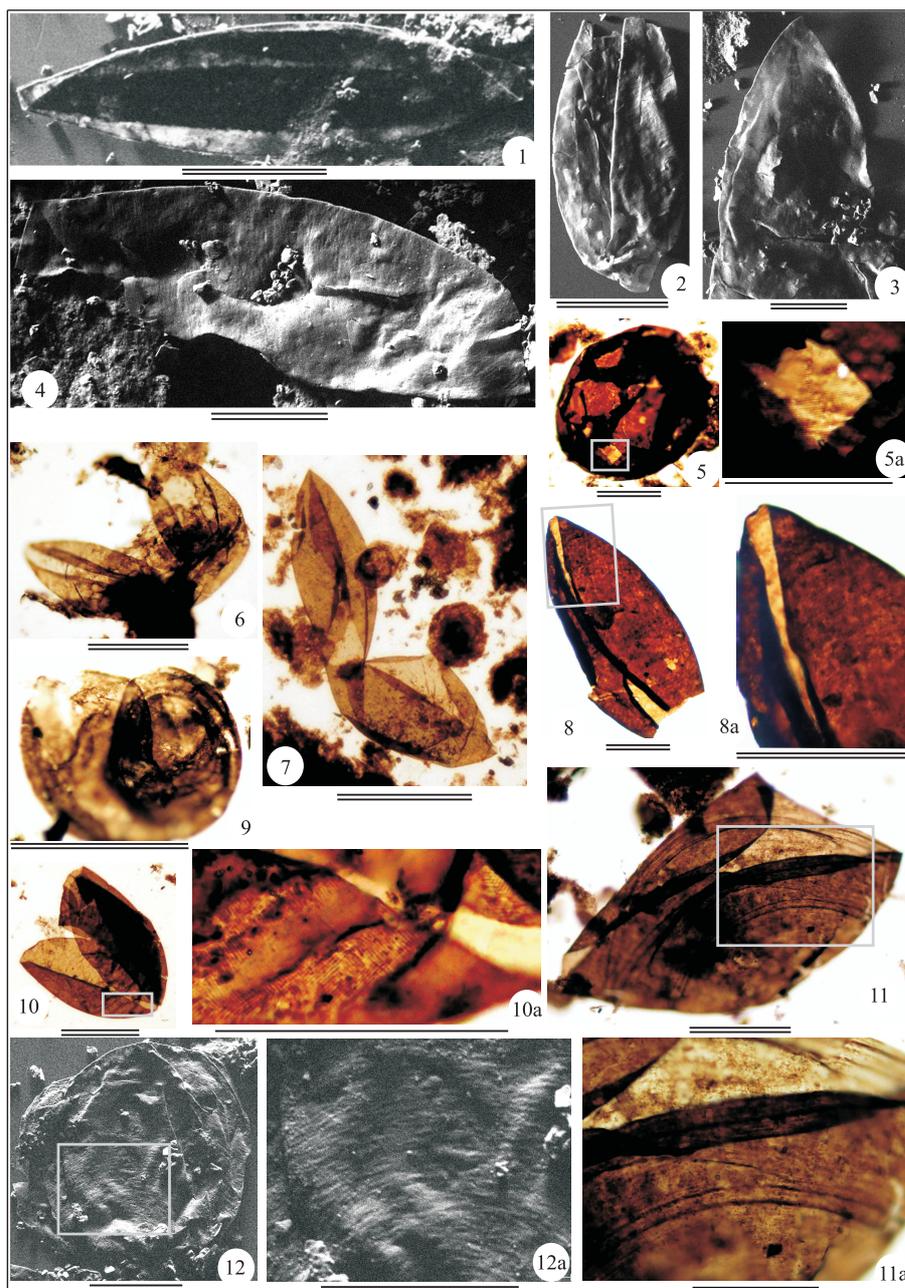
В отличие от вышеуказанных, акритархи имеющие признакстриатности, по которому их необходимо относить к роду *Valeria* Jank. (табл. 2), имеют признаки других родов, что вызвало неоднозначное толкование в их таксономической идентификации. Типовые экземпляры *Valeria lophostriata* Jank. [13] имеют округлую форму и тонкуюстриатность, линии которых подобны параллелям на глобусе Земли и аналогично ему имеют две конечные окружности по полюсам форм. В нашем же материале имеются, как «классические» представители «валерий» (табл. 2, фиг. 5, 11, 12), так и акритархи иной морфологии, так же характеризующиесястриатной структурой. В вопросах определительской части изучения этой группы акритарх (табл. 2) есть два пути. Первый – традиционный, когда по известным морфологическим эталонам дается латинское наименование в бинарной номенклатуре. Другой, отчасти противоречащий первому, позволяет вычленивать из аллохтонной ассоциации микрофоссилий уджинской свиты группу вероятно биологически близких форм. Действительно, удлиненные и крупные формы, как одиночные, так и соединенные концами, имеют близкое строение и, скорее всего, являются родственными по жизни остатками. Не во всех у них усматриваетсястриатность. Но, примером малозначимости последнего признака является плотная и жесткая форма (табл. 2, фиг. 5), гдестриатность видна только на маленьком участке нарушенной оболочки. При большей целостности последней форма должна была бы быть отнесена к *Chuarua* Walc.

Таблица 1. Микрофоссилии уджинской свиты



- Фиг. 1. *Obruchevella* sp. Препарат № 797-3.14.  
 Фиг. 2. *Filiconstrictosus* aff. *cephalon* Serg. et Knoll. Препарат №№ 799-1.2b.  
 Фиг. 3. *Angaronema* aff. *septata* Gol. et. Bel. Препарат № 799-1.1.  
 Фиг. 4. *Rectia* cf. *costata* Jank. Препарат №№ 799-4.7a.  
 Фиг. 5, 13. *Lophosphaeridium insuetum* Stan. Препараты №№ 797-1.12b, 797-3.12.  
 Фиг. 6, 7, 10, 14. *Chuarina circularis* Walc. 6 – препарат № 810-2.10СКАН, 7 – № 799-1.20, 10 – 810-2.11СКАН, 14 – № 799-4.6a.  
 Фиг. 8, 9. *Scaphyta eniseica* Tim. Препараты №№ 798-1.3, 797-3.9.  
 Фиг. 11. *Leiosphaeridia tenuissima* Eis. Препарат № 799-4.4a.  
 Фиг. 12. *Trachystrichosphaera* sp. Препарат №№ 799-2.9a.  
 Фиг. 15, 16. *Simia simica* Jank. Препараты №№ 799-2.12a, 799-1.7a.  
 Фиг. 17. *Simia* sp. Препарат № 799-1.5a.  
 Фиг. 18. *Leiosphaeridia crassa* (Naum.). Препарат №№ 799-4.1a.  
 Фиг. 19. Фрагмент таллома (?) водоросли. Препарат № 799-4.14.  
 Фиг. 20, 22. *Satka elongata* Jank. 20 – цепочка форм, препарат № 799-2.10a, 22 – № 799-4.2a.  
 Фиг. 21. Углефицированный фрагмент таллома (?) водоросли. Препарат № 799-2-15a.  
 Фиг. 23. Агрегаты форм *Satka* Jank. Препарат № 799-3.16a.  
 Размерные линейки: одинарная – 50 мкм, двойная – 100 мкм.

Таблица 2. Микрофоссилии уджинской свиты



Фиг. 1. *Macroptycha div. sp.* Препарат № 810-4.6СКАН.

Фиг. 2-4, 6-8, 10. *Macroptycha sp. (ad lib. Valeria sp.)*. 2 - № 812-1.7СКАН, 3 - № 812-1.2СКАН, 4 - № 812-1.3СКАН, 6 - препарат № 799-1.8a, 7 - № 799-4.5b, 8 - № 799-4.5e, 10 - № 799-2.8a.

Фиг. 5, 11, 12. *Valeria lophostriata Jank.* 5 - препарат № 799-2.19a, 11 - № 799-1.6a, 12 - № 810-2.6СКАН.

Фиг. 9. *Ex gr. Macroptycha sp. (ad lib. Valeria sp.) ?* Препарат № 799-4.5b.

Размерные линейки: одинарная - 50 мкм, двойная - 100 мкм.

К удлиненным формам, в сплюсненном состоянии имеющим вид «лодочек», наиболее подходит описание акритарх *Macroptycha* Tim. [14], который, как нам кажется, необоснованно был упразднен на Всесоюзном коллоквиуме в 1986 г. [13]. Неоднозначность таксономической идентификации группы удлиненных форм позволяет снова использовать понятие «межродового таксона» [12], которое даёт возможность не разносить искусственно явно

родственные формы по разным родам или даже подгруппам акритарх. Однотипность сложенных по длине и часто встречающихся попарно в сростках крупных микрофоссилий убеждает, что их строение обусловлено первоначальной формой, отличной от морфологии оболочек родов акритарх *Leiosphaeridia* Eis. и *Chuarina* Walc. Видимо, форма, определяемая межродовым таксоном *Macroptycha sp. (ad lib. Valeria sp.)* (табл. 2, фиг. 2-4, 6-8, 10), при

жизни представляла собой две спаренные удлиненные чашечки, остатки которых мы наблюдаем в сплюсненном состоянии.

Акритархи *Satka Jank.*, которые часто встречаются в цепочках, агрегатах и скоплениях, скорее всего, являлись колониальными организмами. Судя по лепестковому строению, большинство акритарх вело планктонный образ жизни. Под понятием «фитопланктон» здесь подразумеваются также и вероятный факультативный планктон и возможные остатки прибрежного бентоса, оторванные и переносимые в водной толще. Несомненно, что *Satka Jank.*, *Valeria Jank.* и другие крупные акритархи являются формами эукариотных водорослей. Их более точная биологическая природа ещё ждет своей интерпретации. В отношении форм второго рода можно предположить, что стрiatedная текстура является реликтом микрофибрильной системы клеточного покрова клетки. Это может служить косвенным свидетельством в пользу возможного отнесения акритарх *Valeria Jank.* к классу *Siphonophyceae* зеленых водорослей [15]. Принимая сравнение акритарх из средне-рифейских уджинской и дебенгдинской [4] свит с зелеными водорослями, можно предположить, что вероятно, основные принципиальные основы защитных функций водорослевых клеток были созданы в начале мезопротерозоя или даже в нижнем протерозое. Подтверждением этому служат находки акритарх родов *Valeria Jank.* в нижнем рифее [16, 17].

Исходя из обобщений современных микрофитологических данных и прогнозного моделирования эволюции разных филогенетических ветвей протистов, в мезопротерозое уже существовали красные, зеленые и бурые водоросли [18].

Таким образом, в разрезе позднего докембрия Уджинского поднятия выявлено два стратиграфических перерыва. Первый, охватывающий, по меньшей мере, 400 млн л, разделяет мезопротерозойские отложения рифтогенного этапа и породы томторской свиты венда. Второй перерыв отмечен в пределах рифтогенной части разреза (зона контакта пород уджинской и халчаньской свит) и маркируется реликтами переотложенной коры выветривания. Ассоциация микрофоссилий, выделенная из отложений уджинской свиты, содержит разнообразные органостенные формы акритарх и цианобактерий. Среди акритарх выделены морфологические группы, которые предварительно сопоставлены с крупными таксонами растительного мира: бурыми и зелеными водорослями. Датировка в 1074 млн л, полученная из габбро-диабазов, прорывающих уджинскую свиту, показала, что все изученные организмы существовали в среднем рифее.

*Авторы благодарят сотрудников петрофизической лаборатории Амакинской ГРЭ АК АЛРОСА за содействие в проведении полевых работ. Исследования выполнялись при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты №№ 07-05-00339, 08-05-00245.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейс А.Ф., Воробьева Н.Г. Микрофоссилии рифея и венда Анабарского массива // Известия АН СССР. Сер. геол. – 1992. – № 1. – С. 114–130.
2. Сергеев В.Н., Воробьева Н.Г., Петров П.Ю. Новые местонахождения рифейских микробиот в билляхской серии Северного Прианбарья (бассейн р. Фомич): к вопросу о биостратиграфии рифея Сибирской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2007. – Т. 15. – № 1. – С. 3–14.
3. Vidal G., Moczydlowska M., Rudavskaya V. Biostratigraphical implications of a Chuaria – Tawuia assemblage and associates acritarchs from the Neoproterozoic of Yakutia // Palaeontology. – 1993. – V. 36. – № 2. – P. 387–402.
4. Станевич А.М., Максимова Е.Н., Корнилова Т.А., Мазукабов А.М., Гладкочуб Д.П. Микрофоссилии дебенгдинской свиты позднего протерозоя Оленекского поднятия // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311. – № 1. – С. 9–14.
5. Ипатов Ю.И. Стратиграфия позднепротерозойских отложений Уджинского поднятия // Геология и геофизика. – 1976. – № 3. – С. 75–81.
6. Шпунт Б.Р., Шаповалова И.Г., Шамшина Э.А. Поздний докембрий севера Сибирской платформы. – Новосибирск: Наука, 1982. – 226 с.
7. Комар В.А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение // Труды ГИН АН СССР. – М.: Наука, 1966. – 122 с.
8. Шпунт Б.Р., Шамшина Э.А., Шаповалова И.Г., Крылов И.Н., Давыдов Ю.В., Келле Э.Я., Забуга Б.Р., Лазебник К.А. Докембрий Анабаро-Оленекского междуречья. – Новосибирск: Наука, 1976. – 142 с.
9. Гладкочуб Д.П., Станевич А.М., Травин А.В., Мазукабов А.М., Константинов К.М., Юдин Д.С., Корнилова Т.А. Уджинский мезопротерозойский палеорифт (север Сибирского кратона): новые данные о возрасте базитов, стратиграфии и микрофитологии // Доклады РАН. – 2009. – Т. 425. – № 5. – С. 642–648.
10. Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и её складчатого обрамления / Под ред. Н.В. Мельникова. – Новосибирск: Гео, 2005. – 428 с.
11. Кукал З. Скорость геологических процессов. Пер. с чешск. – М.: Мир, 1987. – 246 с.
12. Станевич А.М., Немеров В.К., Чатта Е.Н. Микрофоссилии протерозоя Саяно-Байкальской складчатой области. Обстановки обитания, природа и классификация. – Новосибирск: Гео, 2006. – 204 с.
13. Янкаускас Т.В., Михайлова Н.С., Герман Т.Н. и др. Микрофоссилии докембрия СССР. – Л.: Наука, 1989. – 190 с.
14. Тимофеев Б.В., Герман Т.Н., Михайлова Н.С. Микрофитофоссилии докембрия, кембрия и ордовика. – Л.: Наука, 1976. – 104 с.
15. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. – Киев: Наукова думка, 1989. – 608 с.
16. Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R. Morphological and ecological complexity in early eukaryotic ecosystems // Nature. – 2001. – V. 412. – P. 66–69.
17. Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M. Recognizing and interpreting the fossils of early eukaryotes // Origins of Life and Evolution of the Biosphere. – Kluwer Acad. Publ. Netherlands. – 2003. – V. 33. – P. 75–94.
18. Knoll A.H. Life on a Young Planet: the first three billion years of evolution on Earth. – Princeton: Princeton University Press, 2003. – 277 p.

Поступила 12.03.2009 г.