Всероссийская (с международным участием) научно-практическая конференция "Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний

Апатиты, 21-25 июля 2014 г.

Геологический институт КНЦ РАН
Кольское отделение и
Комиссия по истории РМО

Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний

Всероссийская (с международным участием)
научно-практическая конференция,
посвящённая исследователям докембрийской
стратиграфии и палеонтологии региона
Б.С. Соколову, В.З. и Т.Ф. Негруца, В.В. Любцову

г. Апатиты – п-ов Средний, 21-25 июля 2014 г.

Апатиты, 2014

УДК 561.232 (470.21)
ISBN 978-5-902643-27-2

Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний. Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, посвящённой исследователям докембрийской стратиграфии и палеонтологии региона Б.С. Соколову, В.З. и Т.Ф. Негруца, В.В. Любцову. Апатиты – п-ов Средний, 21-25 июля 2014 г. / Ред. Ю.Л. Войтеховский. – Апатиты: Изд-во К & М, 2014. – 100 с.

В сборнике представлены материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний», состоявшейся в Геологическом институте КНЦ РАН (г. Апатиты – п-ов Средний, 21-25 июля 2014 г.) при поддержке Кольского отделения и Комиссии по истории РМО. Обнаруженные на п-ове Средний строматолиты имеют не только большое научное значение, но могут быть замечательным объектом геологического туризма и, безусловно, требуют государственной охраны в границах планируемой особо охраняемой природной территории. Издание представляет интерес для геологов широкого профиля, студентов геологических специальностей, любителей геологического туризма и краеведов.

Научное издание рекомендовано к печати Учёным советом Геологического института КНЦ РАН и Советом Кольского отделения РМО.

Электронная версия: http://geoksc.apatity.ru

Научный редактор: проф., д.г.-м.н. Ю.Л. Войтеховский
Компьютерный дизайн: Л.Д. Чистякова, Н.А. Мансурова
Фото: проф., д.г.-м.н. Ю.Л. Войтеховский

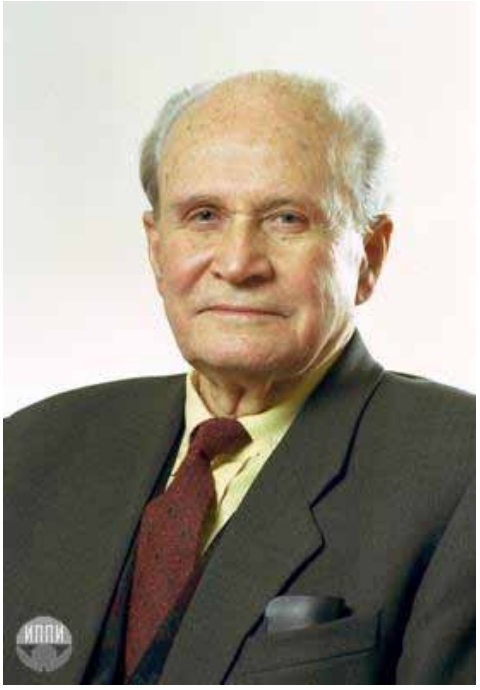
© Коллектив авторов, 2014
© Российское минералогическое общество, Кольское отделение и Комиссия по истории, 2014
© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

21-25 июля 2014 г. в Геологическом институте КНЦ РАН при активном участии Кольского отделения и Комиссии по истории РМО прошла Всероссийская (с международным участием) научно-практическая конференция «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний». Заявленный статус обеспечили сотрудники академических институтов, университетов и производственных организаций России и Финляндии: **Апатиты** (ГИ КНЦ РАН, АФ МГТУ), **Екатеринбург** (ИГГ УрО РАН), **Иркутск** (ИЗК СО РАН), **Казань** (ИГНТ КПФУ), **Калининград** (Музей Мирового океана), **Москва** (ИФЗ РАН), **Петрозаводск** (ИГ КарНЦ РАН), **Ухта** (УГТУ) и **Рованиеми** (Северный офис Геологической службы Финляндии). Нет необходимости доказывать важность находки строматолитов в рифейских сериях п-ова Среднего. Известно даже непрофессионалам, сколь важны они для расчленения монотонных докембрийских разрезов и для изучения первых этапов жизни на планете Земля, ведь именно они в значительной мере обеспечили кислородом её атмосферу. Ещё один аспект – рассмотрение легко доступных обнажений, отпрепарированных приливами и штормами на ЮЗ береге Б. Волоковой губы, как объекта геологического туризма и аргумента в пользу создания особо охраняемой природной территории.

21 июля в Геологическом институте КНЦ РАН состоялось открытие конференции и представление докладов. Как ожидалось (отчасти в этом и состояла интрига), жаркую дискуссию вызвала диагностика строматолитов п-ова Среднего как *Stratifera flexurata Kom*. Было решено продолжить её на обнажениях. **22 июля** – переезд на п-ов Средний. **23 июля** – осмотр обнажений. Кроме самих строматолитов, в отличной сохранности найдены знаки ряби, трещины усыхания и глинистые псевдоморфозы по кристаллам галита. Публикуемый фоторепортаж лишь в малой степени передаёт интеллектуальное и эстетическое удовольствие, полученное участниками геологического маршрута. **24 июля** – отъезд российских участников в г. Апатиты, финских – в г. Рованиеми. **25 июля** – геологическая экскурсия в ущелье Голубых озёр, Хибины. Этот маршрут выходного дня интересен штольней, пройденной в щелочном пегматите в 1950-х. На дне ущелья можно собрать эгириновые шары с анальцимовым ядром, что и было сделано. Маршрут выпал из темы этой конференции, но вполне отвечал названию серии «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова».

Увиденное и услышанное породило множество дискуссий, что всегда радует организаторов. Зато единодушно была поддержана идея посвятить конференцию нашим предшественникам – исследователям докембрийской стратиграфии и палеонтологии региона Б.С. Соколову, В.З. и Т.Ф. Негруца, В.В. Любцову. Академик РАН Борис Сергеевич Соколов (09.04.1914-02.09.2013) скончался на 100-ом году жизни, что само по себе – подвиг. Он был выдающимся геологом, палеонтологом и стратиграфом, круп-



нейшим специалистом в изучении кораллов палеозоя, основателем нового направления – палеонтологии докембрия, первооткрывателем вендского периода. Учёный с мировым именем, университетский профессор, талантливый организатор науки, возглавлявший Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук АН СССР в течение 15 лет, Б.С. Соколов был необыкновенно доброжелательным, честным и принципиальным человеком, активно отстаивавшим интересы академической науки.

Родился в г. Вышнем Волочке Тверской губернии. В 1937 г. окончил геолого-почвенно-географический факультет Ленинградского госуниверситета и был зачислен на кафедру палеонтологии. С весны 1941 г. работал в экспедициях в Зап. Китае. В конце 1945 г. возобновил преподавание в ЛГУ. В 1945-1960 гг. работал в ЛГУ и Всесоюзном научно-исследовательском институте, провёл многочисленные экспедиции в разных регионах СССР. В 1958 г. избран членом-корреспондентом, в 1968 г – действительным членом, в 1975 г. – в Президиум АН СССР. Был участником создания СО АН СССР, отдела палеонтологии и стратиграфии Института геологии и геофизики, кафедры палеонтологии и исторической геологии Новосибирского госуниверситета, которую возглавлял в 1965-1975 гг., Межведомственного стратиграфического комитета, лаборатории палеонтологии докембрия ПИН РАН.

Автор более 600 научных публикаций, в том числе 23 монографий, среди которых фундаментальные труды по ископаемым кораллам, вошедшие в золотой фонд мировой палеонтологической литературы. Один из главных авторов 15-томного издания «Основы палеонтологии», удостоенного в 1967 г. Ленинской премии. До самых последних дней Б.С. Соколов активно трудился, развивая оригинальную концепцию геомериды. В 1998 г. Б.С. Соколов первым из геологов удостоен высшей награды РАН – Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова. Его достижения отмечены званиями Героя Социалистического труда, лауреата Ленинской премии, тремя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и другими правительственными наградами [1].

У Б.С. Соколова было множество друзей среди геологов. В Геологическом институте КНЦ РАН это, в первую очередь, геологи-докембристы Тамара Фёдоровна Негруца (03.03.1932-30.12.2000) и Владимир Зиновьевич Негруца (07.02.1934-02.07.2011), с которыми он тесно общался. На их кончину он отозвался письмом в научно-популярный и информационный журнал Геологического института КНЦ РАН, Кольского отделения и Комиссии по

истории РМО «Тиетта» [2]. Привожу письмо полностью. Оно замечательно характеризует профессиональные и личные отношения этих замечательных учёных, ясность ума, великолепную память и неравнодушие Б.С. Соколова.

«Многоуважаемый Юрий Леонидович! Благодарю за присланный мне номер Вашего научно-популярного журнала № 2(16). Публикация статьи И.Л. Жулановой (в соавторстве с В.П. Кирилюком) [3] оказалась счастливым поводом для меня познакомиться с этим редким изданием, носящим название «Тиетта». И.Л. сообщила, что оно каким-то образом связано с именем А.Е. Ферсмана. В Апатитах я был дважды и один раз это совпало с открытием памятника Александру Евгеньевичу (я тогда был академиком-секретарём ОГГГ АН СССР, теперь ОНЗ). Памятник бурно обсуждался. Мне он понравился своей полной неожиданностью и навсегда запомнившимся выражением лица, которое я впервые увидел, ещё будучи студентом ЛГУ (мне ведь 98-ой год).

«Тиетта» несомненно производит хорошее впечатление журнала типа академической «Природы». Я очень приветствую открытие в журнале рубрики «научной рецензии и научной дискуссии» и такие статьи как «Ода геологической съёмке» В.Д. Вознесенского, как содержательная рецензия М.Е. Раменской или превосходная статья И.Л. Жулановой «Ранний докембрий – дело всей жизни» памяти Т.Ф. и В.З. Негруца. Все трое сделали удивительный вклад в понимание «осадочной геологии докембрия» и распространение на неё «фанерозойского стратиграфического подхода». В их работах исторически ожила архейско-карельская часть стратисферы Земли как процесс. Это была уже Ленинградская школа докембристов-осадочников, особенно окрепшая после войны.

Моё знакомство с Владимиром Зиновьевичем началось в конце 1950-х, когда я сам, как палеозойский биостратиграф, опустился до изучения древнейшего осадочного чехла Русской платформы и пришёл к открытию «вендского комплекса», ставшего основой вендской системы, венчающей протерозой, но не имеющей никакого отношения к рифейской группе Н.С. Шатского. В поисках коренных выходов венда в 1958 г. мы с Б.М. Келлером добрались до п-овов Среднего и Рыбачьего и о. Кильдина. Но я, к сожалению, не знаю современных работ по этим районам. Меня особенно до сих пор интересует замечательный разрез Рыбачьего, в стратиграфии которого ещё надо разбираться, а в литологическом отношении он просто уникален. Конечно, крайне интересна и пограничная зона со Средним. Загадочным для меня осталось и отношение разрезов Рыбачьего и Кильдина. Последний имеет уральский тип, чего нельзя сказать о разрезе Рыбачьего, в котором мы с В.З. Негруцей в 1965 г. установили структуры, напоминающие их органогенную природу. Думаю, что это была ошибка, но сам разрез Рыбачьего вдохновляет на поиски явных следов жизни и не только ихнологических, хотя и это было бы очень важным открытием. Я был бы Вам очень благодарен, Юрий Леонидович, если бы Вы мне сообщили, есть ли в планах института проведение детальных литостратиграфических работ по Среднему и Рыбачьему.

Возвращаясь к Вашему журналу, не могу не выразить удивления его тиражом – 160 экз.! Ведь это делает его узко региональным. Я не знаю, каким тиражом издаётся «Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН». Он стал очень широко известным благодаря рассылке. Произошёл взрыв издательских возможностей во множестве институтов. Конечно, появилась великая паутина-интернет, но никогда не исчезнут библиотеки. Я в восторге от удивительного «Вестника Уральского отделения РАН» – Наука, Общество, Человек (тираж 950 экз.). Хорош научно-популярный журнал Сибирского отделения РАН «Наука из первых рук» (тираж 2000 экз.). Но они мне нужны комплектно, перед глазами в их полиграфической плоти. Вероятно, я слишком задержался в своём веке. Не судите строго. Желаю Вам доброго здоровья и успехов. Ваш Б.С. Соколов, Москва».

В Геологическом институте КНЦ РАН (ранее КФ АН СССР) пионером изучения докембрийской палеонтологии был Валерий Васильевич Любцов (30.04.1930-12.01.2006). Окончил геологический факультет Саратовского госуниверситета (1954) и аспирантуру КНЦ РАН (1961). В 1954-1958 гг. был

начальником геологического отряда Якутской экспедиции ВАГТ. В Геологическом институте КНЦ РАН с 1961 г.: младший научный сотрудник, научный сотрудник, учёный секретарь по международным связям (1991). Основные научные интересы – био- и литостратиграфия осадочных толщ протерозоя, реконструкция палеотектонических и палеофациальных условий формирования и прогнозирования углеводородов, палеонтология докембрия (строматолиты, онколиты, микрофоссилии). Им были найдены строматолиты *Murmania sidorenkia Lubts.*, близкие к *Sundia But.* из ятулийских отложений Карелии. Автор более 100 научных трудов, в том числе 6 монографий [4].

От имени участников выражаю надежду, что состоявшаяся Всероссийская (с международным участием) научно-практическая конференция «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний» позволила сделать ещё один шаг вперёд к познанию начальных этапов эволюции жизни на планете Земля (или всё же Океан?).

1. Войтеховский Ю.Л. Памяти акад. Б.С. Соколова // Тиетта. 2013. № 3(25). С. 33.
2. Войтеховский Ю.Л. Письма в редакцию // Тиетта. 2011. № 4(18). С. 104-105.
3. Жуланова И.Л., Кирилюк В.П. Ранний докембрий – дело всей жизни // Тиетта. 2011. № 2(16). С. 83-88.
4. Любцов Валерий Васильевич // Учёные Кольского научного центра. 1930-2010. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2010. С. 274.

Войтеховский Ю.Л., д.г.-м.н., проф.
директор Геологического института КНЦ РАН
председатель Кольского отделения и Комиссии по истории РМО

Научные статьи

О ВОЗРАСТЕ ПЛАСТОВЫХ СТРОМАТОЛИТОВ КИЛЬДИНСКОЙ СЕРИИ П-ОВА СРЕДНИЙ

Медведев П.В.[1], Войтеховский Ю.Л.[2, 3], Чаженгина С.Ю.[1], Чикирёв И.В.[2, 3]
[1] ИГ КарНЦ РАН, pmedved@krc.karelia.ru, г. Петрозаводск; [2] ГИ КНЦ РАН, woyt@geoksc.apatity.ru; [3] АФ МГТУ, officeaf@afmgtu.apatity.ru, г. Апатиты

В статье обоснованы возраста кильдинской, волоковой, эйновской и баргоутной серий, слагающих п-ова Средний, Рыбачий и о. Кильдин. Новая находка пластовых строматолитов в породах кильдинской серии заставила вернуться к вопросу о стратиграфическом положении серий, слагающих эти территории.

Территория п-овов Средний, Рыбачий и о. Кильдин – часть позднепротерозойского (неопротерозойского) Тимано-Варангерского складчато-

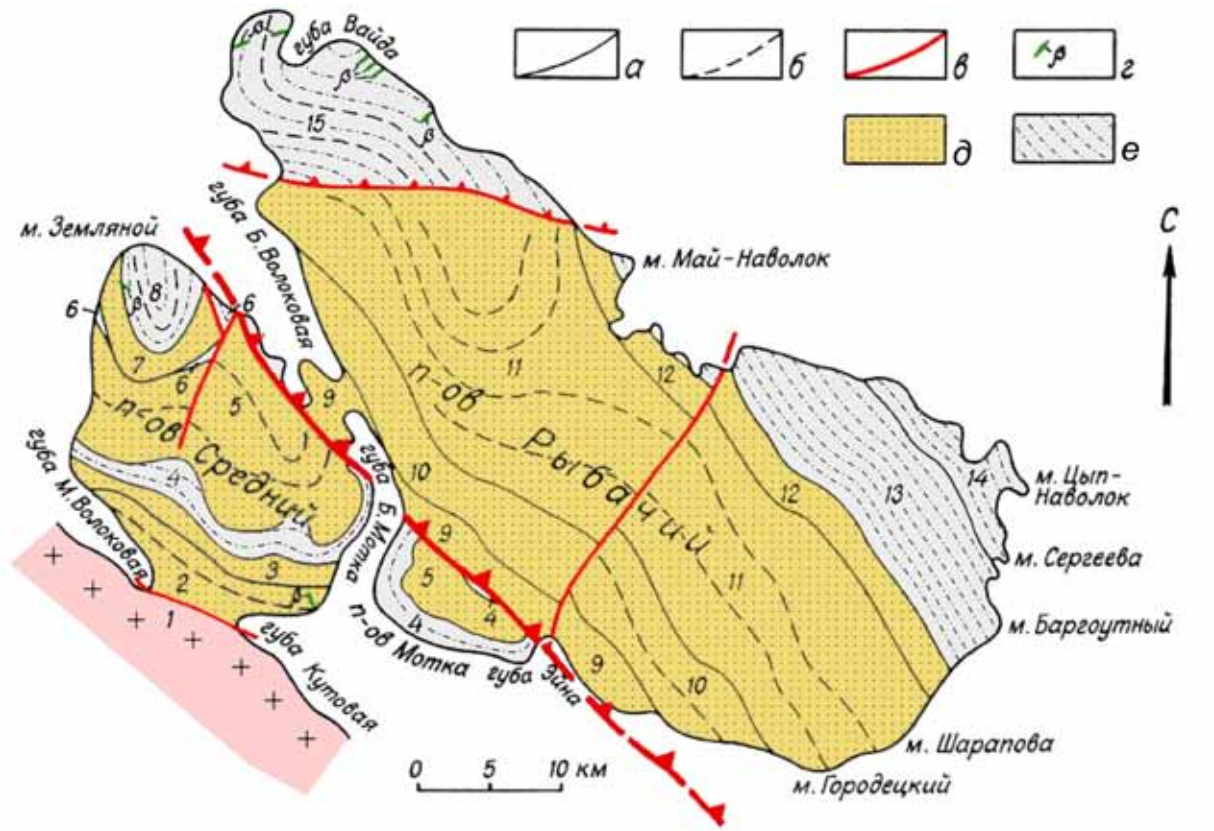


Рис. 1. Геологическая схема п-овов Средний и Рыбачий, составлена с использованием [9]. 1. Архей-нижнепротерозойский фундамент. 2-6. Свиты кильдинской серии: 2 – пяряярвинская; 3 – палвинская; 4 – поропелонская; 5 – землепахтинская; 6 – каруярвинская. 7-8. Свиты волоковой серии: 7 – куяканская; 8 – пуманская. 9-11. Свиты эйновской серии: 9 – мотовская; 10 – лонская; 11 – перевальная. 12-15. Свиты баргоутной серии: 12 – майская; 13 – зубовская; 14 – цыпнаволокская; 15 – скарбеевская. Геологические границы: а –установленные, б – предполагаемые; в – разрывные нарушения; г – дайки долеритов; д – поля преимущественного развития псаммитов; е – поля преимущественного развития аргиллитов и сланцев.

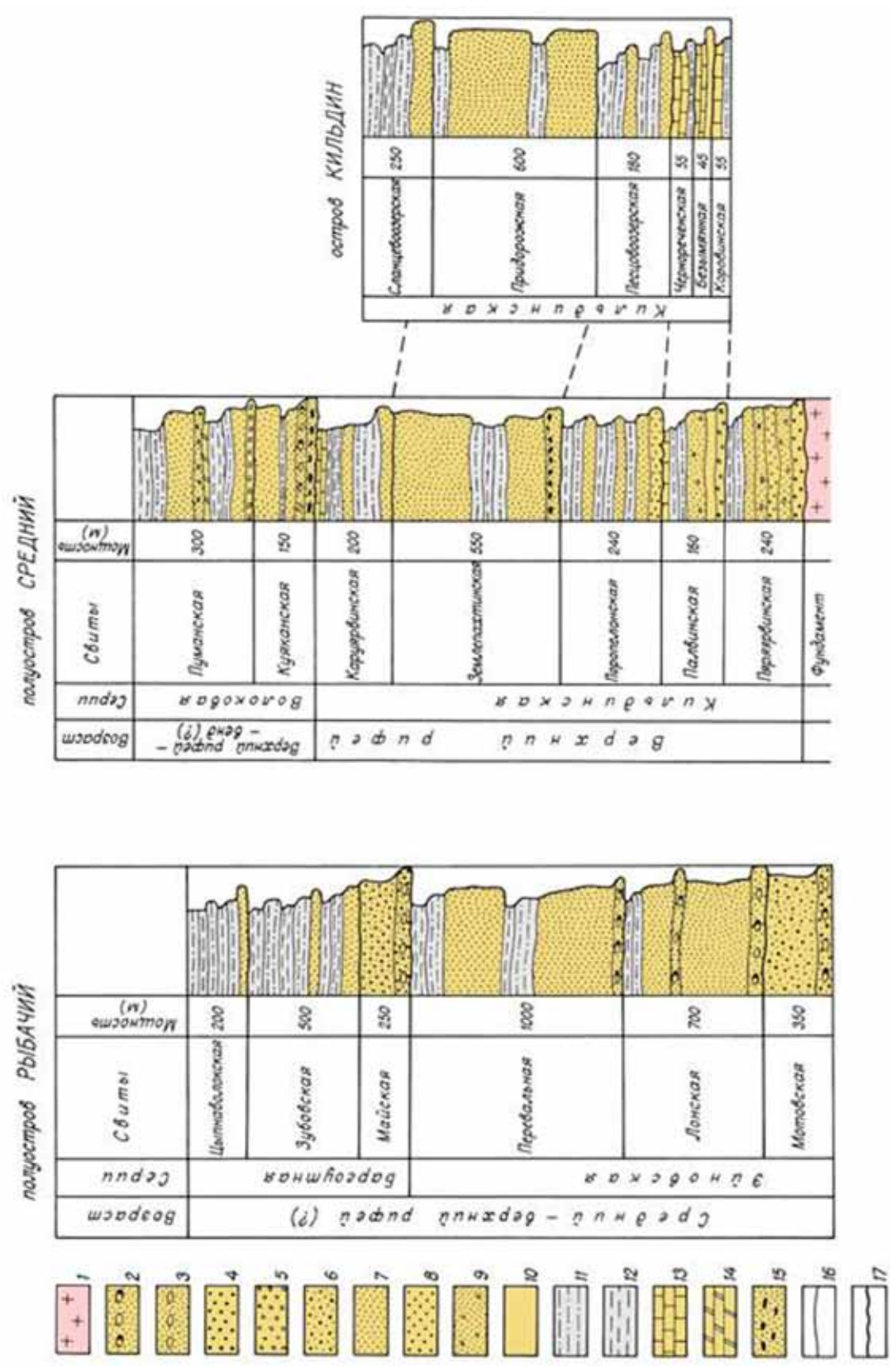


Рис. 2. Стратиграфический разрез п-овов Среднего, Рыбачьего и о. Кильдина.

1 – породы фундамента; псефиты: 2 – полимиктовые, 3 – кварцевые; гравелиты: 4 – полимиктовые, 5 – кварцевые; псаммиты: 6 – кварцевые граувакки, 7 – аркозовые, 8 – мезомиктовые, 9 – олигомиктовые, 10 – кварцевые; 11 – алевролиты; 12 – аргиллиты и сланцы; 13 – доломиты; 14 – мергели; 15 – обломочные фосфориты; границы: 16 – согласные, 17 – эрозионные.

разрывного пояса, обрамляющего Восточно-Европейскую платформу с СВ. Согласно существующей стратиграфической схеме, на п-ове Средний (рис. 1) выделяются (снизу вверх) кильдинская (пряяярвинская, палвинская, поропелонская, землепахтинская и каруярвинская свиты) и волоковая (куяканская и пуманская свиты) серии.

Кильдинская и волоковая серии сложены аркозовыми, олигомиктовыми, кварцевыми крупно- и среднезернистыми песчаниками, а также алевролитами и аргиллитами (рис. 2). Подчиненную роль в разрезе играют конгломераты и гравелиты. Карбонатные породы, представленные в основном доломитами, встречаются лишь среди отложений палвинской и каруярвинской свит. Отложения кильдинской серии распространены также на о. Кильдин, где подразделяются (снизу вверх) на коровинскую, безымянную, черноречeнскую, песцовоозерскую, придорожную и сланцевооозерскую свиту. Главным отличием верхнерифейских разрезов п-ова Средний и о. Кильдин является широкое развитие карбонатных фаций в пределах последнего. Наблюдаемую фациальную изменчивость прежде всего следует связывать с более глубоководными обстановками накопления осадков о. Кильдин в позднерифейское время.

Степень преобразования пород п-ова Средний и о. Кильдина не превышает стадии позднего (глубинного) катагенеза, о чем свидетельствует широкое развитие в псаммитах регенерационного цемента и инкорпорационного сочленения зерен.

Отложения кильдинской и волоковой серий характеризуются высокой степенью дифференциации осадочного материала, химической зрелостью, сортированностью и окатанностью алевропсаммитовых фракций. Формирование отложений кильдинской и волоковой серий происходило в подводно-дельтовых обстановках, о чем свидетельствуют структурно-текстурные признаки пород: преобладание в разрезе хорошо- и среднесортированных псаммитов, однонаправленная косая слоистость потокового типа, сменяющаяся разнонаправленной и др.

Эйновская и баргоутная серия п-ова Рыбачий характеризуются флишоидным типом строения и представлены переслаиванием псефитов, псаммитов, алевролитов и алевропелитов (рис. 2). Ярко выражена тенденция уменьшения доли грубообломочных пород за счет увеличения объема тонкозернистых разностей снизу вверх по разрезу как для отдельных свит, так и для всего разреза в целом. Степень изменения пород п-ова Рыбачий отвечает стадии метагенеза, о чем свидетельствует широкое развитие в псаммитах хлорита, серицита и эпидота.

Характер ритмичности комплекса п-ова Рыбачьего и закономерности ее изменения в направлении снизу (мотовская свита) вверх (цыпнаволокская свита) свидетельствуют о нормальной последовательности отложений, отвечающей трансгрессии бассейна в условиях лавинной седиментации, когда каждый последующий слой формировался в условиях, более удаленных

от береговой линии, чем предыдущий. С лавинным типом седиментации согласуются петрографические (широкое развитие кварцевых грауваккк, несортированность и неокатанность алевропсаммитовых фракций) и геохимические (низкая степень дифференциации осадочного материала, его химическая незрелость) свойства пород. Отложения эйновской серии могут рассматриваться как проксимальные фации подводного конуса выноса, а баргоутной – как дистальные.

Вопрос о возрасте отложений п-овов Средний и Рыбачий окончательно не решен. Лишь отложения кильдинской серии имеет достаточно надежно доказанный позднерифейский возраст. Цифры 1059-762 млн лет получены K-Ar методом по глаукониту из песчаников, залегающих в нижней часта серии (палвинская свита) [2]. Кроме того, по комплексу микрофоссилий Н.С. Михайлова [7] определяет позднерифейский возраст для отложений кильдинской серии. По комплексу микрофоссилий, акритарх и цианобактерий, собранных из пород поропелонской и каруярвинской свит, И. Самюельсон [26] подтверждает позднерифейский возраст кильдинской серии.

Изучение столбчатых построек строматолитов среди карбонатных прослоев кильдинской серии на о. Кильдин также свидетельствует о ее принадлежности к верхнему рифею. И.Н. Крыловым и В.В. Любцовым [6] в отложениях коровинской свиты выделены формы столбчатых ветвистых строматолитов *Gymnosolen ramsayi Steinm*. Позднее М.Е. Раабен и В.В. Любцов [23] описали сходные строматолитовые ассоциации родов Inzeria, Minjaria и Gymnosolen верхнего каратавия в отложениях п-ова Варангер, п-ова Канин и отложениях коровинской свиты о. Кильдин.

Менее определен возраст волоковой серии. Исходя из её залегания непосредственно выше кильдинской серии и по аналогии с опорными разрезами верхнего докембрия смежных районов Б.М. Келлер с Б.С. Соколовым [3] и Ю.Р. Беккер [1] предполагают её вендский возраст. Правомерность такого предположения подтверждается размывом и несогласием на границе волоковой и кильдинской серий. В.В. Любцов и др. [7] показали, что для волоковой и кильдинской серий характерен комплекс микрофоссилий позднерифейского возраста. Но И.М. Горохов и др. [19] по Rb-Sr соотношениям дают возраст 620 млн. лет для пелитов пуманской свиты, что отвечает времени их раннего диагенеза. Таким образом, возраст волоковой серии можно условно принять как позднерифейско-вендский.

По комплексу микрофоссилий отложения п-ова Рыбачьего Б.В.Тимофеев [11] относил к нижнему-среднему рифею, а Н.С. Михайлова [7] – к верхнему рифею-венду, при этом отмечая в нижней части разреза (эйновская серия) микрофоссилии, характерные для среднего рифея, а в верхней части (баргоутная серия) – для позднего рифея. Представление о вендском возрасте пород п-ова Рыбачий основано на данных В.З. Негруцы [9] о стратиграфическом контакте между отложениями мотовской свиты и комплексом пород п-ова Средний.

Но последующие исследования подтвердили точку зрения А.А. Полканова [10] об аллохтонном залегании отложений п-ова Рыбачий на породах п-ова Средний. Следовательно, логично отнести отложения комплекса п-ова Рыбачий к среднему-верхнему рифею. Это подтверждается и тем, что сланцы скарбеевской и цынаволокской свит, венчающих разрез п-ова Рыбачьего, по литолого-геохимическим данным хорошо коррелируются с породами формации Конгсфиорд [5] в основании спарагмитового комплекса Сев. Норвегии. Позднерифейский возраст для последних считается наиболее вероятным [29]. Таким образом, наиболее доказанным считается позднерифейский возраст кильдинской серии. Что касается возраста волоковой, эйновской и баргоутной серий, то он определяется из их взаимоотношений с породами кильдинской серии. Недавняя находка пластовых строматолитов среди карбонатных отложений каруярвинской свиты на п-ове Средний заставила вернуться к вопросу о возрасте кильдинской серии.

Обнаруженные в доломитах каруярвинской свиты на п-ове Средний пластовые строматолиты [8] после детального изучения С.А. Анисимовой были отнесены к формальному раннерифейскому виду *Stratifera flexurata* Komar (1966). Изучив коллекцию образцов и шлифов этих строматолитов, можно сделать вывод о необоснованности их определения как *Stratifera flexurata* Komar (1966). Главным противоречием является отсутствие у пластовых строматолитов п-ова Средний «сближенных между собой, иногда разветвляющихся столбиков» [3, с. 91, табл. XII, рис. 1]. Учитывая пластообразную морфологию и простейшую структуру строматолитовых наслоений у стратифер, наличие «ложных столбиков» у *Stratifera flexurata* Komar (1966) является важным диагностическим признаком, отсутствие которого не позволяет отнести изученные строматолиты к данному формальному виду.

Рассматривая строматолиты как микробиальные постройки, необходимо обосновать их биогенность. Для этого существует ряд критериев, важнейший из которых – наличие в элементарных наслоениях фоссилизированных микроорганизмов или следов их жизнедеятельности [22]. Для обнаружения таких структур шлифы строматолитов внимательно изучались на лазерном сканирующем микроскопе VK 9710 под различными увеличениями. Признаки следов микробиальной жизни в пластовых строматолитах п-ова Средний отмечались предыдущими исследователями в виде сгустковой (комковатой) структуры пелитоморфного доломита, тёмных нитевидных и трубчатых микрообразований [8]. Кроме нитевидных выделений углеродистого вещества в тёмных наслоениях (рис. 3) нами обнаружены многочисленные ленточные микрообразования в светлых слоях, сложенных кристаллическим доломитом (рис. 4).

Углеродистое вещество тёмных наслоений изучено методом спектрального комбинационного рассеивания (рамановская спектроскопия). Метод может быть использован для изучения строматолитов без разрушения образца. В последнее время метод широко применяется для исследования микро-

Рис. 3. Нитевидные выделения УВ. Шлиф 905. Лазерный сканирующий микроскоп. Масштабный отрезок 100 мкм.

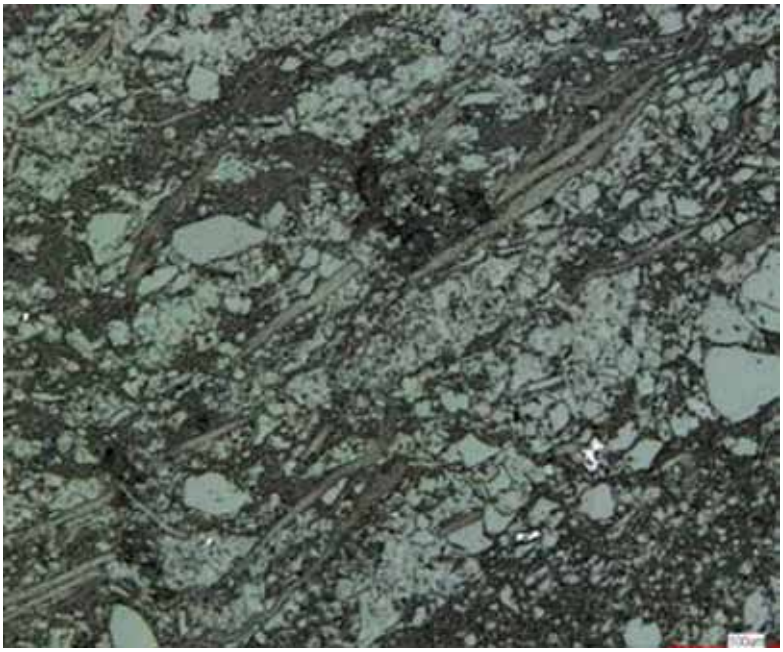


Рис. 4. Ленточные микрообразования в светлом наслоении. Шлиф 905А. Лазерный сканирующий микроскоп. Масштабный отрезок 100 мкм.

биальных фоссилий в горных породах докембрийского возраста [12, 17, 21, 27, 28,], так как он позволяет на микроуровне определить минеральный состав горных пород и, что особенно важно, идентифицировать углеродистое вещество (УВ) и определить его спектральные характеристики.

По результатам изучения образцов строматолитов 509 и 905 установлено, что они имеют сходный минеральный состав, представленный преимущественно доломитом, кварцем, рутилом, анатазом, мусковитом, альбитом, микроклином, пиритом, гематитом и УВ. Темные слои представляют собой

Рис. 5. Строматолитовые наслоения. Тёмные прослои обогащены УВ. Шлиф 905В. Лазерный сканирующий микроскоп. Масштабный отрезок 100 мкм.

матрицу из доломита и УВ с зернами кварца, анатаза, рутила и мусковита, светлые слои представлены мелкокристаллическим доломитом с зернами кварца, анатаза и рутила. УВ образцов 509 и 905 представлены прослоями разной толщины от 0.05 до 0.5 мм (рис. 5).

Характеристики рамановского спектра УВ не являются индикаторами его биогенного или абиогенного генезиса. Но, помимо того, что даже идентификация УВ в древних строматолитах имеет большое значение, метод рамановской спектроскопии дает возможность определить степень метаморфических преобразований УВ и судить о его сингенетичном происхождении. Спектры комбинационного рассеяния УВ строматолитов получены на дисперсионном Раман-спектрометре Nicolet Almega XR с возбуждением Ar лазером с длиной волны 532 нм. Для фокусировки лазерного луча на поверхности образца использовался 50-кратный объектив конфокального микроскопа, что позволяло получить сигнал с области около 2 мкм. Рамановские спектры получены с поверхности петрографических шлифов.

Вопрос о влияние полировки образца УВ и его ориентации относительно лазерного пучка на параметры спектра остается дискуссионным [13, 14, 15, 31]. Но было показано, что для разупорядоченного УВ влияния этих факторов незначительно [30, 31]. Параметры спектра (положение, интенсивность, интегральная интенсивность и полуширина) рассчитаны разложением исходных спектров с использованием функции Войта в программе OMNIC.

Рамановские спектры УВ всех образцов строматолитов сходны и аналогичны спектрам разупорядоченного (аморфного) УВ [14, 18, 33]. В области рассеяния первого порядка спектры всех изученных образцов представлены наиболее интенсивными линиями D1 и G (рис. 6).

Графитовый пик G соответствует колебаниям атомов углерода в плоскости графеновых слоев и присутствует в спектрах УВ с sp^2-гибридизацией [18, 33]. В аморфных и (или) дефектных фазах углерода появляется дополнительная линия D, свидетельствующая о краевых дефектах графеновых слоев [18]. Положение линии D1 примерно одинаково для всех образцов и близко к 1354 см $^{-1}$. В отличие от линии D1, линия G в рамановских спектрах УВ изученных строматолитов находится в диапазоне от 1584 (905A) и 1601 (905C) см $^{-1}$. Для всех образцов интенсивность линии G значительно выше, чем линии D1, тогда как полуширина D1 значительно больше, чем G (рис. 6). Кроме наиболее интенсивных линий D1 и G, при разложении спектра УВ всех образцов выделены малоинтенсивные линии D2 (1610 см $^{-1}$), D3 (1530 см $^{-1}$) и D4 (1260 см $^{-1}$), характерные для УВ с высокой степенью разупорядоченности. В спектральной области второго порядка УВ всех образцов пики, например S1 и S2, характерные для аморфного УВ относительно высокой степени упорядоченности [14], не выявлены (рис. 6). Это также свидетельствует о низкой степени упорядоченности УВ исследованных строматолитов.

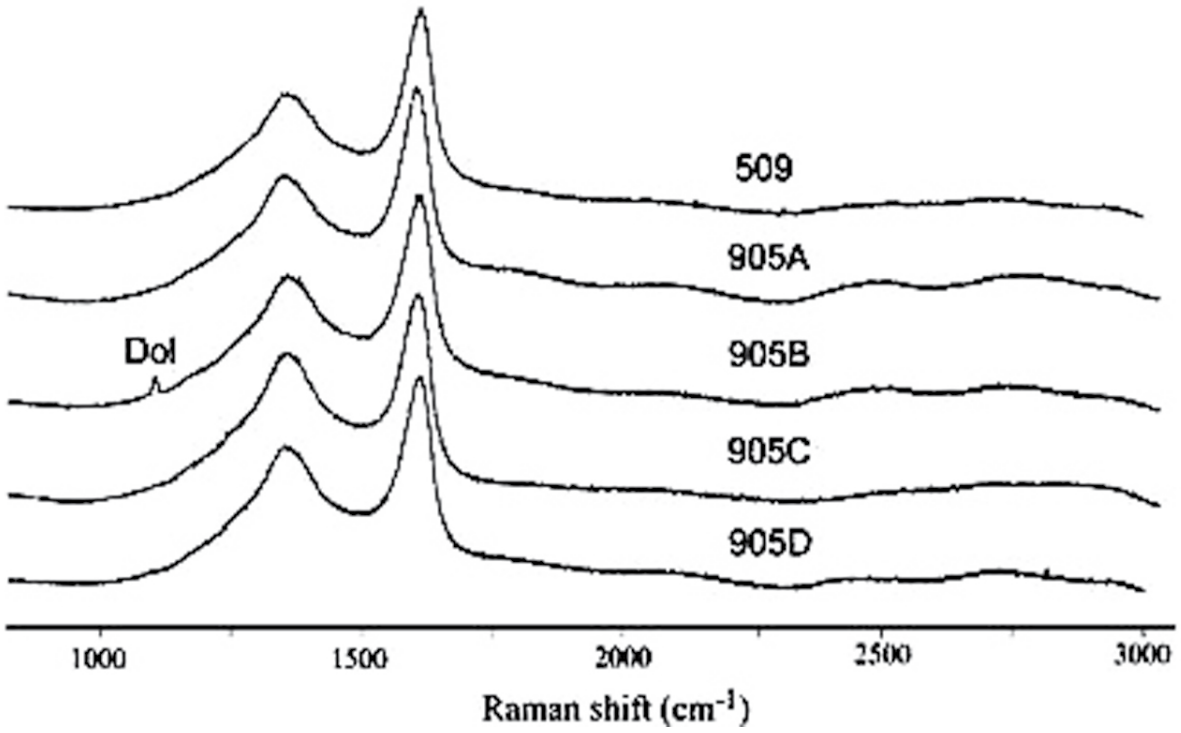


Рис. 6. Рамановские спектры УВ строматолитов.

Степень упорядоченности УВ зависит от степени его метаморфизма под действием температур и давлений, кинетики процессов и исходного состояния углерода. Для количественной оценки степени упорядоченности УВ чаще всего используют параметры соотношения интенсивностей (R1 = D1/G) и интегральных площадей (R2 = D1/(D1+G+D2)) полос D1 и G, причем уменьшение значений параметров свидетельствует об увеличении степени упорядоченности УВ [14, 20, 33]. Для УВ осадочных пород установлена

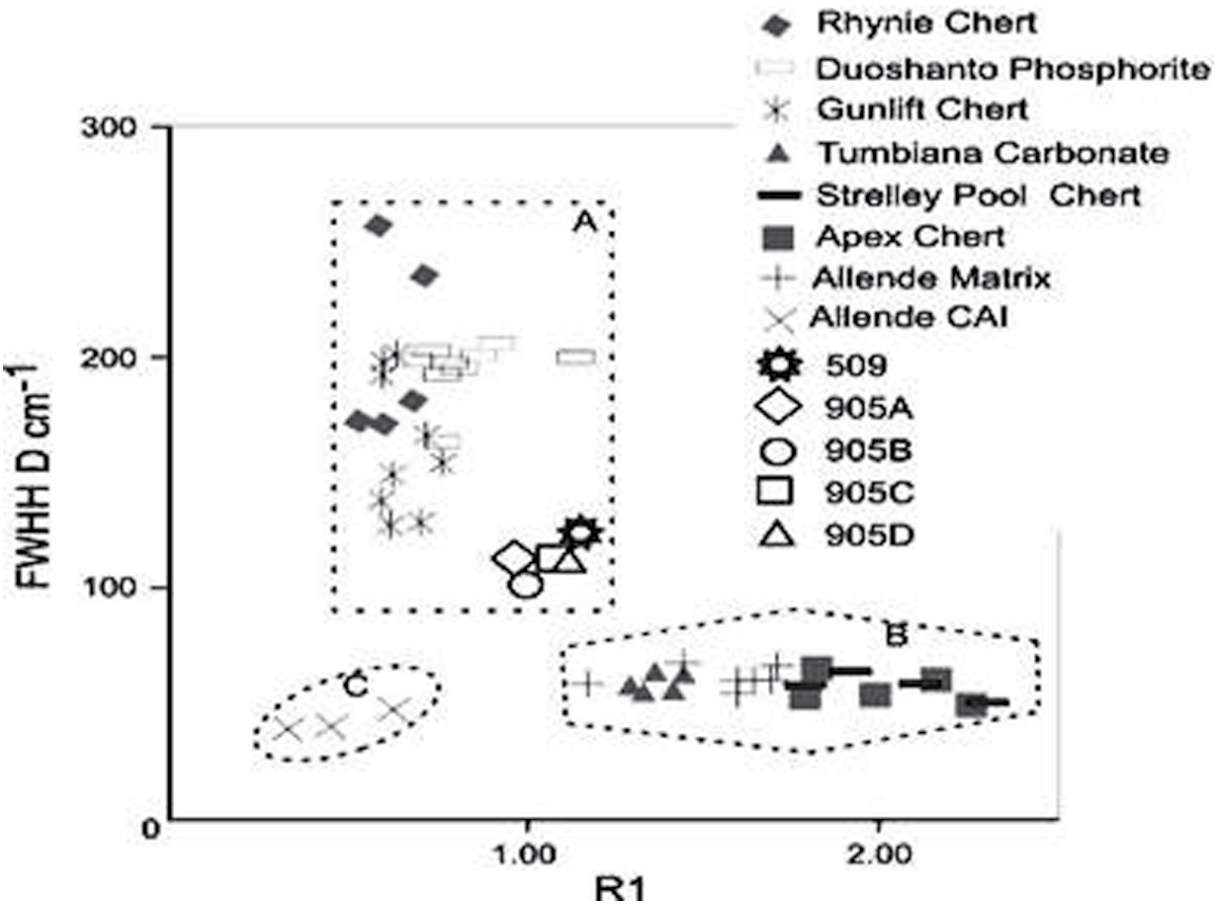


Рис. 7. Зависимость параметра R1 от полуширины (FWMH) пика D [16].

[15, 25, 32] зависимость степени упорядоченности УВ, выраженной параметром R2, от температуры метаморфизма. УВ изученных строматолитов характеризуется относительно низкими параметрами R1 и R2, соответствующими температурам 400-500 ° С, рассчитанным по геотермометру [14], то есть зеленосланцевой фации метаморфизма.

Параметры R1 и R2 информативны для УВ из относительно высокометаморфизованных пород, но плохи для характеристики УВ, испытавшего слабые метаморфические преобразования (до 250 °С) [14, 24]. Для таких УВ, наряду с R1 и R2, необходимо учитывать и полуширины линий D1 и G [16, 17, 30]. На рис. 7 дан график зависимости полуширины линии D1 от параметра R1 для УВ микрофоссилий различного возраста [16].

Условия образования УВ микрофоссилий: А – метаморфизм при 27 °С < Т < 150 °С, исходное УВ сложного состава; В – метаморфизм при 300 °С < Т < 1000 °С, исходное УВ менее сложного состава; С – графит, метаморфизм Т > 1000 °С. Характеристики изученных строматолитов 509 и 905 А, В, С, D нанесены на график. Параметры рамановских спектров изученных строматолитов попадают в область УВ, испытавшего слабые преобразования (27 °С < Т < 150 °С). Исходным было УВ сложного состава. Температуры соответствуют метаморфизму вмещающих пород, что позволяет сделать вывод о

сингенетичном происхождении УВ. Сложный состав исходного УВ служит аргументом в пользу биогенного происхождения. В эту же область попадает УВ микробиалитов девонского (Rhynie chert) и докембрийского возраста (Duoshanto phosphorite и Gunflint chert).

Таким образом, результаты свидетельствуют о том, что пластовые строматолиты в доломитах каруярвинской свиты на п-ове Средний действительно являются ископаемыми микробиальными постройками. Но вопрос об отнесении их к формальному виду *Stratifera flexurata* Komar (1966) остаётся дискуссионным.

Литература

1. Беккер Ю.Р. Молассы докембрия. Л.: Недра, 1988. 1986 с.
2. Беккер Ю.Р. Негруца В.З., Полевая Н.И. Возраст глауконитовых горизонтов и верхней границы гиперборея восточной части Балтийского щита // Докл. АН. 1970. Т. 193. № 5. С. 1123-1126.
3. Келлер Б.М., Соколов Б.С. Поздний докембрий севера Мурманской обл. // Докл. АН. 1960. Т. 133. № 5. С. 1154-1157.
4. Комар В.А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы. М.: Наука, 1966. 122 с.
5. Коноплева Н.Г. О стратиграфии рифейских отложений п-ова Рыбачьего // Новые данные по геологии и стратиграфии Северо-Запада РСФСР. Тр. Министерства геологии РСФСР. Вып. 6. М., 1977. С. 62-80.
6. Крылов И.Н., Любцов В.В. Строматолитовые бигермы о. Кильдин // Природа и хозяйство Севера. Вып. 4. Мурманск, 1976. С. 50-56.
7. Любцов В.В., Михайлова Н.С., Предовский А.А. Литостратиграфия и микрофоссилии позднего докембрия Кольского п-ова. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1989. 130 с.
8. Михайленко Ю.В., Иванов Н.Ф. О рифейских пластовых строматолитах каруярвинской свиты п-ова Средний, северное побережье Кольского п-ова // Проблемы современной палинологии. Матер. XIII Рос. палинологической конф. Т. 1. Сыктывкар: Геопринт, 2011. С. 267-271.
9. Негруца В.З. Стратиграфия гиперборейских отложений п-овов Среднего, Рыбачьего и о. Кильдина // Проблемы геологии докембрия Балтийского щита и покрова Русской платформы. Тр. ВСЕГЕИ. Т. 175. Л., 1971. С. 153-186.
10. Полканов А.А. Геологический очерк Кольского п-ова // Тр. ААНИИ. Т. 53. Геология. Л., 1936. 171 с.
11. Тимофеев Б.В. Микропалеофитологическое исследование древних свит. Л.: Наука, 1966. 147 с.
12. Allwood A.C., Walter M.R., Marshall C.P. Raman spectroscopy reveals thermal palaeoenvironments of c. 3.5 billion-year-old organic matter // Vib. Spectrosc. 2006. V 41. P 190-197.
13. Aoya M., Kouketsu Y., Endo S. et al. Extending the applicability of the Raman carbonaceous-material geothermometer using data from contact metamorphic rocks // J. Met. Geol. 2010. V 28. P 895-914.

14. Beyssac O., Goffé B., Chopin C. et al. Raman spectra of carbonaceous material in metasediments: a new geothermometer // J. Met. Geol. 2002. V 20. P 859-871.
15. Beyssac O., Bollinger L., Avouac J.P. et al. Thermal metamorphism in the lesser Himalaya of Nepal determined from Raman spectroscopy of carbonaceous material // Earth Planet. Sci. Lett. 2004. V 225 P 233-241.
16. Bower D.M., Steele A., Fries M.D. et al. Micro Raman spectroscopy of carbonaceous material in microfossils and meteorites: improving a vethod for life detection // Astrobiology. 2013. V 13. P 103-113.
17. Bower D.M. Micro Raman spectroscopic investigations of mineral assemblages in parallel to bedding laminae in 2.9 Ga sandstones of the Pongola Supergroup, S. Africa // J. Raman Spectrosc. 2011. V 42 P 1626-1633.
18. Ferrari A.C., Robertson J. Interpretation of Raman spectra of disordered and amorphous carbon // Phys. Rev. 2000. B 61. P 14095-14107.
19. Gorokhov I.M., Turchenko T.L., Baskakov A.V. et al. A Rb-Sr study of multis tage illite generation in shales of Poropelonskaya and Pumanskaya Formations, Sredni Peninsula // Norw.-Rus. Collaboration Progr. «North Area». Abstr. vol. of the 1st Int. Barents Symp. Kirkenes, Norway. Oct. 21-24, 1993.
20. Jehlicka J., Urban O., Pokorny J. Raman spectroscopy of carbon and solid bitumens in sedimentary and metamorphic rocks // Spectrochim. Acta. Mol. Biomol. Spectrosc. 2003. V 59. P 2341-2352.
21. Marshall C.P., Edwards H.G.M., Jehlicka J. Understanding the application of Raman spectroscopy to the detection of traces of life // Astrobiology. 2010. V 10 P 229-243.
22. McLoughlin N., Melezhik V.A., Brasier A.T. et al. Palaeoproterozoic stromatolites from the Lomagundi-Jatuli interval of the Fennoscandian Shield. Earth's Oxygenation and Assoc. Global Events: The FAR-DEEP Perspective. 7.8 Traces of Life. Vol. 3: Global Events and the Fennoscandian Arctic Russia – Drilling Early Earth Project // Reading the Archive of Earth's Oxygenation. Springer Series: Frontiers in Earth Sciences. Springer, 2013. P 1298-1351.
23. Raaben M.E., Lyubtsov V.V. Stromatolites on Kildin Island, Kanin Peninsula (Russia) and Grasdalen Formation and Porsanger Dolomite (Northern Norway) // Norw.-Rus. Collaboration Progr. «North Area». Abstr. vol. of the 1st Int. Barents Symp. Kirkenes, Norway. Oct. 21-24, 1993.
24. Rahl J.M., Anderson K.M., Brandon M.T. et al. Raman spectroscopic carbonaceous material thermometry of low-grade metamorphic rocks: calibration and application to tectonic exhumation in Crete, Greece // Earth Planet. Sci. Lett. 2005. V 240. P 339-354.
25. Rantitsch G., Grogger W., Teichert C. et al. Conversion of carbonaceous material to graphite within the greywacke zone of the Eastern Alps // Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch). 2004. V 93. P 959-973.
26. Samuelsson J. Biostratigraphy of Kildin Island and Sredni Peninsula: preliminary results // Norw.-Rus. Collaboration Progr. «North Area». Abstr. vol. of the 1st Int. Barents Symp. Kirkenes, Norway. Oct. 21-24, 1993.

27. Schopf J.W., Kudryavstev A.B. Confocal laser scanning microscopy and Raman imagery of ancient microscopic fossils // Precambrian Res. 2009. V 173. P 39-49.
28. Schopf J.W., Kudryavstev A.B., Agresti D.G. et al. Raman imagery: a new approach to assess the geochemical maturity and biogenicity of permineralized Precambrian fossils // Astrobiology. 2005. V 5. P 333-371.
29. Siedlecka A., Roberts D. The bedrock geology of Varanger Peninsula, Finmark, North Norway: an excursion guide // Nor. Geol. Unders. Spec. Publ. 1992. V 5. 45 p.
30. Sforna M.C., van Zuilen M.A., Philippot P. Structural characterization by Raman hyperspectral mapping of organic carbon in the 3.46 billion-year-old Apex chert, W. Australia // Geochim. Cosmochim. Acta. 2014. V 124. P 18-33.
31. Van Zuilen M.A., Chaussidon M., Rollion-Bard C. et al. Carbonaceous cherts of the Barberton greenstone belt, S. Africa: isotopic, chemical and structural characteristics of individual microstructures // Geochim. Cosmochim. Acta. 2007. V 71. P 655-669.
32. Wiederkehr M., Bousquet R., Ziemann M. et al. 3D assessment of peak-metamorphic conditions by Raman spectroscopy of carbonaceous material: an example from the margin of the Lepontine dome, Swisss Central Alps // Int. J. Earth Sci. 2011. V 100. P 1029-1063.
33. Wopenka B., Pasteris J.D. Structural characterization of kerogens to granulite-facies graphite: applicability of Raman microprobe spectroscopy // Amer. Miner. 1993. V 78. P 533-557.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТОВЫХ СТРОМАТОЛИТОВ STRATIFERA FLEXURATA KOM., КАРУЯРВИНСКАЯ СВИТА П-ОВА СРЕДНИЙ

Кочетков О.С.[1], Михайленко Ю.В.[1], Иванов Н.Ф.[1], Анисимова С.А.[2]

[1] УГТУ, г. Ухта, Yulia-v-m@mail.ru, [2] ИЗК СО РАН, г. Иркутск, svetanisimova@crust.irk.ru

В статье дано макро- и микроскопическое описание пластовых строматолитов, обнаруженных в разрезе каруярвинской свиты на п-ове Средний и диагностированных как Stratifera flexurata Kom. (1966). Дискуссионность этой диагностики в значительной мере стала причиной организации научно-практической конференции.

В ходе полевых работ на п-ове Средний (Кочетков О.С., Иванов Н.Ф., 2006-2007 гг.; Иванов Н.Ф., Михайленко Ю.В., 2010 г.) обнаружены и изучены биостромы пластовых строматолитов в разрезе каруярвинской свиты. Осадочные образования (без учета метаморфизма) п-ова Средний трактуют как отложения двух крупных трансгрессивно-регрессивных циклов (кильдинская и волоковая серии), состоящих из циклов более низкого уровня [2]. Каруярвинская свита отвечает верхней части кильдинской серии, имеет локальное развитие на СЗ и СВ п-ова Средний и согласно залегает на земле-

Рис. 1. Точки наблюдения пластовых строматолитов.

пахтинской свите. Она сложена ритмично переслаивающимися пестроцветными (благодаря гипергенезу) кварцитопсаммолитами, метаалевролитами, глинизированными метасланцами и темно-серыми доломитами, включающими пластовые строматолиты *Stratifera flexurata* Kom. [3], биостромы которых четко картируются и прослеживаются среди отложений п-ова Средний. Видимая мощность изученного разреза каруярвинской свиты около 70 м. Но это не полный стратиграфический разрез, так как свита была размыта и перекрыта куяканской толщей с угловым несогласием. Залегание пород вдоль побережья губы Б. Волоковая полого-складчатое. Горные породы смяты в брахиантиклинальные складки с падением слоев на крыльях от 4 ° до 25 ° [3].

Биостромы пластовых строматолитов обнаружены и опробованы вдоль ЮЗ берега губы Б. Волоковая и на водоразделе (рис. 1). Вдоль СЗ берега п-ова Средний изучены отдельные выходы пород каруярвинской свиты. Первичное изучение пластовых строматолитов производилось в штуфах, пришлифовках, аншлифах и ориентированных прозрачных шлифах с целью характеристики поверхностей напластования и микроструктуры. При дальнейшем исследовании материала в ИЗК СО РАН подтвердилось, что в образцах определяются микроструктуры пластовых строматолитов *Stratifera flexurata* Kom. [1]. Волнисто-слоистые постройки *Stratifera flexurata* Kom. образуют выдержанные слои мощностью 0.5-1.5 м и прослеживаются во время отлива вдоль побережья на десятки и сотни метров (рис. 2).

Дадим описание строматолита, диагностированного нами как *Stratifera flexurata* Комар (1966) (рис. 3).

Голотип. Обр. 3577/14, ГИН РАН, Анабарский массив, р. Котуйкан, верхняя подсвита котуйканской свиты, нижний рифей.

Диагноз. Стратифера с унаследованными флексурообразными перегибами слоёв и простейшей (полосчатой) микроструктурой.

Описание. Постройки в виде пластов мощностью 0.5-1.5 м, прослеживающиеся на протяжении сотен метров, в обн. № 166 образуют биостромы на протяжении 200 м. В вертикальном сечении, благодаря наличию резких, унаследованных флексурообразных перегибов слоёв, сопровождающихся уменьшением толщины, в постройке создаётся ряд бугорков, производящих впечатление сближенных столбиков. Но каждый строматолитовый слой проходит через эти ложные столбики, не прерываясь. Волнистые строматолитовые слои с поверхности образуют чередующиеся пологие бугорки длиной 10 см и шириной 2 см, высотой 1-1.5 см и впадинами шириной 5-7 см. Форма поперечного сечения бугорков разнообразная: округлая, эллипсовидная, С-образная и т.п.

Слоистость и микроструктура. Слоистость чёткая, разнослоистая. Толщина каждого слоя между зонами перегиба выдержана, но меняется от слоя к слою. В зоне перегиба, ширина которой не превышает 1-2 мм, слои резко подгибаются вниз и утончаются. Полого-выпуклые участки слоёв (0.5-1 см), преобладают над полого-вогнутыми (0.1-0.8 см). Микрострук-

Рис. 2. Обнажение № 509, доломиты с пластовыми строматолитами в разрезе (А) и бугристая поверхность наслоения (Б).

тура определяется закономерным чередованием слоёв двух типов: 1) более тёмных, сложенных пелитоморфным карбонатом, обогащенных углефици-

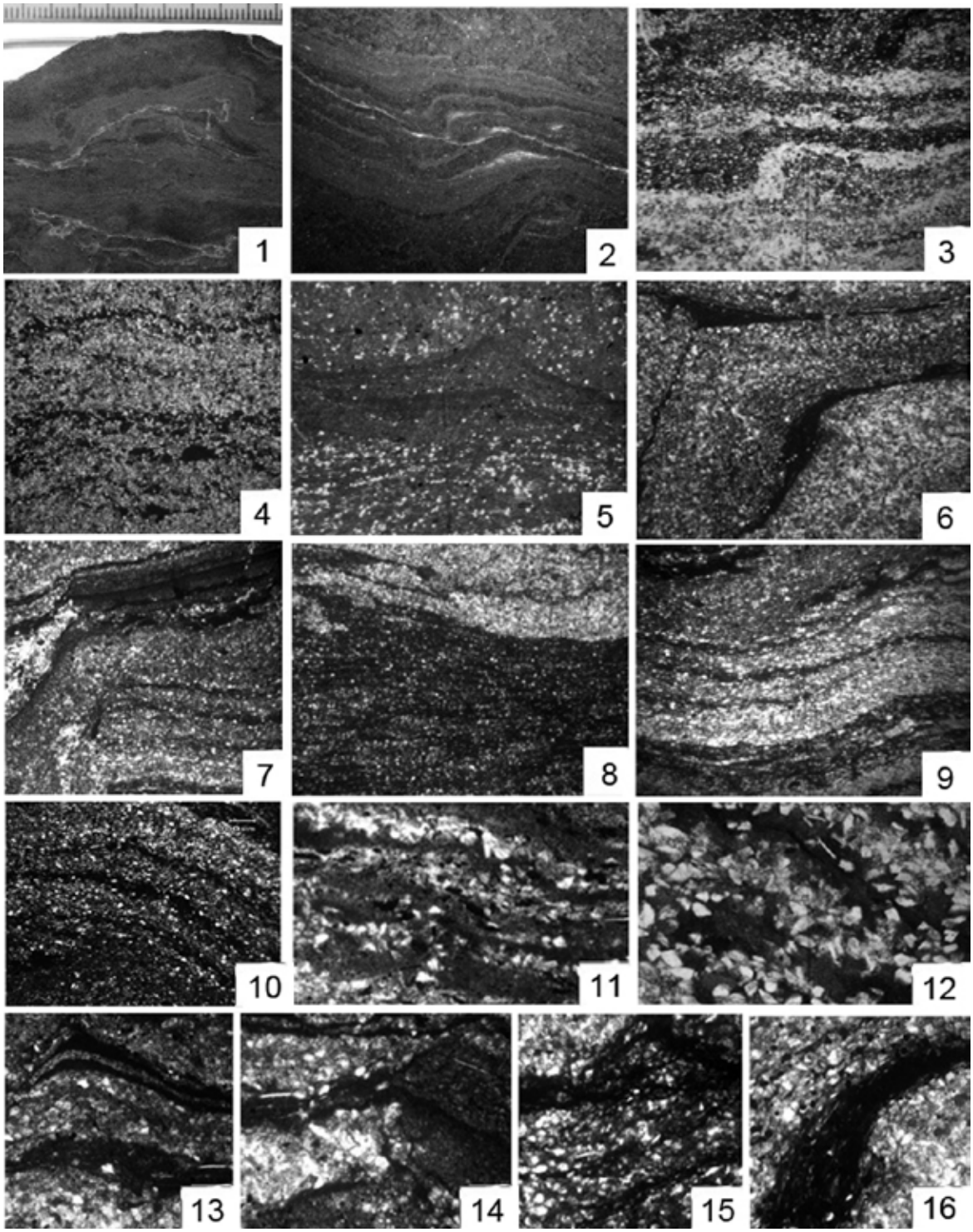


Рис. 3. Продольное сечение Stratifera flexurata Kom., характер наслоения и микроструктура. Каруярвинская свита, кильдинская серия рифея п-ова Средний, побережье губы Б. Волоковая. 1. Пришлифовка обр. 511/3. 2. Унаследованное флексурообразное изгибание слоев, пришлифовка обр. 77/5К, × 20. 3. Унаследованное флексурообразное изгибание слоев, шл. 511/3, × 16. 4. Шл. 77/2, × 16. 5. Шл. 166/15, × 16. 6. Флексурообразное изгибание углефицированных темных слоев, шл. 166/1, × 16. 7. Флексурообразное изгибание углефицированных темных слоев, шл. 76/К, × 16. 8. Ячеистое строение талломов (черное) в шл. 508/1, × 16. 9. Шл. 508/1, × 16. 10. Шл. 77/2, × 40. 11. Шл. 77/5К, × 65. 12. Шл. 78/6, × 65. 13. Шл. 76/К, × 65. 14. Шл. 76/К, × 65. 15. Талломы (черное) в строении слоев, шл. 508/1, × 65. 16. Талломы, замещенные пиритом, шл. 508/3, × 65.

рованным органическим веществом, иногда наблюдаются талломы, толщина слоя выдерживается в пределах 0.03-0.1 мм; 2) более светлых, сложенных тонкозернистым карбонатом с обилием обломочных зерен кварца (реже полевых шпатов) от угловатой до округленно-угловатой формы. Толщина слоёв вне зон перегиба изменяется от слоя к слою от 0.08 до 0.6 мм. Каждый слой выдержан по толщине, но в местах перегиба обычно резко утончается.

Сравнение. От *Stratifera rara* Korol. отличается характерными флексурообразными перегибами слоёв и отсутствием выпуклых нитей на поверхности наслоения, от голотипа отличается кварцевым обломочным материалом в светлых слоях и углефицированными темными слоями.

Материал. 27 образцов из 7 обнажений (77 (166), 78 (508), 79, 509, 80 (511), 510, 157) каруярвинской свиты рифея п-ова Средний.

Литература

1. Дольник Т.А. Строматолиты и микрофитолиты в стратиграфии рифея и венда складчатого обрамления Сибирской платформы. Н.: Изд-во СО РАН, 2000. 320 с.
2. Негруца В.З., Басалаев А.А., Чикирев И.В. Баренцевоморский фосфоритовый бассейн. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1993. 119 с.
3. Михайленко Ю.В., Иванов Н.Ф. О рифейских пластовых строматолитах каруярвинской свиты п-ова Средний, северное побережье Кольского п-ова // Проблемы современной палинологии. Матер. XIII Рос. палинологической конф. Т. 1. Сыктывкар: Геопринт, 2011. С. 267-271.

СТРАТИГРАФИЯ И U-Pb ВОЗРАСТ ВЕРХНЕДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ П-ОВОВ СРЕДНИЙ И РЫБАЧИЙ

Михайленко Ю.В.
УГТУ, г. Ухта, Yulia-v-m@mail.ru

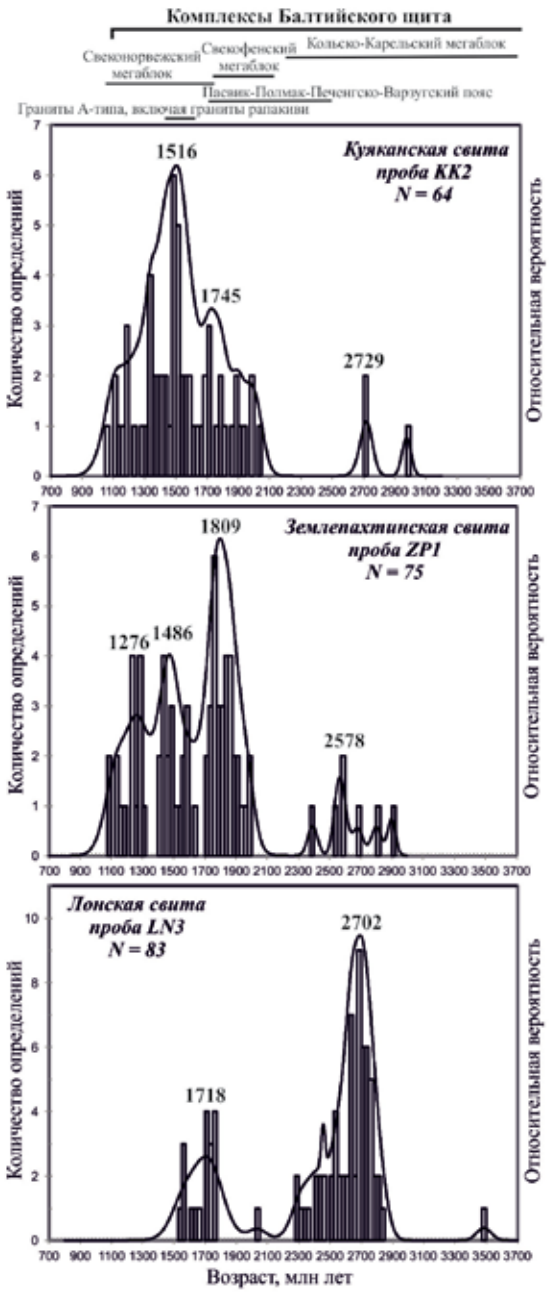


Рис. 1. Гистограммы и кривые относительной вероятности распределения $^{207}Pb/^{206}Pb$ возрастов обломочных цирконов из терригенных отложений лонской свиты (эйновская серия) п-ова Рыбачий, землепахтинской свиты (кильдинская серия) и куяканской свиты (волоковая серия) п-ова Средний. Над графиками показаны совокупные возрастные интервалы формирования кристаллических комплексов Балтийского щита, включая крупнейший раннепротерозойский Пасвик-Полмак-Печенгско-Варзугский зеленокаменный пояс (Глебовицкий, 2005); время формирования А-гранитов, включая граниты рапакиви (Кузнецов и др., 2011).

Байкалиды Варангер-Тиманского складчато-глыбового пояса ограничивают с СВ Восточно-Европейскую платформу, протягиваясь от п-ова Варангер в Сев. Норвегии до Полюдова кряжа [7, 24]. В пределах СВ обрамления Кольского п-ова наиболее крупные выходы и полные разрезы осадочно-метаморфических пород представлены на п-овах Варангер, Средний, Рыбачий и о. Кильдин. На всем протяжении Варангер-Тиманского складчато-глыбового пояса байкалиды разделены Главным Тиманским разломом (в пределах Канино-Тиманского региона) [7] и его СЗ продолжением – разломом Тролльфиорд-Комагельв (в пределах Баренцевоморского побережья). По совокупности литологических и структурных признаков, степени метаморфизма байкалиды разделены на две структурно-формационные зоны (СФЗ): ЮЗ и СВ [7]. В пределах п-овов Средний и Рыбачий выделяют Кильдинскую и Рыбачинскую СФЗ [25].

Проблемой расчленения докембрийских комплексов п-овов Средний и Рыбачий, их региональной и межрегиональной корреляцией с породами п-ова Варангер геологи занимаются свыше 180 лет, начиная с работ Бетлингка (Boethlingk, 1830) и Д. Киля (1876). Взгляды на геологическое строение регионов отражены в опубликованных [3-7, 10-13, 16, 17, 19, 20, 22-25, 27] и фондовых (ф) работах (Коноплева и др., 1971ф; Заможняя, 2001ф; Ремизова, 2007ф; Чигвинцев, 2007ф). Но до сего времени многие вопросы остаются дискуссионными и нерешенными. Согласно последней схеме стратиграфии, на п-ове Средний выделяют две серии пород – нижнюю кильдинскую, относящуюся к верхнему рифею, и лежащую на ней с угловым несогласием венд (?) –верхнерифейскую волоковую. На п-ове Рыбачий выделяют эйновскую серию, согласно сменяющуюся вверх по разрезу баргоутной. Возраст обеих – среднерифейский [25].

С учетом сказанного, для уточнения возраста осадочно-метаморфических пород Варангер-Тиманского пояса в районе п-овов Средний и Рыбачий, определения и сравнения основных источников их обломочного материала изучены и продатированы методом LA ICP MS обломочные цирконы из кварцитопесчаников кильдинской и волоковой серий п-ова Средний и наиболее древней эйновской серии п-ова Рыбачий (рис. 1). Пробы отобраны из нижних частей свит. Результаты позволили сравнить датировки детритовых цирконов из верхнедокембрийских осадочно-метаморфических толщ байкалид разных районов обрамления Восточно-Европейской платформы (п-ова Варангер, Средний и Рыбачий, Сев. и Ю. Тиман).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы

1. Датировки, полученные по детритовым цирконам из кварцитопесчаников трех изученных свит, соотносятся с известными полно проявленными тектоно-магматическими циклами на Балтийском щите: саамским (> 3.15 млрд лет), лопийским (3.15-2.5 млрд лет), карельским (2.5-2.0 млрд лет), свекофеннским (2.0-1.65 млрд лет) и рифейским (1.65-1.1 млрд лет) [2, 18]. Сопоставление полученных результатов датирования детритовых цирконов с возрастом кристаллических комплексов возможных питающих провинций позволяет сделать вывод, что верхнедокембрийские терригенные комплексы п-овов Рыбачий и Средний сформировались за счет продуктов разрушения кристаллических комплексов Фенноскандии.

2. При формировании отложений землепахтинской и куяканской свит п-ова Средний размывались комплексы Фенноскандии с палеопротерозойским и мезопротерозойским возрастами, на долю которых приходится 92 % датировок (69 зерен из 75) в интервале 1080-2394 млн лет (землепахтинская свита) и 95 % датировок (61 зерно из 65) в интервале 1063-2036 млн лет (куяканская свита). Цирконы с архейским возрастом (мезоархей и неоархей) составляют первые проценты. Минимальный возраст цирконов мезопротерозойский: для землепахтинской свиты – 1080 ± 70 млн лет, для куяканской свиты – 1063 ± 70 млн лет. Если условно считать полученный возраст для землепах-

тинской свиты временем начала осадконакопления, то датировать свиту следует поздним рифеем. Куяканская свита залегает с размывом и угловым несогласием на каруярвинской свите и нижележащей землепахтинской свите. О верхнем возрастном пределе накопления осадков волоковой серии п-ова Средний можно судить по K-Ar возрасту дайки габбро-диабазов, прорывающей эту серию. Ее возраст оценивается в 600 ± 20 млн лет [3].

В.В. Любцов с соавторами показали, что для волоковой серии, как и для кильдинской, характерен комплекс микрофоссилий поздерифейского возраста [10], а U-Pb возраст фосфатных конкреций куяканской свиты определен в 830 ± 60 млн лет [20]. Таким образом, прямые индикаторы возраста этой серии, с учетом результатов по детритовым цирконам свидетельствуют о ее принадлежности к верхнему рифею. Полученные данные по детритовым цирконам, с учетом состава тяжелой фракции (для обеих свит характерно преобладание циркона, лейкоксена, турмалина, рутила), позволяют сделать вывод о доминирующей роли одних и тех же источников поступления обломочного материала, только в разных соотношениях (рис. 1).

3. Во время накопления осадков лонской свиты п-ова Рыбачий размывались кристаллические комплексы Фенноскандии, преимущественно неоархейского – 62 % (51 зерно из 83) и палеопротерозойского – 31 % (26 зерен из 83) возрастов, с незначительным участием пород мезопротерозойского (5%), мезоархейского (1 %) и палеоархейского (1 %) возрастов. Минимальный возраст циркона мезопротерозойский – 1539 ± 80 млн лет. Если условно считать его временем начала осадконакопления, то датировать лонскую свиту следует ранним (?) – средним рифеем. Эта возрастная граница, полученная для кварцитопесчаников лонской свиты, позволяет рассматривать, казалось бы, Рыбачинский блок как более древний по отношению к Средненскому блоку, что не противоречит последней стратиграфии докембрия этих полуостровов. Следует отметить, что выводы о более древнем возрасте комплексов п-ова Рыбачий по отношению к комплексам п-ова Средний, находятся в противоречии с результатами полевых наблюдений ряда исследователей [7, 10, 19, 23].

Для Варангер-Тиманского складчато-глыбового пояса байкалид недавно получены результаты U-Pb датирования детритовых цирконов из верхнедокембрийских комплексов Сев. Тимана (малочернорецкая свита) [1], Ю. Тимана (джежимская свита) [8, 9] и п-ова Варангер [26-28]. Если сравнить результаты датирования обломочных цирконов из изученных верхнедокембрийских терригенных отложений, то получается, что осадконакопление в этих районах происходило в одно и то же время – позднем рифее, однако на Ю. Тимане, как отмечает В.Л. Андреичев, оно могло начаться и в среднем рифее [1]. Минимальный возраст циркона (по отношению $^{207}Pb/^{206}Pb$) из кварцитопесчаников джежимской свиты 1197 ± 50 млн лет; из метаморфизованных алевропесчаников малочернорецкой свиты 1035 ± 19 млн лет. Для зоны Танафьорд-Варангерфьорд: серия Вадсё – 1128 млн лет, серия Танафьорд – 888 млн лет, серия Вестертана – 915 млн лет. Для зоны Баренц-Си

– 1140 млн лет (формация Конгсфьорд), 1123 млн лет (вышележащая формация Баснеринг) и серия Локвикфьорд ~ 1 млрд лет (формация Сандфьорд).

В строении п-ова Варангер выделяют две зоны: ЮЗ и СВ, которые сравнивают с Кильдинской и Рыбачинской зонами более южных районов СВ обрамления Балтийского щита [27]. Отложения ЮЗ зоны п-ова Варангер (до 2000 м) представлены дельтовыми и мелководно-морскими отложениями. ЮЗ зона «Танафьорд-Варангерфьорд» состоит из серий (снизу вверх) Вадсё, Танафьорд (верхний рифей) и Вестертана (венд). Эту зону коррелируют с отложениями п-ова Средний [10, 13, 25, 27]. СВ зона в основании верхнедокембрийского разреза представлена более глубоководными образованиями и разделена (снизу вверх) на серии Баренц-Си (верхний рифей) и Локвикфьорд (венд) [26]. Нижележащая формация Конгсфьорд серии Баренц-Си (до 4000 м) имеет турбидитовое происхождение и коррелируется с турбититовыми отложениями п-ова Рыбачий [6, 27, 28, 16], а вышележащие флювиально-мелководные формации Баснеринг и Батсфьорд с кильдинской серией п-ова Средний [16]. Выше серии Баренц-Си с угловым несогласием залегают мелководно-морские отложения верхнерифейско-вендской серии Локвикфьорд, мощность которых достигает 5700 м [28].

Сравнивая результаты датирования обломочных цирконов из верхнедокембрийских терригенных комплексов п-ова Варангер, Сев. и Ю. Тимана с результатами по п-овам Средний и Рыбачий, можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Землепахтинская свита кильдинской серии п-ова Средний хорошо коррелируется с формацией Андерсби п-ова Варангер (серия Вадсё); с формациями Конгсфьорд и Баснеринг (серия Баренц-Си). Преобладают цирконы с палеопротерозойскими и мезопротерозойскими возрастами; в небольшом количестве присутствуют мезо- и неоархейские цирконы. Наиболее многочисленны детритовые цирконы с возрастом от 1.1 до 2.0 млрд лет, для них выделяются главные возрастные максимумы на уровнях 1.8, 1.5 и 1.3 млрд лет.

2. Куяканская свита сопоставима с малочернорецкой свитой Сев. Тимана (верхний рифей) и частично с формацией Мортенснес (серия Вестертана). Здесь также наиболее многочисленны детритовые цирконы с возрастом от 1.0 до 1.9 (2.0) млрд лет, но цирконы с мезопротерозойскими возрастами преобладают. Выделяются главные возрастные максимумы на уровнях 1.5, 1.8 и 1.1 млрд лет.

3. Лонская свита эйновской серии п-ова Рыбачий по возрасту детритовых цирконов ни с одним из верхнедокембрийских комплексов изучаемого региона полностью не сопоставима. По полученным результатам в лонской свите преобладают детритовые цирконы с неоархейским и палеопротерозойским возрастами с единичными мезоархейскими зернами. Возрастные максимумы выделяются на уровнях 2.7 и 1.7 млрд лет. Минимальный возраст циркона лонской свиты оказался более древним, чем минимальный возраст детритовых цирконов зоны Баренц-Си [26]. Турбидитовые отложения

п-ова Рыбачий многими исследователями сопоставляются по структурно-формационным признакам с формацией Конгсфьорд зоны Баренц-Си. Если в рифейское время это был единый бассейн осадконакопления и размывались преимущественно сходные комплексы Фенноскандии (с учетом относительно близкого их расположения), то результаты по детритовым цирконам верхнедокембрийских комплексов п-овов Рыбачий (эйновская серия) и Варангер (формация Конгсфьорд) должны быть сходными, но этого не наблюдается. Если же при сравнении учитывать структурно-формационную сходимость формаций Конгсфьорд и турбидитов п-ова Рыбачий, то следует признать, что во время осадконакопления этих серии размывались разные блоки, отсюда и различие в распределение возрастов обломочного циркона. Кроме того, в [27] приведены результаты U-Pb датирования обломочных цирконов из нижней части разреза серии Локвикфьорд зоны Барен-Си (формация Сандфьорд), где показано, что во время накопления этих отложений резко сменился источник сноса по отношению с нижележащим комплексом. В позднерифейско (?) – вендское время начали размываться кристаллические комплексы Фенноскандии преимущественно палеопротерозойского (2.0-1.75 млрд лет) и неоархейского (2.9-2.6 млрд лет) возрастов, расположенные к югу от рассматриваемой территории. Здесь выделяются главные возрастные максимумы на уровнях 1.8 и 2.7 млрд лет. Несколько зерен показали мезопротерозойский возраст (1.6-1.0 млрд лет). Эту смену показывают и результаты геохимического анализа, где в отличие от серии Барен-Си с высоким содержанием Na_2O, MgO, FeO и CaO, в формации Сандфьорд (серия Локвикфьорд) преобладают K_2O и SiO_2. Таким образом, по результатам датирования обломочных цирконов получается, казалось бы, сходство серии Локвикфьорд (формация Сандфьорд) с лонской свитой эйновской серии п-ова Рыбачий, что противоречит данным структурно-формационного анализа, так как серия Локвикфьорд представлена мелководно-морскими отложениями. Вопрос о корреляции этих толщ остается пока открытым для дискуссии.

Таким образом, сопоставление комплексов п-овов Средний (кильдинская и волоковая серии) и Рыбачий (эйновская серия) по результатам возраста детритовых цирконов не противоречит схеме, приведенной в [16], отличаясь при этом возрастом эйновской серии, которая по их данным отнесена к верхнему рифею (нижний каратавий). С учетом новых данных по детритовым цирконам лонской свиты ее возраст следовало бы условно рассматривать как среднерифейский. Но при всей привлекательности данного вывода возраст эйновской серии остается в области предположений и нуждается в дальнейшем обосновании.

Литература

1. Андреичев В.Л., Соболева А.А., Дж. Герелс. U–Pb возраст детритовых цирконов из верхнедокембрийских терригенных отложений Северного Тимана // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 2. С. 1-13.

2. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. СПб.: Наука, 2004. 174 с.
3. Беккер Ю.Р., Негруца В.З., Полевая Н.И. Возраст глауконитовых горизонтов и верхней границы гиперборея восточной части Балтийского щита // Докл. АН. 1970. Т. 193. № 5. С. 1123-1126.
4. Келлер Б.М., Соколов Б.С. Поздний докембрий севера Мурманской обл. // Докл. АН. 1960. Т. 133. № 5. С. 1154-1157.
5. Келлер Б.М., Копелиович А.В., Соколов Б.С. П-ова Рыбачий, Средний и о. Кильдин // Стратиграфия СССР, верхний докембрий. 1963. Т. 1. С. 103-113.
6. Коноплева Н.Г. О возрасте толщи п-ова Рыбачьего // Докл. АН. 1974. Т. 214. № 2. С. 410-413.
7. Кочетков О.С., Иванов Н.Ф. О некоторых аспектах формационно-геоструктурного развития Варангер-Тиманского подвижного пояса байкалид // XV Геол. съезд Респ. Коми. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. Т. 2. С. 124-127.
8. Кузнецов Н.Б. Неопротерозойские комплексы Тимано-Варангерского края Балтики: доказательства режима пассивной континентальной окраины на основе анализа возрастов детритных цирконов // Проблемы плейт- и плюм-тектоники в докембрии. Матер. III Рос. конф. по проблемам геологии и геодинамики докембрия. СПб, 2011. С. 94-96.
9. Кузнецов Н.Б., Натапов Л.М., Белоусова Е.А. и др. Первые результаты U/Pb-датирования и изотопно-геохимического изучения детритных цирконов из позднедокембрийских песчаников Ю. Тимана, увал Джежим-Парма // Докл. РАН. 2010. Т. 435. № 1. С. 1-8.
10. Любцов В.В., Михайлова Н.С., Предовский А.А. Литостратиграфия и микрофоссилии позднего докембрия Кольского п-ова. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1989. 130 с.
11. Любцов В.В., Негруца В.З., Предовский А.А. Верхнедокебрийские отложения Кольского побережья Баренцева моря. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1990. 100 с.
12. Люткевич Е.М., Харитонов Л.Я. Эокембрийские отложения п-овов Рыбачьего, Среднего и о. Кильдина // Геология СССР. Т. 37. Мурманская обл. Ч. 1. Геологическое описание. М.: ГОНТИ, 1958. С. 361-370.
13. Маслов А.В., Оловянишников В.Г., Ишерская М.В. Рифей восточной, северо-восточной и северной периферии Русской платформы и западной мегазоны Урала: литостратиграфия, усвловия формирования и типы осадочный последовательностей // Литосфера. 2002. № 2. С. 54-95.
14. Минц М.В. Неоархейские внутриконтинентальные ареалы высокотемпературного магматизма и метаморфизма в восточной части Фенноскандинавского щита: отражение плюмовой активности 2.79-2.71 и 2.67-2.63 млрд лет назад // Проблемы плейт- и плюм-тектоники в докембрии. Матер. III Рос. конф. по проблемам геологии и геодинамики докембрия. СПб, 2011. С. 115-117.
15. Минц М.В. Неоархей-протерозойские внутриконтинентальные орогены Лавроскандии: новый тип внутриконтинентальных тектонических сооружений регионального и надрегионального ранга // Тектоника складчатых

поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения. Матер. XLVI тектонического совещ. Т. 1. М.: ГЕОС, 2014. С. 276-280.
16. Митрофанов Ф.П., Предовский А.А., Любцов В.В. и др. Структурная зональность прибрежной области Кольского п-ова в связи с перспективами ее нефтегазаносности // Геология и геофизика. 2004. Т. 45. № 1. С. 151-160.
17. Митрофанов Ф.П., Предовский А.А., Любцов В.В. и др. Верхнепротерозойские осадочные толщи Кильдинско-Беломорско-Мезенской площади как объект прогнозирования энергоносителей. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. 72 с.
18. Митрофанов Ф.П., Баянова Т.Б. Геохронология длительных и многоактных процессов магматизма и метаморфизма Кольского докембрия Балтийского щита // Геология и геохронология породообразующих и рудных процессов в кристаллических щитах. Матер. Всерос. (с межд. участием) конф. Апатиты: Изд-во К & М. 2013. С. 95-97.
19. Негруца В.З. Стратиграфия гиперборейских отложений п-овов Среднего, Рыбачьего и о. Кильдина // Проблемы геологии докембрия Балтийского щита и покрова Русской платформы. Тр. ВСЕГЕИ. 1971. Т. 175. С. 153-186.
20. Негруца В.З., Басалаев А.А., Чикирев И.В. Баренцевоморский фосфоритовый бассейн. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1993. 119 с.
21. Ранний докембрий Балтийского щита / Ред. В.А. Глебовицкий. СПб.: Наука, 2005. 711 с.
22. Полканов А.А. Гиперборейская формация п-ова Рыбачий и о. Кильдин, Кольский п-ов // Проблемы совр. геол. 1934. Т. 2. № 6. С. 201-221.
23. Сергеева Э.И. Главные черты строения сводного разреза позднего докембрия Кольского п-ова // Некоторые вопросы геологии Карело-Кольского региона. Вып. 4. М., 1973. С. 3-15.
24. Симонов А.П., Губерман Д.М., Яковлев Ю.Н.и др. П-ов Рыбачий (Баренцево море): новые данные о перспективах нефтегазоносности рифейских отложений прибрежной зоны Кольского п-ова // Докл. РАН. 2002. Т. 384. № 6. С. 795-801.
25. Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Куликов Н.В. и др. Эволюция СЗ части Тимано-Варангерского нефтегазоносного бассейна // Вест. КНЦ РАН. 2011. С. 3-20.
26. Nicoll G.R., Tait J.A., Zimmerman U. Rodinia: Supercontinents and Superplumes. Scotland, Edinburg, 2009. Programme and abstracts. P 68.
27. Roberts D., Siedlecka A. Provenance and sediment routing of Neoproterozoic formations on the Varanger, Nordkinn, Rybachi and Sredni Peninsulas, N Norway and NW Russia: a review // Norges Geol. Unders. Bull. 2012. V 452. P 1-19.
28. Siedlecka A., Roberts D. The bedrock geology of Varanger Peninsula, Finmark, N Norway: an excursion guide. Nor. Geol. Unders. Spec. Publ. 1992. V 5. 45 p.

ТРЕЩИНОВАТОСТЬ В РИФЕЙСКИХ ПЕСЧАНИКАХ И СТРОМАТОЛИТАХ П-ОВА СРЕДНИЙ

Никонов А.А.
ИФЗ РАН, г. Москва, nikonov@ifz.ru

Привлечено внимание к трещиноватости в породах рифея на п-овах Средний и Рыбачий, в том числе в пласте строматолитовых известняков. Автор рассматривает трещины разного вида и генезиса. В отличие от представлений об экзогенном происхождении трещин, за счет усыхания и морозного выветривания, приведены аргументы в пользу их молодого возраста и сейсмического происхождения.

При изучении строматолитов п-ова Средний, в том виде как они обнажены и доступны изучению макроскопически, есть один побочный, но небезынтересный вопрос. Речь идет о трещиноватости, а местами и раздробленности пластового выхода и рифейских пород в окрестности. Впервые на нее обратил внимание финский исследователь К. Лупандер [10]. По его мнению,

Рис. 1. Штранд на высоте до 1-1.5 м над уровнем моря, образованный абрадированной поверхностью строматолитовых известняков [9, с. 20]. Отчетливо видны две системы трещин, перпендикулярных береговой линии (на первом плане) и с удалением от зрителя. Длина трещин многие десятки метров, поперечная система трещин образует кулисный ряд.

трещины порождены усыханием пород. Такие представления встречаются и в современных публикациях [9, с. 20]. Подразумевается, по-видимому, что трещины возникали в протерозое, в близкое к образованию строматолитовых построек (и знаков ряби ?) время. Тогда трещины могут стать дополнительным аргументом в установлении палеогеографических условий, когда террейн находился в южных широтах, задолго до перемещения в широты субарктические.

Специальное полевое изучение трещин на п-ове Среднем еще предстоит. Пока можно высказать предварительные соображения на основании доступных визуальных материалов [9]. На перешейке между п-овами Рыбачий и Средний на ровных горизонтальных поверхностях (на самой низкой, всего несколько метров над уровнем моря, и на более высоких) обнажаются прочные рифейские песчаники с прослоями строматолитовых известняков. Такие поверхности здесь иссечены вертикальными трещинами разной длины (до сотен метров) и различного простирания [9]. На низменном, ныне систематически не заливаемом морем перешейке рифейские известняки с оглаженными морем строматолитовыми постройками выходят в виде плоских, горизонтальных поверхностей (рис. 1).

Пласт строматолитов залегает почти горизонтально со слабым наклоном к СВ. Вертикальные закрытые трещины здесь протягиваются, как минимум, на десятки метров. Они прямолинейны, не имеют раскрытия и следов смещений разделяемых ими блоков, т. е. это диаклазы. Отчетливо видны две системы трещин. Одна прямо, с удалением от зрителя, другая перпендикулярна береговой линии (на первом плане). Вторая система трещин образует кулисный ряд и, возможно, сечет первую с небольшим сдвигом. Время возникновения трещин без дополнительного обследования установить трудно, явных признаков их недавнего обновления не наблюдается. По всем признакам они выглядят как тектонические, но не как порождаемые экзогенными факторами.

Местами в песчаниках встречаются не просто трещины, но и участки выщербления, отколы, даже расщеления (рис. 2, слева). Часть трещин и расщелений разрывает поверхности с волноприбойными знаками. Как видно на фото, трещины идут в разных направлениях, они открытые, неровные, имеют острые, не заглаженные выветриванием и не расширенные водной обработкой края, т. е. должны быть признаны свежими, голоценовыми или даже позднеголоценовыми. Показательно наличие в тех же местах, на тех же площадках, поперечной системы трещин с расщелениями (раздвиганием на первые десятки см) и даже с отбрасыванием небольших блоков, также с угловатыми, не сглаженными краями, т.е. тоже молодыми. Такого рода нарушения трудно отнести на счет случайных и/или экзогенных факторов. Тут необходимо принимать сильные динамические воздействия, в том числе с горизонтальной составляющей. Особо показательно залегание блока-плиты слоистых пород в нижнем левом углу фотографии (рис. 2). Плита залегает торцом вверх и плотно зажата в щели выхода с нормальным залеганием по-

Рис. 2. Рифейские песчаники со знаками ряби, сильно раздробленные и с нарушенным залеганием [9, с. 20].

род. Оказаться в такой позиции «стоящими на головах» в отдельной стиснутой плите породы могли не иначе как в результате выбивания плиты из окружающего с первичным залеганием слоев массива, подброса с переворотом, падения и последующего сдвижения горных масс. При сильных землетрясениях подобные явления неоднократно фиксировались [5].

Степень молодости нарушений можно определить по тому, что в выщербленных местах, и даже в расщелениях, встречаются небольшие скопления гальки, гравия и отдельных обломков. Они могли попасть в микропонижения поверхности только в то время, когда она была пляжной полосой, которая, хотя бы спорадически, в защищенных мелководных бухтах заливалась океаническими водами. Поверхности высотой ныне до 2-3 м на расстояниях первых сотен метров от современного уреза могли заливаться сотни лет назад. На нескольких фото, сделанных поблизости в нижнем течении стекающих с запада в залив речек, т. е. на высоте над морем не выше нескольких метров, в руслах речек видны скопления слабоокатанных обломков [9, с. 20]. В условиях недавней активности моря на низких берегах это может означать попадание в реки свежеотколотых обломков, которые лишь оглажены реками, но действию прибойных волн не подвергались. Иными словами, обломки возникли недавно и попали в реки на только что вышедшую из под уровня моря поверхность.

На перешейке между п-овами Рыбачий и Средний обнаруживается несколько признаков, присущих последствиям сильных землетрясений. Уже давно здесь, помимо отчетливых признаков волно-прибойной деятельности, до высоты 50-60 м., т. е. высшего позднеледникового уровня, отмечались развалы обломков вблизи скальных останцов на склонах, ограничивающих крупную ложбину. Вот как о них сообщалось в середине XIX в.: «На перешейке находится утес, в полуверсте от берега, сохраняющий следы действия воды. В некоторых местах вдаются в него глубокие впадины или пещеры, в других стоят отдельно *островерхие отпрядыши;* подошва усеяна *множеством больших и малых обломков*» [8, с. 271]. Нахождение скальных выходов-отрывов и у их подножья масс разнокалиберных (неокатанных!) обломков можно объяснить только недавним раздроблением скал и скатыванием обломков к подножью в результате сильного сейсмического воздействия.

Нахождение не окатанных обломков в руслах стекавших со склонов п-ова Средний в губу Б. Волоковую рек, в их нижнем течении, вполне соотносится со сведениям о наличии на тех же склонах скальных развалов. Они с достаточным основанием в этих условиях расцениваются как сейсмогравитационные нарушения при сильном землетрясении. Это согласуется с трактовкой трещин в предыдущих очень близких пунктах, где трещины, разрывы, расщеления в песчаниках определяются как сейсмообусловленные.

В связи с рассматриваемым вопросом целесообразно привести еще одно, давнее и не обращавшее на себя внимание документальное описание выразительного склонового нарушения, располагающееся сравнительно близко к рассмотренным выше. В 38 км к востоку, на южном берегу п-ова Рыбачий, вблизи устья р. Моче В.П. Зенкович отметил в скальных выходах песчаников, на обнаженных абразионных уступах и в верхних частях склонов, т.е. практически на всем фронте берега до высоты не менее 100 м, сильную трещиноватость. «Везде они (песчаники рифея – Авт.) сильно трещиноваты, и подножные уступы внизу завалены глыбами и обломками, отколовшимися от них (склонов, уступов – Авт.) под влиянием морозного выветривания» [3, стр. 186]. Здесь, следовательно, проявлены два важнейших, необычных и явно взаимосвязанных признака, а именно, сильная трещиноватость скальных пород по всей высоте склона (на всю толщину субгоризонтально лежащей толщи?) и скопления разноразмерного обломочного материала у подножья склона, морем не обработанного, т.е. совсем свежего. И это при том, что по всем берегам Мурмана, и на этом участке, в тех же высотных пределах по свидетельству того же автора, хорошо развиты морские террасы. Фактически на участке имеет место молодое раздробление скальных выходов и обвалы у подножий. Объяснять это морозным выветриванием, без аргументов и вариантов, 80-70 лет назад было естественно, поскольку тогда это было господствовавшее, фактически единственно мыслимое объяснение.

В первой половине XX в. в зарубежной, преимущественно скандинавской литературе укрепилось представление о морозном выветривании как

господствующем и самом действенном факторе разрушения твердых, в том числе кристаллических пород основания (AR, PR). Исследователи в России этот фактор тогда сочли не просто основным, но единственным [2-4]. Эта безальтернативная точка зрения, как тогда казалось, не требовала аргументов. Все зиждилось на соображениях о неизбежности эффекта морозного выветривания в Арктике и фактах разрушенности, местами сильной, скальных пород, встречавшейся на склонах и изредка на плоских поверхностях. Иные факторы в круг знаний геологов, работавших в Заполярье, в то время не входили.

В те времена о сейсмическом факторе никто не думал, не допускал здесь разрушительных землетрясений, а геоморфологи-береговики не были знакомы с последствиями земных колебаний в сейсмически активных областях, в том числе с дроблением скальных пород и сейсмообвалами. Только в послевоенное время в СССР было привлечено внимание к такому геодинамическому явлению на Балтийском щите, как землетрясения [1]. Гораздо позже обнаружилось, что при нескольких не только сильных, но и слабых землетрясениях в кристаллических породах Балтийского щита могут возникать трещины и небольшие разрывы на поверхности и в горных выработках, т.е. внутри массивов горных пород [6].

По рассмотрении доступных сведений, с учетом достижений палеосейсмологии, мы заключаем, что в большей части рассмотренных пунктов обнаруженные трещины – это тектонические, сейсмотектонические трещины и нарушения. В макросейсмической шкале [11] их соотносят с воздействиями силой около VIII-IX баллов. Нахождение трещин на поверхностях в высотном интервале порядка ста метров не означает, что они пронизывают толщу пород на такую глубину, просто они развивались в приповерхностных пачках на разных высотных уровнях. Ни за счет усыхания, ни за счет морозного выветривания (растрескивания) пород такие трещины не возникают.

Трещины и расщеления в рифейских породах п-ова Средний никак не связаны ни с процессом осадконакопления, ни с процессами диагенеза пород. Они явление наложенное, возникшее на гораздо более поздней стадии геологической истории, когда породы давно достигли современной степени прочности и находились в субаэральных условиях. Нет оснований относить трещиноватость в породах рифея на счет того или иного экзогенного фактора. Трещиноватость в них – это последствие динамических, в основном сейсмотектонических воздействий на современном этапе геологической истории.

Такое заключение, однако, пока не может быть отнесено к наблюдавшимся на поверхности пласта строматолитовых известняков трещинам, где они демонстрируют иные признаки. Вопрос нуждается в специальном исследовании. Проведение Всероссийской (с международным участием) конференции в Апатитах с экскурсией открывает хорошую возможность наряду с рассмотрением основных вопросов генезиса строматолитов обратить вни-

мание и на процессы трещинообразования в рифейских породах на ключевом участке. Признание участка в качестве особо охраняемой территории, как это предложил сделать директор Геологического института КНЦ РАН проф. Ю.Л. Войтеховский, имеет и дополнительный аргумент, поскольку на этом и близких участках активно проявились следы очень сильного исторического землетрясения с эпицентром близ СВ ограничения п-ова Рыбачий, как выяснилось в ходе специального исследования в 2014 г. [7].

Литература

1. Горшков Г.П. О сейсмичности восточной части Балтийского щита // Тр. Сейсмологического ин-та. М.-Л., 1947. № 119. С. 86-96.
2. Зенкович В.П. Наблюдения над морской абразией и физическим выветриванием на Мурманском берегу // Уч. зап. МГУ. Вып. 16. География. М., 1937. С. 113-142.
3. Зенкович В.П. Террасы Зап. Лицы, северо-западное побережье Кольского п-ова // Уч. зап. МГУ. Вып. 19. География. М., 1938. С. 176-189.
4. Кленова М.В. Осадки Мотовского залива // Работы по геологии моря. Тр. ВНИРО. Т. 5. М.-Л., 1938. С. 3-63.
5. Никонов А.А. Явления выброса грунтов и предметов при сильных зе млетрясениях // Вопр. инж. сейсмологии. Вып. 34. М.: Наука, 1993. С. 115-123.
6. Никонов А.А. Сейсмогенные разрывы и смещения на Фенноскандинавском щите: обзор документированных наблюдений XX в. // Техногенная сейсмичность при горных работах: модели очагов, прогноз, профилактика. Тез. докл. межд. совещ. Апатиты-Кировск, 14-16 апр. 2004 г. С. 41-42.
7. Никонов А.А. Мощное землетрясение на Зап. Мурмане на рубеже XV-XVI вв. Опыт реконструкции забытого события по комплексу данных // Вопр. инж. сейсмологии. 2014. № 4. В печати.
8. Рейнеке М.Ф. Гидрографическое описание северного берега России. Ч. 2. СПб., 1843. 363 с.
9. Войтеховский Ю.Л. Обзор событий // Тиетта. 2013. № 3. С. 18-31.
10. Lupander K. Sedimentformationen Fiskarhalfon // Bull. Comiss. Geol. Finlande. 1934. N 104. S. 89-98.
11. The INQUA Scale. Memorie descriptive della Carta Geol. d'Italia. V. LXVII. Spec. pap. Roma, 2004. 116 p.

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ЭПР ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ И ИСКОПАЕМЫХ СТРОМАТОЛИТОВ

Леонова Л.В. [1], Галеев А.А. [2], Сорока Е.И. [1]

[1] Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, lvleonova@yandex.ru; [2] Институт геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань, akhmet.galeev@ksu.ru

Биоминералы, которыми сложены макро- и микрофоссилии, а также биохемогенные образования, включая строматолитовые постройки, важны тем, что могут нести двойную информацию, имея, во-первых, кристаллическую структуру и, во-вторых, являясь результатом жизнедеятельности ископаемой биоты. Особенно актуальна адаптация некоторых физических методов исследования вещества при изучении древнейших осадочных отложений, в которых макрофоссилии крайне редки. В данной работе показана возможности метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) при изучении рифейских карбонатных строматолитов. Для сравнения приведены результаты исследования строматолитов из более молодых отложений, включая современные. Метод ЭПР позволяет: а) установить остатки ископаемых органических веществ (ОВ) в минеральных матрицах; б) различать тип ископаемого ОВ: белковый (коллаген), растительный (лигнин) и гумусовый; в) наличие устойчивых радиационных центров свидетельствует о степени сохранности минеральных агрегатов; г) отсутствие сигналов органического углерода на спектрах ЭПР в области радикалов исходных проб и появление их после лабораторного прогрева указывает на низкую степень метаморфизма как самого ОВ, так и вмещающей породы. Результаты ЭПР спектроскопии строматолитов можно использовать при палеоэкологических реконструкциях.

В геологии большинство физических методов исследования предназначено для изучения минералов и их структурных особенностей. Но биоминералы, которыми сложены макро- и микрофоссилии, а также биохемогенные образования, важны тем, что могут нести двойную информацию, имея, во-первых, кристаллическую структуру и, во-вторых, являясь результатом жизнедеятельности ископаемой биоты. Особенно актуальна адаптация некоторых методов исследования вещества при изучении древнейших осадочных отложений, в которых макрофоссилии крайне редки. В данной работе мы хотим показать возможности метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) при изучении рифейских карбонатных строматолитов. Для сравнения проанализированы пробы строматолитов из молодых отложений, включая современные. Работы выполнялись на кафедре минералогии, в лаборатории физики минералов Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета.

Применение ЭПР с целью установления остатков ископаемых органических веществ (ОВ) основывается на том, что при деструкции биополимеров (белков, целлюлозы, лигнина, и пр.) фрагменты аминокислот и полисахаридов способны к образованию и стабилизации в молекулярной структуре нескомпенсированных связей – радикалов органического углерода (Rc-org). Катализируя процесс минералообразования, ОВ могут сохраняться в биоминеральных матрицах длительное время [2]. При лабораторном или природном прогреве в определённом температурном диапазоне активируются парамагнитные свойства радикалов органического углерода. При этом наблюдаемые на спектрах ЭПР резонансные линии Rc-org имеют следующие характеристики (рис. 1): положение (безразмерный параметр g, характеризующий симметрию и структуру электронных оболочек атомов), ширина (ΔH, Гс) и форма (преимущественно Лоренцева), а также температурный диапазон появления и исчезновения сигнала (приводится температура максимальной активизации парамагнитных свойств радикалов). Специфика этих характеристик позволяет различать ископаемые ОВ растительного и животного происхождения, что для наших исследований особенно важно.

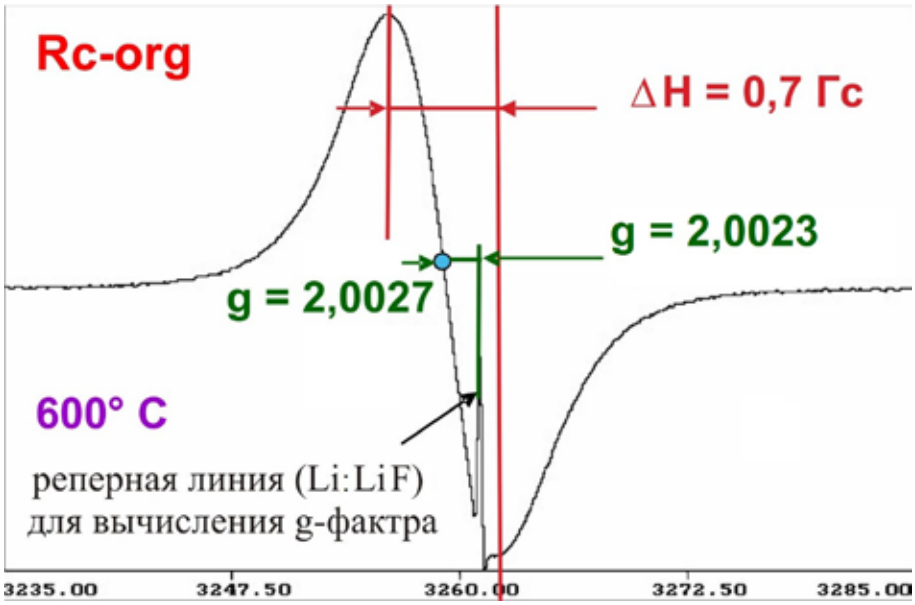


Рис. 1. Характеристики резонансных линий Rc-org на спектрах ЭПР.

Согласно ранее полученным характеристикам спектров ЭПР углеродных радикалов наиболее типичных остатков ископаемых ОВ растительного происхождения (целлюлоза, лигнин), резонансные линии Rc-org имеют параметры: g ~ 2.0030 ÷ 2.0038 и ΔH ~ 4 ÷ 7 Гс, максимум активизации сигнала 350 ° С (рис. 2а). Для остатков белкового (коллаген) происхождения (включая бактерии) – g ≈ 2.0026 – 2.0028, ΔH=0.5÷ 4Гс, температурный максимум - 600 ° С (рис. 2б). При высокой степени природной углефикации сигналы с такими же характеристиками могут наблюдаться в исходных пробах [8-10]. Особенностью органических остатков и пород, содержащих фосфор, яв-

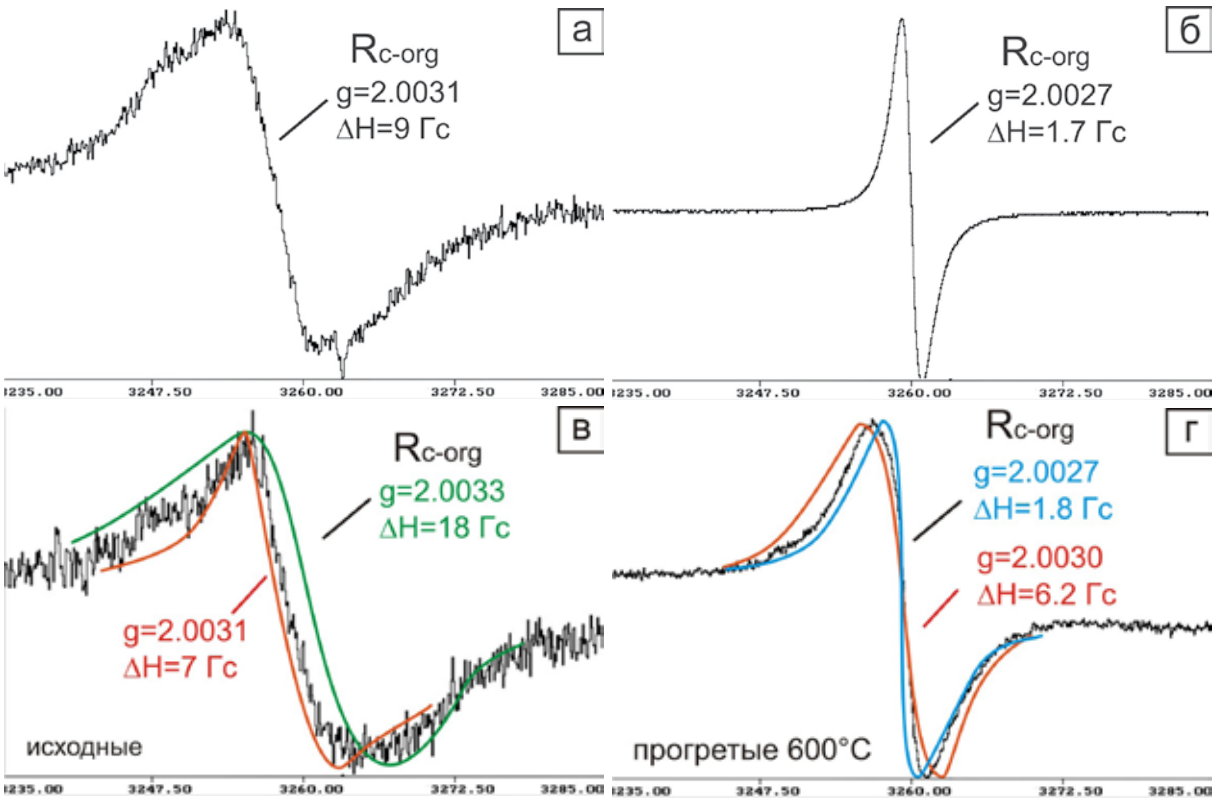


Рис. 2. Спектры ЭПР углеродных радикалов наиболее типичных остатков ископаемых ОВ: а – растительного происхождения (целлюлоза, лигнин); б – животного белкового (коллаген) происхождения (включая бактерии); в – комбинации сигналов углерод-фосфорного типа и лигнинового; г – наложение сигналов углерод-фосфорного коллагенового типа.

ляется наличие в спектрах ЭПР асимметричных широких линий ΔH=4.3÷7 Гс, g=2.0030÷2.0035 с температурным диапазоном от исходных до 1000º С. Асимметрия сигналов обусловлена наложением линий разных типов радикалов с различными ширинами и g–факторами. Так, в пробах древесины из фосфоритов нижнемеловых отложений (Кировская обл., п. Рудничный), без прогрева (и при прогреве до 350 ° С) наблюдаются комбинации сигналов углерод-фосфорного типа с g=2.0033, ΔH=7 Гс, и растительного (целлюлоза, лигнин) (g=2.0030, ΔH=18 Гс) (рис. 2в). А для изначально фосфорсодержащих органических остатков (кости и зубы млекопитающих) и фосфатизированных в результате биогенных процессов (копролиты, субстрат ходов червей и норок ракообразных) характерно наложение сигналов углерод-фосфорного типа (g=2.0030, ΔH=6.2 Гс) и коллагенового типа (g = 2.0027 и ΔH=1.8 Гс, максимум активизации сигнала 600 ° С) (рис. 2г) [6, 7].

Кроме того, наличие в карбонатах парамагнитных примесей Mn^{2+} и Fe^{3+}, изоморфно замещающих собственные катионы в структуре доломита (рис. 3а) и кальцита (рис. 3б), могут служить дополнительной палеоэкологической информацией. Изоморфная примесь Fe^{3+} наблюдается в карбонатах, образовавшихся в среде с преобладающей окислительной обстановкой. Парамагнитная примесь Mn^{2+} свидетельствует о том, что изучаемый карбонат образовался в осадочных или гидротермальных условиях [8]. Также по

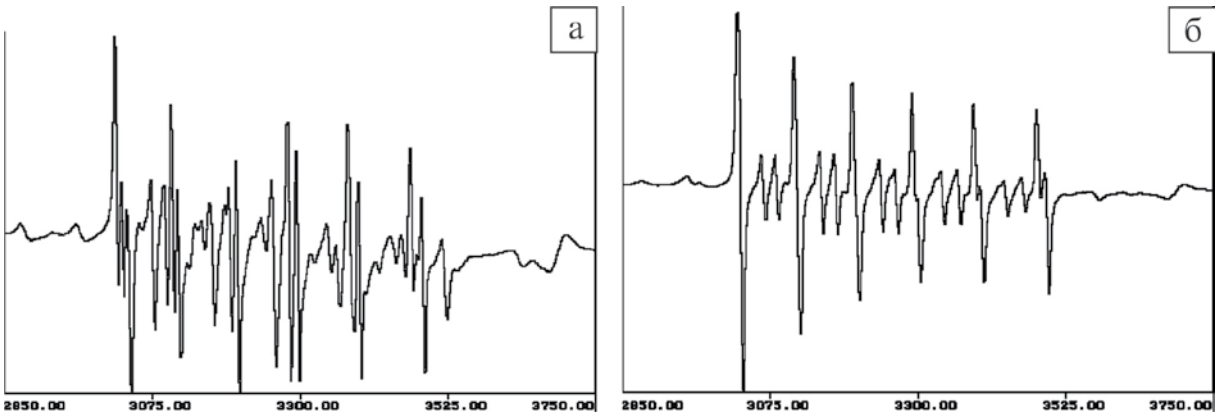


Рис. 3. Типовые спектры ЭПР в области марганца. Линии парамагнитных примесей Mn^{2+}, изоморфно замещающих собственные катионы в структуре карбонатов: а – доломита; б – кальцита.

специфике самих спектров легко отличаются типичные известняки (кальцит) (рис. 3б) от доломитов (рис. 3а).

Определённую информацию можно получить, учитывая наличие дефектов минеральных микрокристаллов, слагающих вмещающие породы. Так называемые «радиационные центры» возникают под влиянием ионизирующей локальной или планетарной радиации. На собственных анионных комплексах CO_3^{2-} структуры карбонатов образуются зарядовые дефекты. Непосредственно в процессе облучения создаются электронно-дырочные центры CO_3^-, CO_3^{3-} и, частично CO_2^-. Постепенно избыточные заряды перераспределяются в системе примесных анионных дефектов и образуют стабильные («древние») центры SO_2^-, SO_3^-, PO_2^{2-} (или PO_2^0) и CO_2^- (рис. 4а, б), регистрируемые в мезозойских, палеозойских и протерозойских карбонатах. Минералы диоксида кремния, подвергавшиеся ионизирующей радиации, характеризуются наличием кислородных центров (группа O^- и E′) (рис. 4в) [8, 11].

Присутствие на спектрах ЭПР в области радикалов «древних» радиационных центров свидетельствует о том, что исследуемые биоминералы и породы не подвергались существенным изменениям со времени их формирования, поскольку при разрушении минеральных агрегатов уничтожаются и структурные дефекты. А наличие центров CO_3^-, CO_3^{3-} в мезозойских, па-

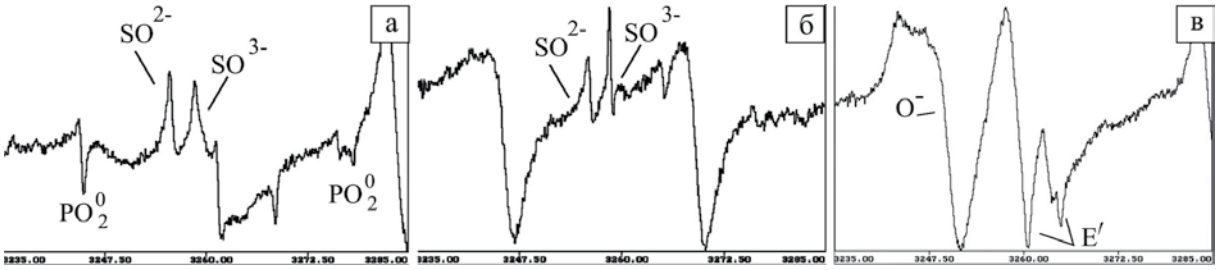


Рис. 4. Спектры ЭПР в области радикалов: а – сигналы радиационных центров SO_2^-, SO_3^-, PO_2^0 в доломите; б – SO^{2-}, SO^{3-} в кальците; в – радиационные центры O^- и E′ в кремневой компоненте.

Рис. 5. Строматолитовые постройки: а, б – стратотипический разрез рифея Ю. Урала; в – верхневендские отложения Монголии (руч. Саланы-Гол); г – толщи пород нижнего кембрия Монголии (г. Дзун-Арца); д – нижнекембрийские отложения Австралии (п-ов Йорк, разрез Horse Gully). На фото отмечены точки отбора проб.

леозойских и древних породах указывают на повторное локальное облучение исследуемых пород, например, в результате пропитки газо-флюидным раствором, несущим радон или частицы урана. Но в этом случае первичные минеральные микроагрегаты могут быть разрушены.

В нашу рабочую коллекцию допалеозойских биоминеральных образований входило около 300 образцов столбчатых и столбчато-ветвистых строматолитов (рис. 5а, б) из стратотипического разреза рифея. Строматолиты, описанные и изученные в биостратиграфических целях [4], отобраны на Ю. Урале в районе гг. Куса, Сатка, Бакал. Так, в отложениях нижнего рифея, сложенных преимущественно доломитами (нижне-, верхнекусинская и нижнесаткинская подсвиты, бакальская свита), строматолиты представлены: Conophyton garganicus Kor., Paniscollenia satka Kom., Gongylina differenciata Kom., Kussiella kussiensis Kryl., Con. Punctatus Kom., Con. lituus Masl., Con. cylindricus Masl., Gayaircuskanica Kryl.

Среднерифейские строматолиты из карбонатов (доломиты и известняки) авзянской свиты включают: Baicalia aborigena Schap., Svetliella Kom., Conophyton kusha Kom., Con. culindricus Masl., Con. metula Kirich., Baicalia nova Kryl. Et Schap., Colonella formosa Kul., Cryptophyton convolutum Kom.

В отложениях верхнего рифея, сложенных доломитами и известняками (катавская, инзерская и миньярская свиты), строматолиты представлены: Inzeria tjomusi Kril., Con. reticulatus Kom., Gymnosolen giganteus Kril., Katavia karatavica Kryl., Gym. ramsayi Steinm. А также: Parmites meridionalis Raab., Con. miloradoviĉi Raab., Con. asymmetricus Raab., Parmites concrescens Raab., Minjaria uralica Kryl., Heterostilia zilimica Raab., Patomella kelleri Raab., Linella ukka Kryl., Tungussia bassa Kryl.

В рабочую коллекцию также включены единичные образцы строматолитовых построек из верхневендских (руч. Саланы-Гол) и нижнекембрийских (г. Дзун-Арца, атдабан-ботома) отложений Монголии и нижнекембрийских отложений Австралии (п-ов Йорк, разрез Horse Gully, атдабан). Для сравнения ЭПР характеристик опробованы строматолитовые образования из неогеновых (Майкопская свита) отложений Краснодарского края и современные пластовые минерализованные микробиальные постройки: из кальдеры Узон (Кроноцкий заповедник, п-ов Камчатка), а также из высокоминерализованных оз. Кояшское (Керченский п-ов) и Сиваш (озеро-залив на западе Азовского моря). Образцы для исследований предоставлены А. Ю. Розановым и Н. Т. Ушатинской (ПИН РАН, г. Москва). Детальное изучение этих образцов с позиции особенностей микроэлементного состава минералов, проводилось коллективом сотрудников ИГГ УрО РАН (г. Екатеринбург) [3].

Результаты исследований и обсуждение

Рифейские строматолиты Ю. Урала. Судя по спектрам ЭПР, строматолиты из нижнерифейских толщ, как и вмещающая порода, сложены преимущественно доломитом (62 пробы из 100). В четырёх пробах на спектрах ЭПР в области радикалов наблюдаются сигналы Rc-org (g= 2.0030 и ΔH= 4 Гс), характерные для остатков ископаемых ОВ растительного происхождения. В восьми пробах отмечаются линии углеродных радикалов (g = 2.0027, ΔH= 1.4 Гс), типичные для остатков ископаемых ОВ белкового типа. Все

сигналы наблюдаются в спектрах исходных проб и прогретых до 350 ° С или 600 ° С. Это свидетельствует о природном прогреве вмещающих пород, причем этот прогрев шел неравномерно, на что указывают сохранившиеся в десяти пробах радиационные центры SO^{2-}, SO^{3-}. Кремневая компонента, фиксируемая по наличию сигналов O^{-} и E´, присутствует в трёх пробах.

Строматолиты среднего рифея (30 проб) сложены доломитом, изредка известняком. Сигналов, свидетельствующих о наличии остатков ископаемых ОВ растительного ряда, не наблюдалось. На спектрах ЭПР в пяти пробах установлены сигналы Rc-org, характерные для остатков ископаемых ОВ белкового типа (g = 2.0027, ΔH= 1.3 – 1.4Гс). Они прослеживаются в исходных пробах, прогретых до 350 ° С и 600 ° С, указывая на неравномерное прогревание пород природными процессами. Центры SO^{2-}, SO^{3-} отмечаются в восьми пробах, а E´– в четырёх.

Строматолиты из отложений верхнего рифея (84 пробы) имеют доломитовый и (или) известняковый состав, причём, встречаются образцы доломитовых построек в кальцитовом субстрате. Сигналы углеродных радикалов (g= 2.0030 и ΔH=4Гс), типичные для растительных остатков, установлены в двух пробах, а характерные для ОВ белкового происхождения (g = 2.0027, ΔH= 1.3 Гс) – в сорока восьми. На спектрах ЭПР резонансные линии Rc-org появлялись, в основном, после отжига 350 ° С и 600 °С, свидетельствуя о том, что вмещающие породы не подвергались существенному прогреву. Подтверждением этому выводу служит большое количество проб с сохранившимися радиационными центрами SO^{2-}, SO^{3-}, установленными на спектрах ЭПР в доломите и известняке (40 проб), а в трёх пробах обнаружен радиационный центр PO_2^0, косвенно свидетельствующий о биогенной природе минеральных агрегатов.

Анализируя результаты изучения рифейских строматолитов, следует отметить, что наличие остатков ископаемых ОВ растительного и белкового происхождения, захороненных в минеральных матрицах, само по себе представляет научный интерес, поскольку свидетельствует о высокой активности циано-бактериально-водорослевых сообществ при формировании древних строматолитовых построек. Кроме того, на спектрах ЭПР проб пород и строматолитов из толщ нижнего и среднего рифея сигналы Rc-org наблюдаются в исходных пробах и угасают при последующих прогревах, а в образцах строматолитов из верхнерифейских отложений – появляются преимущественно только после лабораторных отжигов. Скорее всего, мы наблюдаем следствие природного прогрева нижне- и среднерифейских пород, обусловленного внедрением магматических тел [5], тогда как в позднем рифее тепловое влияние интрузий оказалось уже не столь существенным.

Аналогичная работа, подтверждающая целесообразность применения метода ЭПР при изучении сохранности ископаемых ОВ древнейших микробиальных образований, проведена в ходе изучения строматолитов и микрофитолитов из отложений среднего рифея – нижнего кембрия Присаянья и

Вост. Саяна [1]. Нами же проанализировано несколько образцов строматолитовых построек из других регионов.

Строматолиты из верхневендских отложений Монголии, руч. Саланы-Гол. Постройка (рис. 5в) сложена измененным доломитом. Пробы для исследований отбирались из светлой и тёмной зон образца. На спектрах ЭПР в области радикалов исходных проб наблюдаются слабые линии SO^{2-}, SO^{3-}, а после прогрева до 600 ° С в пробах из тёмной зоны появляются слабые сигналы Rc-org (g = 2.0027, ΔH= 1.5 Гс) свойственные ОВ белкового происхождения. Вероятно, процесс замещения исходного минерального состава строматолитовой постройки был неполным и наблюдаемые сигналы ЭПР принадлежат реликтовым зернам.

Строматолиты из отложений нижнего кембрия Монголии (г. Дзун-Арца) и Австралии (п-ов Йорк). Образец строматолитов из Монголии представлен чередованием слоистой и столбчатой форм (рис. 5г) и сложен известняком красного цвета с белыми микропрослоями. Сигналов органического угле-рода не установлено, однако присутствуют радиационные центры SO^{2-}, SO^{3-}, указывающие на невысокую степень изменения строматолитов.

Образец из Австралии также имеет известняковый состав и красный цвет. Учитывая специфичную морфологию строматолитовой постройки, отобрано 5 проб (рис. 5д). В пробе № 1 из наиболее светлой зоны образца на спектрах ЭПР в области радикалов в исходных пробах наблюдаются только сигналы SO^{2-}, SO^{3-}. При нагревании пробы до 600 ° С появляется сигнал белкового типа Rc-org (g = 2.0027, ΔH= 1.7 Гс). Для пробы № 2 характерны очень слабые сигналы SO^{2-}, SO^{3-} и отсутствие сигналов органического углерода. В пробе № 3 линии радиационных центров не наблюдались, а при отжиге до 600 ° С появляется отчетливый сигнал Rc-org (g = 2.0027, ΔH= 1.4 Гс), типичный для ОВ белкового происхождения. Пробы №№ 4 и 5 имеют идентичные ЭПР характеристики: сигналы радиационных центров слабые или ниже порога чувствительности прибора, а линий Rc-org не наблюдается. Судя по ярко-красному цвету, в минеральном составе зон № 2, 4 и 5 присутствует железоокисная компонента, нейтрализующая парамагнитные свойства радикалов органики при деполимеризации.

Строматолиты из неогеновых отложений Краснодарского края. Слоисто-столбчатый строматолит сложен карбонатом серого цвета (рис. 6а). Взято три пробы, ЭПР характеристики которых иден-тичны: в исходных пробах и прогретых до 350 ° С наблюдаются сигналы SO^{2-}, наложенные на широкие линии органического углерода (g = 2.0031, ΔH= 9 Гс), типичные для остатков ОВ растительного (лигнин) происхождения. После отжига до 600 ° С появляется сигнал Rc-org (g = 2.0027, ΔH= 1.6 Гс), типичный для остатков органики белкового происхождения.

Современные пластовые минерализованные микробиальные постройки. Образец из кальдеры Узон (п-ов Камчатка) (рис. 6б), судя по спек-

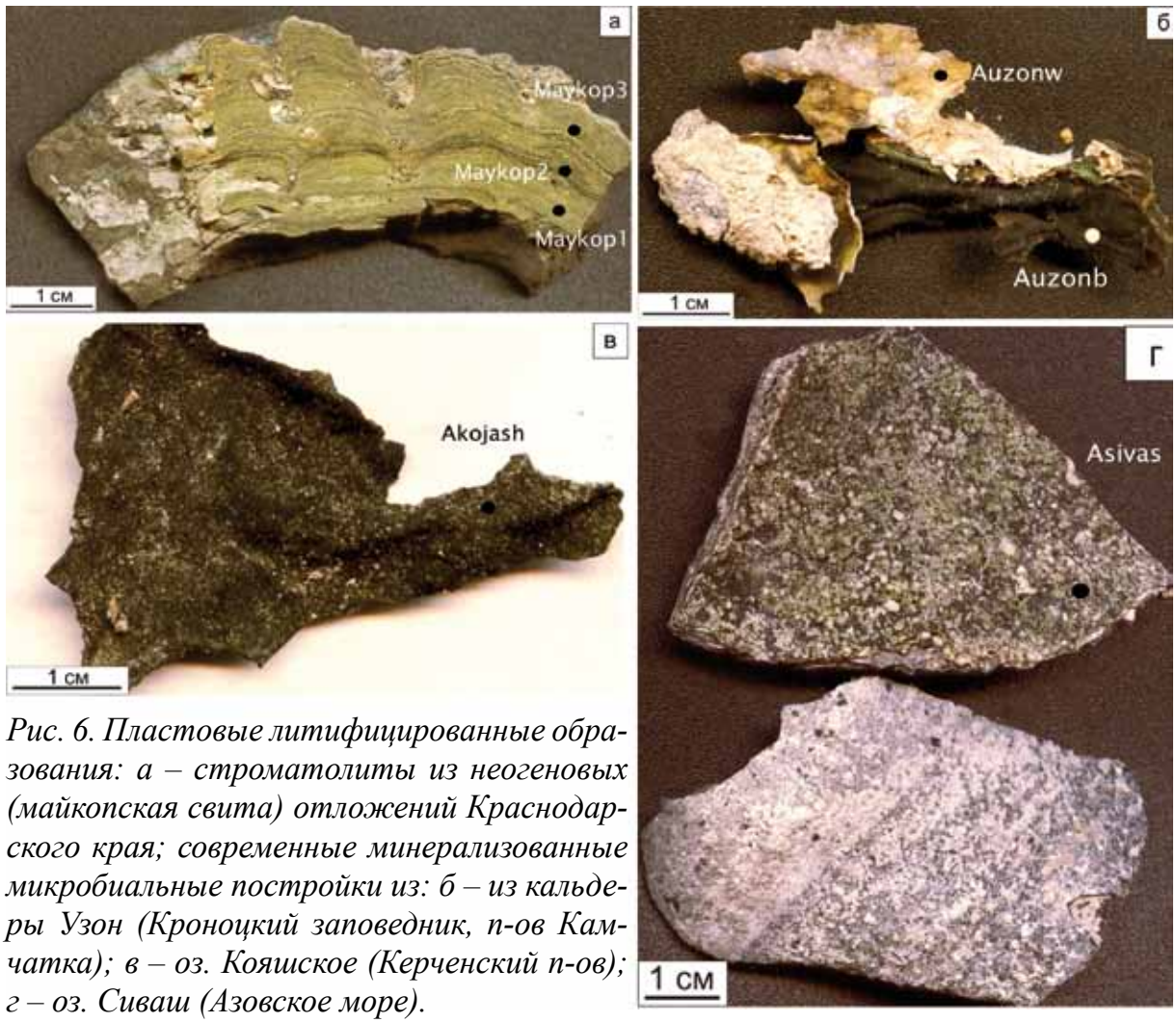


Рис. 6. Пластовые литифицированные образования: а – строматолиты из неогеновых (майкопская свита) отложений Краснодарского края; современные минерализованные микробиальные постройки из: б – из кальдеры Узон (Кроноцкий заповедник, п-ов Камчатка); в – оз. Кояшское (Керченский п-ов); г – оз. Сиваш (Азовское море).

трам ЭПР в области марганца, имеет кальцитовую минерализацию. На спектрах ЭПР в области радикалов в пробе светлой части образца наблюдается слабый сигнал Rc-org (g = 2.0032, ΔH= 8 Гс) растительного типа, существенно усиливающийся после отжига до 350 ° С. Аналогичный сигнал характеризует пробу из темной части образца. При прогреве проб до 600 ° С появляется сигнал Rc-org (g = 2.0027, ΔH= 1.9 Гс) белкового типа, более отчетливый в пробе светлой части мата. Бактериальные маты из оз. Кояшское (Керченский п-ов) (рис. 6в) и Сиваш (Азовское море) (рис. 6г) минерализованы слабо. На спектрах ЭПР в области марганца наблюдаются линии парамагнитной примеси Mn, изоморфно замещающие катионы в структуре кальцита. На спектрах ЭПР в области радикалов в исходных пробах прослеживаются интенсивные сигналы Rc-org растительного (лигнин) типа (g = 2.0030, ΔH = 6 Гс), после отжига до 350 ° С ширина линий немного увеличивается (g = 2.0031, ΔH = 8 Гс). При отжиге проб до 600 ° С возникает слабый сигнал Rc-org (g = 2.0027, ΔH= 1.4 Гс) белкового типа. Для образца оз. Сиваш характерен асимметричный сигнал, наблюдаемый после прогрева 600 ° С, являющийся результирующей линией сигналов углеродного и углерод-фосфорного радикалов.

Выводы

Метод ЭПР при изучении биоминеральных карбонатных образований позволяют установить присутствие остатков ископаемых ОВ, захороненных в минеральных матрицах; различать тип ископаемого ОВ: белковый или растительный, а также выявить наличие фосфорной биоминеральной компоненты.

Изоморфная примесь Mn, замещающая катионы в структуре карбонатов осадочного (или гидротермального) происхождения, позволяет по спектрам ЭПР распознавать доломиты и известняки (кальцит). А по наличию устойчивых «древних» радиационных центров можно судить о степени сохранности минеральных агрегатов со времени их формирования. Кроме того, отсутствие сигналов органического углерода на спектрах ЭПР в области радикалов исходных проб и появление их после лабораторного прогрева (350 ° С – для содержащих лигнин, 600 ° С – для включающих коллаген остатков) также указывает на низкую степень метаморфизма ОВ и вмещающей породы.

Но метод ЭПР может не дать положительных результатов, если изучаемые объекты подвергались метасоматическому воздействию или метаморфизму с высокими температурами и давлением. Маловероятно сохранение радикалов органического углерода в условиях с повышенным содержанием Fe, Mn, S, а также в оксидных условиях.

Литература

1. Анисимов А.Ю. Стратиграфическое значение микробиальных образований (строматолиты и микрофитолиты) для отложений среднего рифея – нижнего кембрия Присаянья и Вост. Саяна // Авто-реф. дис. уч. ст. к.г-м.н. Томск, 2013. 23 с.

2. Вотяков С.Л., Галеев А.А., Леонова Л.В. и др. ЭПР как метод исследования органической компоненты биогенных карбонатных пород (на примере строматолитсодержащих пород рифея Ю. Ура-ла) // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 39-47.

3. Вотяков С.Л., Галахова О.Л., Киселева Д.В. и др. Дефекты структуры и особенности микроэлементного состава минералов, слагающих ископаемые строматолитовые постройки и современные цианобактериальные маты // Ежегодник-2006. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 292-299.

4. Козлов В.И. Стратотип рифея Ю. Урала // Стратиграфия, литология и геохимия верхнего докембрия Ю. Урала и Приуралья. Уфа: БФ АН СССР. 1986. С. 6-15.

5. Козлов В.И., Краснобаев А.А., Ларионов Н.Н. и др. Нижний рифей Ю. Урала. М.: Наука, 1989. 208 с.

6. Леонова Л.В., Королев Э.А., Галеев А.А. Ископаемое органическое вещество окаменелой древесины // Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов. Матер. межд. научн. конф. Респ. Татарстан, Казань, 2005. С. 131.

7. Галеев А.А , Королев Э.А., Силантьев В.В. Парамагнитные свойства фосфатных органогенных остатков // Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов. Матер. межд. научн. конф. Респ. Татарстан, Казань, 2005. С. 134.

8. Муравьев Ф.А.. Литолого-минералогическая характеристика пермских маркирующих карбонатных горизонтов Респ. Татарстан. Автореф. дис. уч. ст. к.г-м.н. Казань, 2007. 24 с.

9. Хасанов Р.Р. Галеев А.А. Эволюция сингенетического органического вещества в палеозойских отложениях центральной части Волго-Уральской антеклизы // Уч. зап. Казанского ун-та. Естеств. науки. 2008. Т. 150. Кн. 3. С. 152-161.

10. Conard J. EPR infossil carbonaceous materials // Magnetic Resonance. Introduction. Eds. L. Petrakisand, J.P. Fraissard. Hingham: D. Reidel Publ. Co, 1984. P. 441-459.

11. Lutoev V.P., Vinogradova N.P., Kotova Ye.N. Structural defects in quartz from the Archean metamorphic complexes in the Kola Superdeep Borehole section // Mineralogy and spectroscopy. The 4th Europe-an Conf. Abstracts. Paris, France. Bull. Liaison S.F.M.C. 2001. V 13. P 89.

COMPARISON OF UNMETAMORPHOSED AND METAMORPHOSED SEDIMENTARY ROCKS IN THE FIELD

Laura S. Lauri

Geological Survey of Finland (GTK), P.O. Box 77, FI-96101, Rovaniemi, Finland, laura.lauri@gtk.fi.

В статье отмечена важность сравнительного анализа неметаморфизованных осадочных горных пород каруярвинской свиты рифея п-ова Средний и метаморфизованных горных пород пояса Перяпохья в Ю. Лапландии, где также можно ожидать находки знаков ряби, трещин усыхания, строматолитов и псевдоморфоз по кристаллам галита. Высказано предположение о том, что эвапориты могли вовлекаться гидротермами в рудообразующий процесс.

The bedrock of Finland is predominantly composed of crystalline rocks, which are either igneous in origin, or supracrustal rocks that were metamorphosed after their deposition. Unmetamorposed sedimentary rocks are known to crop out only in a few locations in Finland (Kohonen and Rämö, 2005, and references therein). The major occurrences are the Mesoproterozoic sandstones and mudstones of the Satakunta and Muhos Formations and the Neoproterozoic Lauhanvuori and Hailuoto Formations. These outcrops are, however, rather limited both in their extent and in the diversity of the rock types in the sequence.

Paleoproterozoic supracrustal belts are widespread especially in northern and eastern Finland. These belts are between 2.5 Ga and 1.8 Ga in age and most probably comprise several different sedimentary basins that still have a largely similar stratigraphic history. The Peräpohja Belt in southern Lapland has recently raised much scientific and economic interest due to the discovery of a new, promising Au-deposit (Rompas-Rajapalot). The stratigraphy of the Peräpohja Belt shows a gradually deepening basin deposited on the Archean basement. The lowermost formations comprise terrestrial sedimentary rocks and

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

subaerial volcanic rocks and the younger formations consist of carbonate rocks and interlayered tuffs followed by deep water turbiditic mica schists. The belt has been multiply deformed and metamorphosed, with greenschist facies conditions prevailing in the southern parts and upper amphibolite facies conditions being predominant in the northern parts, where the supracrustal belt is in contact with the Central Lapland Granitoid Complex. The carbonate rocks of the Peräpohja Belt commonly show columnar stromatolite textures. They also show a prominent positive carbon isotope ^{13}C anomaly that marks the rising oxygen level of the atmosphere in the Paleoproterozoic (Karhu, 1993). It has recently been suggested (Kyläkoski et al., 2012) that the Peräpohja Belt also contains evaporitic layers with possible gypsum and anhydrite pseudomorphs.

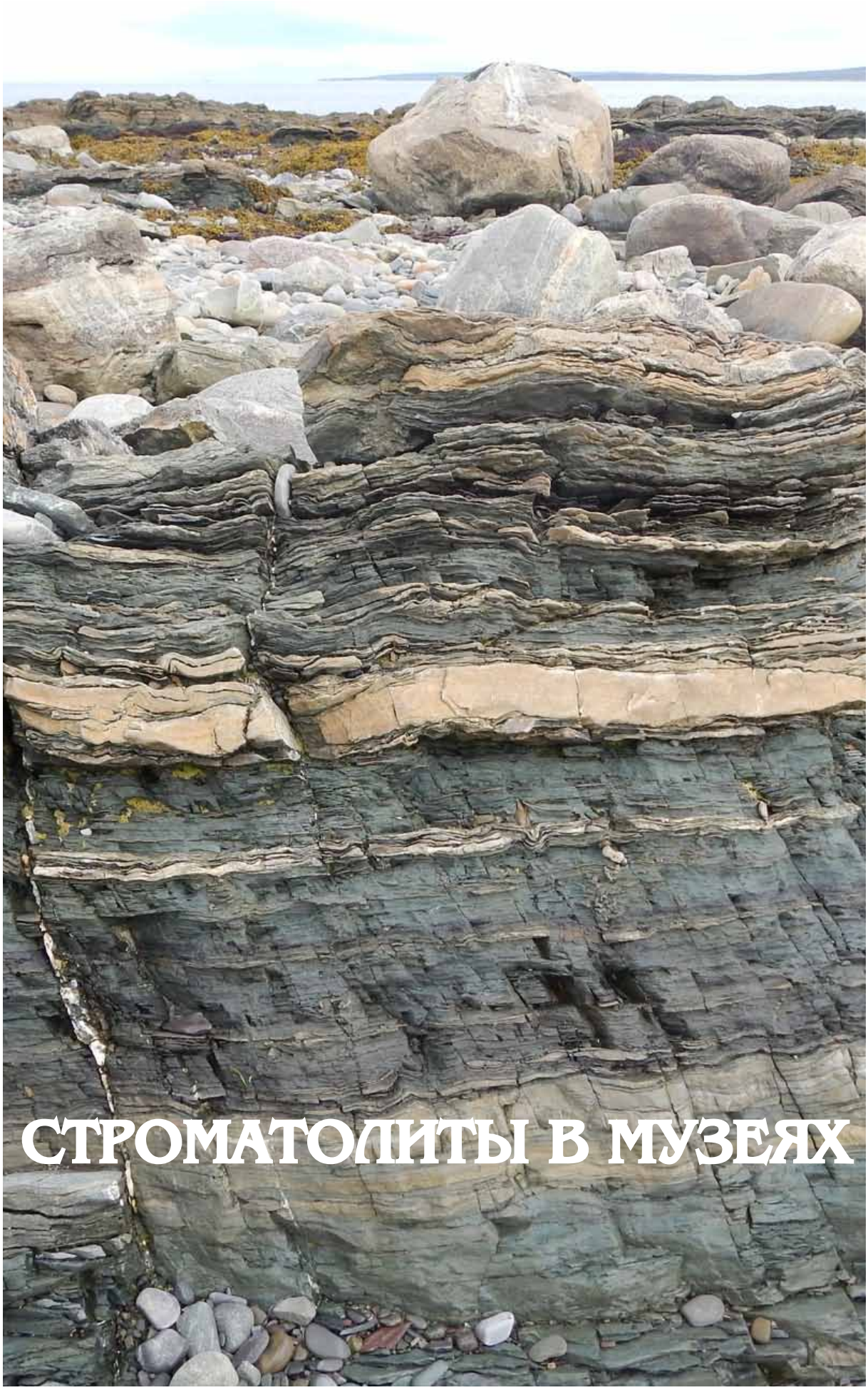
Although the columnar stromatolite layers of the Peräpohja Belt are partly remarkably well preserved the whole belt has experienced multiple events of deformation and metamorphism that have destroyed much of the primary sedimentary record and textures. In addition, the limited outcrops also enhance the difficulties in the unravelling of the stratigraphy of the belt. Parts of the stratigraphy may be missing not only due to sedimentary breaks and unconformity surfaces but also due to tectonic movements that have disturbed the sequence.

The comparison of the Paleoproterozoic, crystalline metasedimentary formations of the Peräpohja Belt to the Neoproterozoic, unmetamorphosed formations seen in the Sredni Peninsula is essential, as the well-preserved units such as the arkosic sandstone–mudstone–stromatolitic dolostone rhythms (fig. 1) of the Karuyarvi Formation with their textures of ripple marks (fig. 2), desiccation fractures (fig. 3), stromatolite laminae (fig. 4) and halite pseudomorphs give new ideas on what should be looked for also on the Paleoproterozoic, not so well preserved rocks in southern Lapland. The rocks formed in low water, tidal flat conditions may be found also in the Peräpohja Belt. The recognition of these units may have an effect on the exploration activities within the belt, as the evaporite layers offer a good source for hydrothermal fluids that are connected to ore forming processes.

The Finnish delegation of the Geological Survey of Finland is grateful to Prof. Yury L. Voytekhovsky for a chance to visit the Sredni Peninsula in July 2014. The excursion offered a unique view of both the Neoproterozoic geology and the breathtaking scenery of the Sredni Peninsula.

References

1. Karhu J.A. Paleoproterozoic evolution of the carbon isotope ratios of sedimentary carbonates in the Fennoscandian shield. Bull. 371. Geol. Surv. Finland. 1993. 87 p.
2. Kohonen J., Rämö O.T. Sedimentary rocks, diabases, and late cratonic evolution // Precambrian geology of Finland – key to the evolution of the Fennoscandian shield. Developments in Precambrian Geology. V. 14. Lehtinen M., Nurmi P.A., Rämö O.T. (Eds.) Amsterdam, Elsevier, 2005. P. 563-604.
3. Kyläkoski M., Hanski E., Huhma H. The Petäjäskoski Formation, a new lithostratigraphic unit in the Paleoproterozoic Peräpohja belt, northern Finland // Bull. Geol. Soc. Finland. 2012. V. 84. P. 85-120.



СТРОМАТОЛИТЫ В МУЗЕЯХ

15 июля 2014 г. после тяжёлой болезни скончался кандидат геолого-минералогических наук, руководитель Геологического музея им. А.А. Чернова Института геологии Коми НЦ УрО РАН, член Союза писателей России Алексей Анатольевич Иевлев. Это была его идея – пригласить сотрудников естественнонаучных музеев России к участию во Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний», чтобы пополнить экспозиции уникальными образцами рифейских строматолитов, услышать о них от ведущих специалистов, рассмотреть их как возможные объекты геологического туризма… У него всегда было много планов. Как жаль, что этим не суждено было реализоваться в экспозициях, статьях и стихах. Участники конференции, большей частью лично знавшие Алексея Анатольевича Иевлева, помянули его на п-ове Среднем сообразно традициям. – *Ред*.

СТРОМАТОЛИТЫ В МУЗЕЕ ГЕОЛОГИИ ДОКЕМБРИЯ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ КарНЦ РАН [1]

Медведев П.В., Макарихин В.В., Дмитриева А.В.
ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, pmedved@krc.karelia.ru

В статье коротко показана богатая коллекция строматолитов Карелии и мира, собранная в Музее геологии докембрия КарНЦ РАН, г. Петрозаводск. Экспозиция не только хранит ценные для науки образцы, но и служит для популяризации и просвещения населения в ходе экскурсий по музею.

Что такое строматолит?

Термин «строматолит» предложен немецким геологом Э. Кальковским (рис. 1) в 1908 г. для обозначения биогенных построек в раннетриасовых известняках. Название происходит от греческих слов *stroma* – подстилка и *lithos* – камень. Итого, строматолит – каменная подстилка, прослой, ковёр. В современном представлении строматолиты – минерализованные постройки карбонатного состава, образованные в результате жизнедеятельности микроорганизмов, главным образом цианобактерий. Они первыми на Земле освоили процесс фотосинтеза и насытили атмосферу кислородом. Цианобактерии осаждают растворённое карбонатное вещество, связывая своими нитями (рис. 2) выпадающие в осадок частицы. Погибая, колония цианобактерий образует тонкую корку (мат) карбонатного материала, на котором селится следующее поколение микроорганизмов. И процесс повторяется.

Строматолитовые постройки формируются при прикреплении цианобактериальных сообществ к субстрату, карбонатные слои располагаются линейно. Постройки имеют разные формы: пластовую, брусковую, желвако-

Рис. 1. Э. Кальковский.

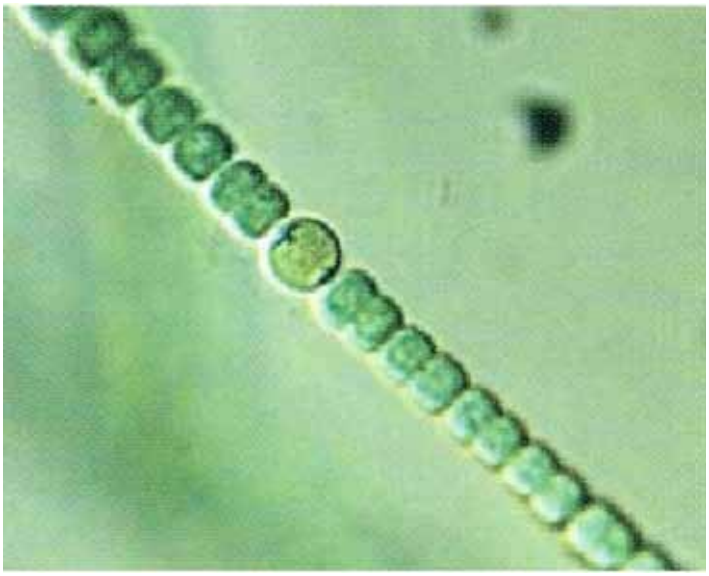


Рис. 2. Талломы цианобактерий.

[1] По материалам каталога [2], см. также [1]. – *Ред.*

вую, столбчатую (ветвящуюся и неветвящуюся) – обусловленные видовым составом сообщества и условиями обитания (глубина, течения и др.). Не прикреплённые к субстрату цианобактерии формируют онколиты – округлые образования с концентрическими карбонатными слоями. Находки ископаемых строматолитов известны на всех континентах, возраст древнейших – 3.5 млрд лет. И сегодня цианобактерии трудятся над образованием построек.

Строматолиты в Музее геологии докембрия

Коллекция прекрасно иллюстрирует ранние этапы развития земной биосферы. В ней представлены строматолиты России (Карелия, Ю. Урал, Камчатка), Эстонии, Финляндии, Швеции, Германии, Болгарии, Франции, Узбекистана, Индии, Австралии, Канады, США [2, с. 14-15]. Среди них – современные и ископаемые формы. Уникальна монографическая коллекция строматолитов Карелии, выявленных в карбонатной части разреза ятулия (2.1 млрд лет). В ней представлены типовые образцы описанных таксонов микробиальных построек. Коллекция строматолитов мира собрана в основном сотрудниками Института геологии КарНЦ РАН в научных командировках. Отдельные образцы подарены зарубежными и отечественными коллегами. Экспонируются образцы со всех континентов в возрастном диапазоне от архея до настоящего времени: строматолиты, стириолиты, тромболиты и онколиты. Коллекции служат научным, просветительским и образовательным целям.

Строматолиты Карелии

Начало исследований биогенных построек в докембрии Карелии – открытие П.А. Пузыревским в 1866 г. проблематичных образований в карбонатных породах Приладожья. В 1906 г. С.А. Яковлев обнаружил строматолиты в доломитах Белогорско-Тивдийской группы месторождений. В 1924 г. А. Метцгер описал органогенные образования, названные *Carelozoon jatulicum*, в районе о. Суоярви. Позднее все эти находки были отнесены к строматолитам. В последующие годы XX в. их изучением занимались Р.В. Бутин, А.Г. Вологдин, И.И. Горский, В.А. Перевозчикова, Г.М. Кононова, И.Н. Крылов, К.Н. Конюшков, Ю.И. Сацук, В.С. Слодкевич, В.А. Соколов и др. В наше время большой вклад сделали В.В. Макарихин и П.В. Медведев.

В результате онежский горизонт ятулия, сложенный преимущественно доломитами, в которых наиболее полно представлены строматолиты, расчленён на слои с Lithophyta – биостратиграфические подразделения. Для каждого из них характерно своё сообщество строматолитов и онколитов. Благодаря этому разобщённые участки монотонного карбонатного разреза успешно коррелируются. На сегодня изучены закономерности стратиграфического и пространственного распределения строматолитов. По типоморфным особенностям биогенных построек на территории Карелии выделены 4 провинции.

Северо-Карельская провинция

В Сев. Карелии строматолиты встречены на Ю. берегу оз. Паанаярви у подножия г. Муноваара (*Colleniella sp., Carelozoon sp.*), а также у оз. Соваярви в сегозёрском горизонте ятулийского надгоризонта (*Sovajarvia sp.*) (рис. 3).

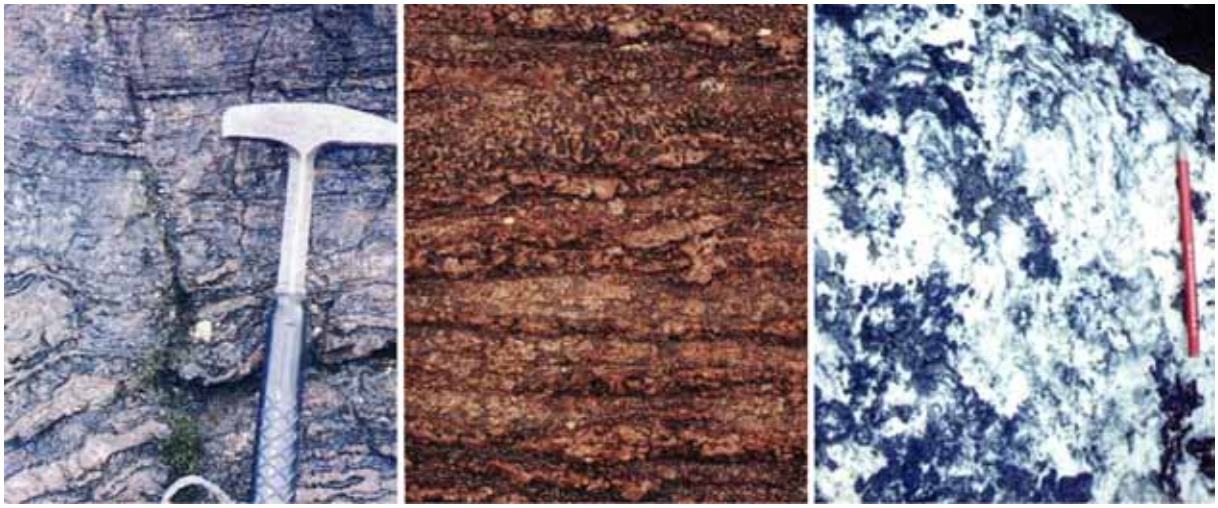


Рис. 3. Слева направо: Colleniella sp., Carelozoon sp., Капна Калио; Sovajarvia sp., Соваярви.

Центрально-Карельская провинция

Эта провинция занимает значительную площадь, но содержит малое число находок строматолитов. Самый богатый разрез описан на о. Дюльмек (оз. Сегозеро). Другие местонахождения строматолитов: Ожиярви, Юляостров, Хангасламбина, Калливо-Пиа, Большозеро, Северинсаари. Здесь установлены *Segosia impexa*, *Segosia columnaris* и *Djulmekella djulmekensis* (рис. 4).

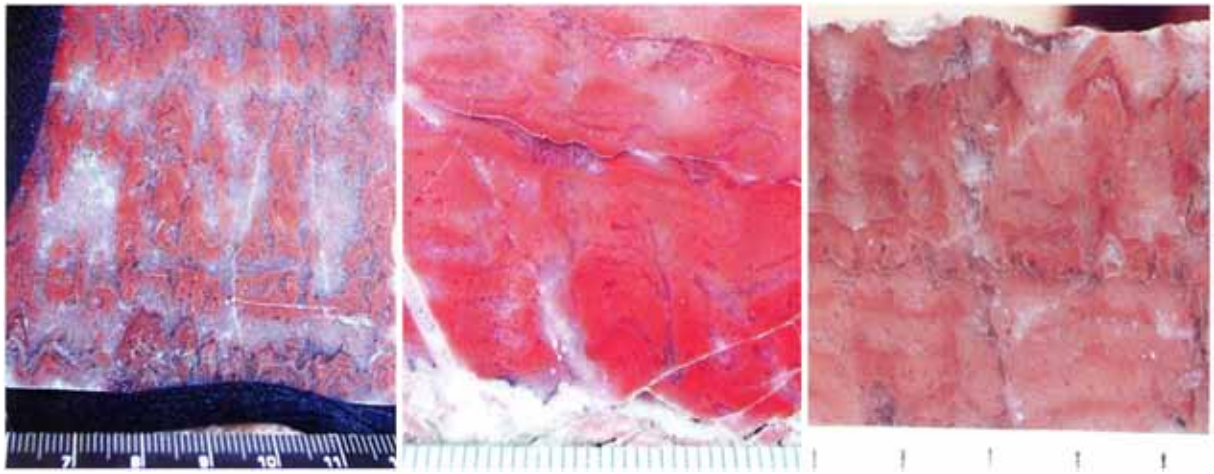


Рис. 4. Слева направо: Segosia impexa Mak., Djulmekella djulmekensis Mak., Segosia columnaris But., Дюльмек.

Южно-Карельская провинция

Эта провинция наиболее богата строматолитами. Основные местонахождения: Лижмозеро, Мунозеро, Лисицино, Пяльма-1, Лебединый, Райгуба, Пялозеро, Гангозеро, о. Ю. Олений. Характерны роды: *Butinella, Calevia,*

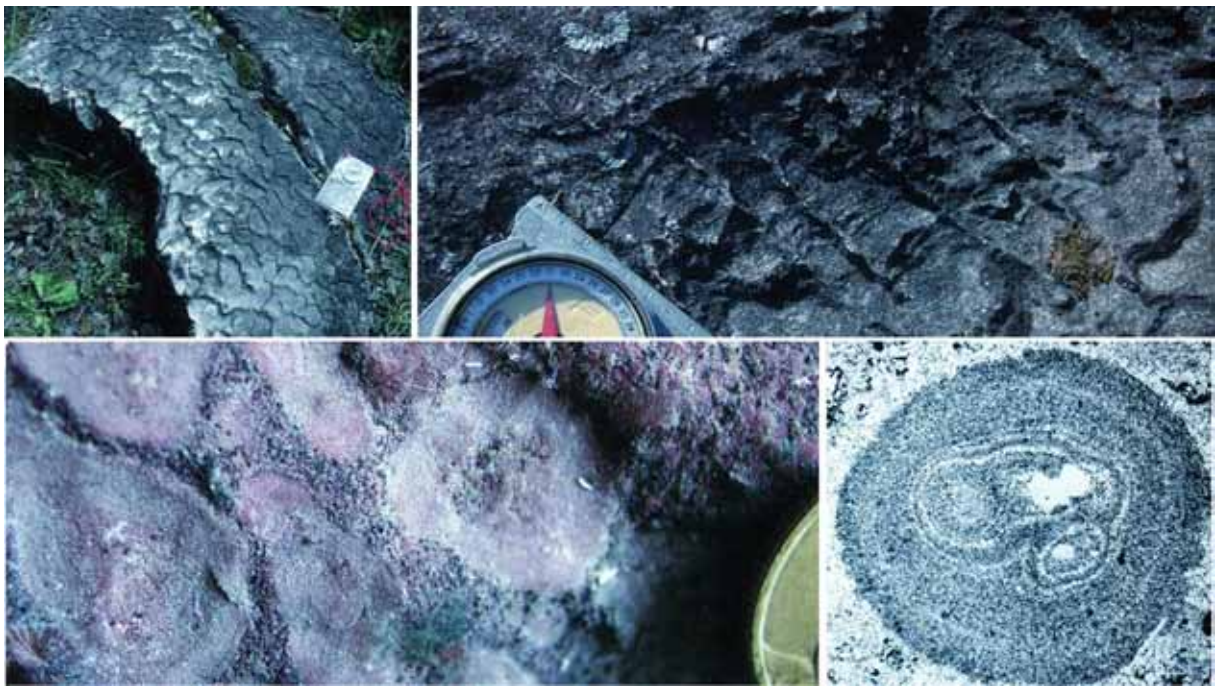


Рис. 5. Вверху: Nuclephyton confertum Mak., поверхности напластования (слева) и продольные сечения (справа). Внизу: онколиты Osagia genulna G. Con. в образце (слева) и под микроскопом (справа). Райгуба, оз. Сундозеро.

Klimetia, Stratifera, Omachtenia, Colonnella, Parallelophyton, Sundosia, Carelozoon, Nuclephyton (рис. 5).

Западно-Карельская провинция

Основные местонахождения строматолитов: Соанлахти, Кинтсиниеми. Характерны роды: *Carelozoon, Colonnella, Omachtenia, Soanlachtia, Stratifera* (рис. 6).

Рис. 6. Слева: строматолиты Carelozoon. Справа: пластово-желваковые постройки в береговых выходах доломитов. П-ов Кунносниеми, оз. Суоярви.

Литература

1. Бискэ Н.С., Медведев П.В., Мележик В.А. и др. Атлас текстур и структур шунгитоносных пород Онежского синклинория. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 80 с.
2. Медведев П.В., Макарихин В.В., Дмитриева А.В. Строматолиты Карелии и мира. Коллекция Музея геологии докембрия КарНЦ РАН. Петрозаводск: Изд. дом «ПИН», 2013. 15 с.

СТРОМАТОЛИТЫ В МУЗЕЕ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. И.В. БЕЛЬКОВА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА КНЦ РАН

Войтеховский Ю.Л.

Геологический институт КНЦ РАН, г. Апатиты, woyt@geoksc.apatity.ru

В статье коротко описана коллекция строматолитов и изофациальных образований (трещины усыхания, знаки ряби, глинистые псевдоморфозы по кристаллам галита) из Музея геологии и минералогии им. И.В. Белькова Геологического института КНЦ РАН. Она существенно обогатилась недавними находками строматолитов в разрезе куруярвинской серии на п-ове Средний.

Музей геологии и минералогии им. И.В. Белькова Геологического института КНЦ РАН состоит из петрографического и минералогического отделов. В петрографическом отделе представлена едва ли не самая полная систематическая коллекция горных пород Кольского п-ова. Пожалуй, с ней может конкурировать лишь коллекция Мурманской ГРЭ. Это и понятно – наши коллеги выполняли геологическую съёмку полуострова в разных масштабах. В то время как сотрудники академического института всегда занимались менее или более специальными задачами. В петрографических экспозициях принят геолого-формационный принцип. Древние осадочные образования представлены в них не столь богато, как магматические и метаморфические. Ведь они развиты на полуострове не столь обширно. Тем не менее, интерес у посетителей музея всегда вызывают рифейские красноцветные песчаники Терского берега с знаками ряби и столбчатые строматолиты о. Кильдин – свидетели и активные участники раннего этапа эволюции жизни на нашей планете, создавшие её кислородную атмосферу.

Открытие строматолитов *Stratifera flexurata Kom*. (предварительная диагностика) в разрезе каруярвинской свиты рифея вдоль побережья губы Б. Волоковая на п-ове Средний (Кочетков О.С., Иванов Н.Ф., 2006-2007; Иванов Н.Ф., Михайленко Ю.В., 2010) оживило наш интерес к геологии района,

Трещины усыхания, каруярвинская свита п-ова Средний.

Слева: столбчатые строматолиты о. Кильдин. Справа: поверхность напластования строматолитов, каруярвинская свита п-ова Средний.

Строматолиты Stratifera flexurata Kom. (предварительная диагностика), каруярвинская свита п-ова Средний.

Глинистые псевдоморфозы по кристаллам галита, п-ов Средний.

Вверху слева – знаки ряби в рифейских красноцветных песчаниках Терского берега Кольского п-ова. Вверху справа и внизу – знаки ряби, каруярвинская свита п-ова Средний.

Глинистые псевдоморфозы по кристаллам галита, п-ов Средний.

побудив к предварительным изысканиям и проведению Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний» 21-25 июля 2014 г. В ходе этих мероприятий коллекция музея пополнилась замечательными по сохранности образцами строматолитов и изофациальных геологических образований: знаками ряби на дне рифейского моря, трещинами усыхания и глинистыми псевдоморфозами по кубическим кристаллам галита (фото). Уникальность объекта требует его государственной охраны в ранге природного памятника. Наличие рядом живописных скал «Два брата» и каньонов рек, впадающих в губу Б. Волоковая, уникальность флоры и фауны позволяют ставить вопрос о создании здесь особо охраняемой природной территории.

СТРОМАТОЛИТЫ В МУЗЕЕ МИРОВОГО ОКЕАНА И ЭКСПОЗИЦИЯ «ПЛАНЕТА ОКЕАН»

Брой Н.В.
Музей Мирового океана, г. Калининград, museum@world-ocean.ru

Музей Мирового океана основан в 1990 г. и сегодня является единственным в России комплексным морским музеем. Сегодня у музея есть возможность создать новую экспозицию в строящемся главном корпусе «Планета Океан». В здании в форме Земного шара разместятся экспозиции о природе Мирового океана: естественнонаучные коллекции и аквариумы, интерактивные экспозиции, эксплораториум и кинопланетарий. Новый корпус будет позиционироваться как научно-исследовательский корабль с названием «Планета Океан». Экспозиционные разделы будут называться лабораториями Земли, Воды, Воздуха, Жизни, Космоса, Красоты. В лаборатории Жизни будут представлены экспозиции, посвященные многообразию современной жизни в океане. Истории жизни будет посвящен подраздел «Древняя жизнь в океане». В экспозиции будут отражены основные аспекты жизни и эволюции органического мира от докембрия до современности, а также важность изучения ископаемых свидетельств древней жизни. Один из комплексов палеонтологической экспозиции будет посвящен происхождению и ранним фазам эволюции жизни. Основную роль будут играть строматолиты, которые являются первыми сложно организованными экосистемами на Земле. В коллекции музея уже представлены строматолиты из Австралии, Боливии, США, России.

Музей Мирового океана организован решением Правительства РСФСР 12 апреля 1990 г. и сегодня является единственным в России комплексным морским музеем. Сегодня Набережная исторического флота – уникальное образование в мировой морской музейной практике, у причала которой ошвартованы следующие суда: «Витязь» – самое большое научно-исследовательское судно-музей, «Космонавт Виктор Пацаев» – единственное в мире действующее судно космической связи с музеем на борту, «Б-413» – единственная в стране музейная подводная лодка 641 проекта, находящаяся на плаву, «СРТ-129» – единственное в стране рыболовное судно-музей. Набережная исторического флота продолжается в г. Санкт-Петербурге, где ошвартован «Красин» – старейший в стране ледокол. В состав музейного комплекса также входят главный корпус с аквариумами, памятники архитектуры XIX в. федерального значения «Королевские ворота» и «Фридрихсбургские ворота», выставочные корпуса «Пакгауз» и «Морской Кенигсберг – Калининград» с уникальной для страны археологической находкой «Корабль XIX века», открытая территория с подводными обитаемыми аппаратами, яхтами, шлюпками и другой морской и океанологической техникой.

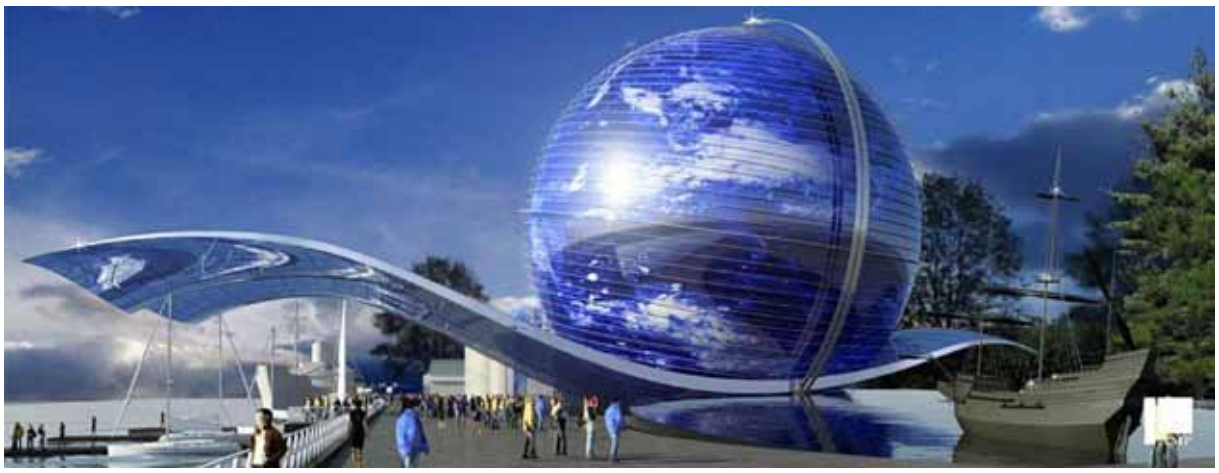


Рис. 1. Экспозиционный корпус «Планета океан».

Музей формирует разнообразные морские коллекции, которые представлены в экспозициях на музейных судах Набережной исторического флота и других музейных объектах. В деятельности музея прослеживалось два основных направления: история освоения Мирового океана и его природа. За более чем 20-летнюю историю музею удалось накопить значительный опыт в создании исторических экспозиций на кораблях музейного флота. Все прошедшие годы музей готовился к представлению самого Мирового океана. С появлением возможности строительства нового экспозиционного корпуса «Планета Океан», в соответствии с Федеральной адресной инвестиционной программой «Культура России» (2012-2018), у музея появилась возможность создать новую экспозицию.

В 2012 г. на конкурс были представлены проекты будущего корпуса музея. Победителем стал проект здания в форме Земного шара, который огибает гигантская волна. Эта совершенная форма символична для музея Мирового океана, так как, «глядя из космоса, понимаешь, что планета наша вовсе не Земля, а Океан…». В 2013 г. начато строительство экспозиционного корпуса, а открытие новой грандиозной экспозиции «Планета Океан» планируется в 2018 г. [2]. Последовательно, на 7 уровнях нового корпуса разместятся экспозиции, посвященные природе Мирового океана. Здесь будут представлены естественнонаучные коллекции и аквариумы, интерактивные экспозиции, эксплораториум и кинопланетарий. Новый корпус будет позиционироваться как научно-исследовательский корабль с названием «Планета Океан». Экспозиции будут называться лабораториями Земли, Воды, Воздуха, Жизни, Космоса, Красоты.

Палеонтологическая экспозиция будет составной частью лаборатория Жизни. В её составе будут представлены комплексы, посвященные многообразию современной жизни в океане, а комплекс «Древняя жизнь в океане» будет посвящен истории жизни в океане. Экспозиция разместится на втором этаже нового корпуса. В ней будут представлены палеонтологические образцы, аквариумы с реликтовыми обитателями, объекты мультимедиа, информационные панели и интерактивные объекты [3]. В экспозиции будут

отражены основные аспекты жизни и эволюции органического мира океана от докембрия до современности, а также важность изучения ископаемых свидетельств древней жизни.

Один из комплексов экспозиции будет посвящен происхождению и ранним фазам эволюции жизни на Земле, где посетитель узнает о времени образования планеты, появлении первых одноклеточных организмов и первых многоклеточных. Предметный ряд будет представлен образцами метеоритов. Среди них будут углистые хондриты, в состав которых входят органические соединения. Возможно, именно они сыграли главную роль в зарождении жизни в океане. Также в экспозиции будут горные породы, образованные с участием безъядерных организмов: джеспилиты, строматолиты. Следующий этап жизни в представят отпечатки первых многоклеточных животных вендского (эдиакарского) периода.

В протерозойской экспозиции основную роль будут играть постройки строматолиты как одно из древнейших свидетельств существования и распространенности жизни на Земле. Планируется представить многообразие строматолитов и красоту их построек из разных регионов Мира, а с помощью графических материалов представить роль цианобактериальных матов в формировании кислородной атмосферы Земли, значение строматолитов для стратиграфии древнейших осадочных толщ и палеогеографических реконструкций, а также показать современные строматолитовые рифы у берегов Австралии и Багамских островов [1].

В коллекции Музея Мирового океана уже собраны образцы ископаемых строматолитов из Австралии, Канады, США (Вайоминг, Мичиган), Боливии, о. Мадагаскар (рис. 2-14). Наиболее полно представлены образцы из Австралии – формация Биттер-Спрингс, Катерин, Пилбара и др. Строматолиты с территории России представляют образцы из Республики Саха (пос. Торго Олёкминского р-на) и Мурманской обл. (Кольский п-ов, п-ов Средний). Возраст большинства образцов от 800 до 2750 млн лет (неоархей, палеопротерозой, неопротерозой). В коллекции представлен древнейший ископаемый строматолит формации Стрелли-Пул (Пилбара, Зап. Австралия), возраст ко-

Рис. 2. Древнейшие строматолиты. Австралия. Пилбара. Возраст 3.4 млрд лет.

Рис. 3. Строматолиты. Австралия. Пилбара. Возраст 2750 млн лет.

Рис. 4. Строматолиты. Австралия. Возраст 1550 млн лет.

Рис. 5. Строматолиты. Австралия. Формация Биттер Спрингс. Возраст 800 млн лет.

Рис. 6. Строматолиты. Австралия, Antrim basalt. Возраст 508 млн лет.

Рис. 7. Строматолиты. Австралия, Antrim basalt. Возраст 508 млн лет.

Рис. 8. Строматолиты. Канада, Б. Невольничье озеро. Возраст 1800 млн лет.

Рис. 9. Строматолиты. США, Вайоминг, формация Грин Ривер. Возраст 40 млн лет.

торого 3400 млн лет (палеоархей). Самые молодые ископаемые строматолиты – из формации Грин-Ривер (Вайоминг, США) среднеэоценового возраста – 40 млн лет.

Таким образом, в коллекции Музея представлены строматолиты из разных стран. Коллекцию необходимо дополнить образцами, найденными в России. Строматолиты на срезе представляют собой интересные яркие

Рис. 10. Строматолиты. США, Мичиган. Возраст 2200-2400 млн лет.

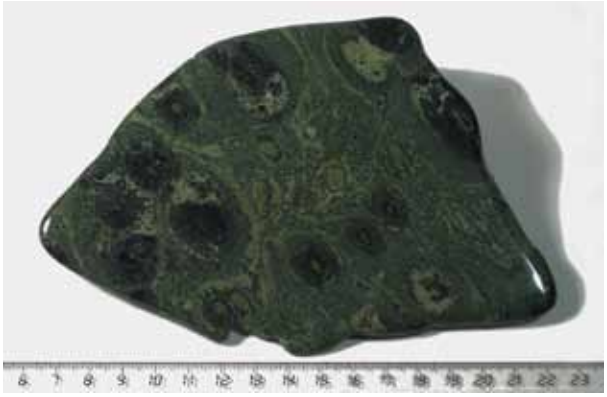


Рис. 11. Строматолиты, замещенные яшмой. Мадагаскар. Возраст 1.5 млрд лет.

Рис. 12. Строматолиты. Боливия, Кочабамба, Вост. Анды. Возраст 2.3 млрд лет.

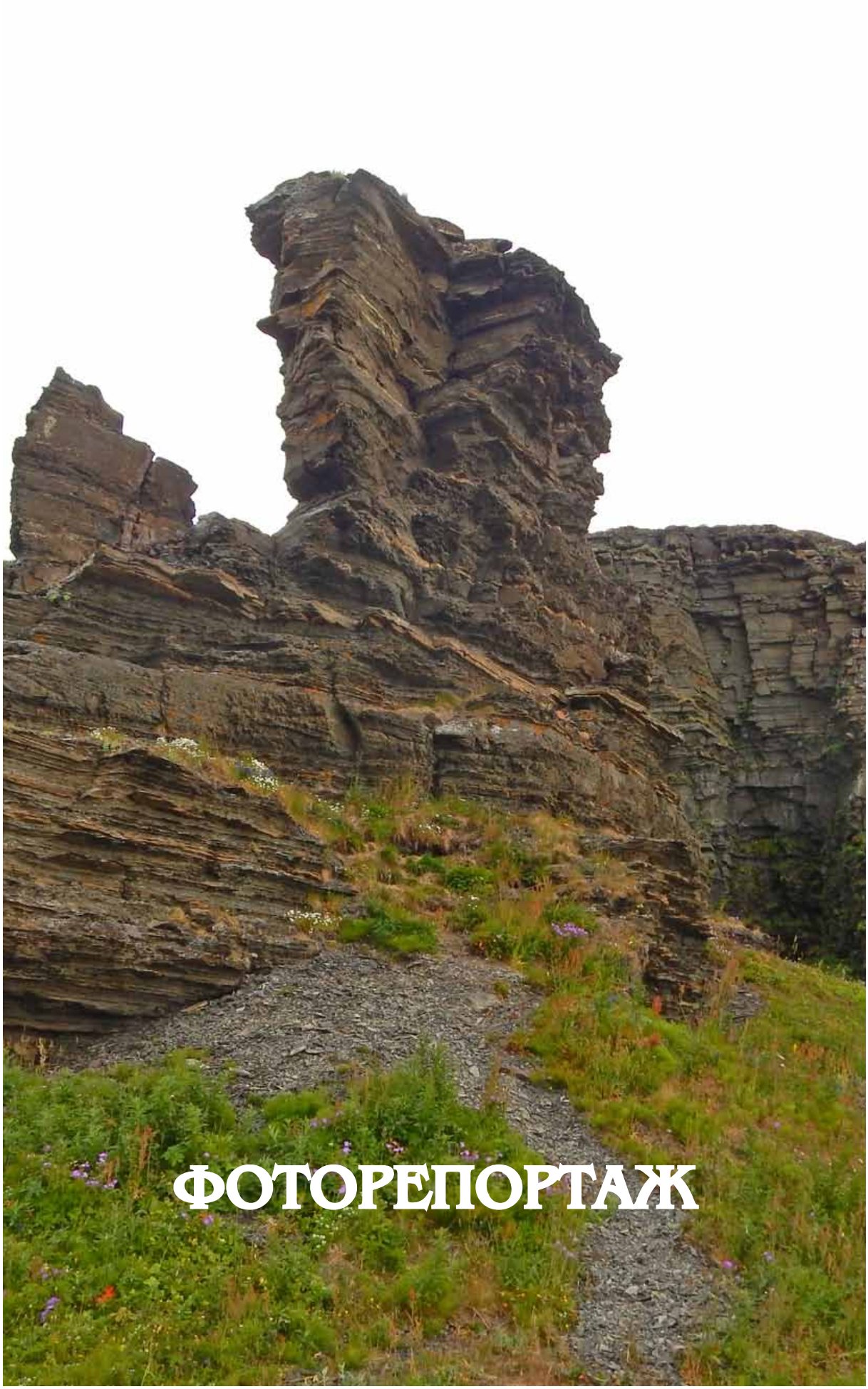
Рис. 13. Строматолиты. РФ, Респ. Саха, Олёкминский р-н, пос. Торго. Возраст 1 млрд лет.

Рис. 14. Строматолиты. РФ, Мурманская обл., п-ов Средний. Возраст – рифей.

рисунки в виде полос и окружностей, каждый из образцов уникален и аттрактивен. Строматолиты из коллекции экспонировались на выставках «Первые шаги жизни на Земле» и «Мир древних морей», созданных совместно с «Музеем истории мироздания». Выставки прошли с успехом в Музее Мирового океана в 2012-2013 г. В будущей постоянной палеонтологической экспозиции строматолиты представят один из ранних этапов эволюции жизни на Земле и, несомненно, вызовут интерес посетителей нового корпуса «Планета Океан», который откроется в 2018 г.

Литература

1. Наугольных С.В. Научная экспертиза содержания раздела «Отряд исследователей древней жизни» на 2013-2015 гг. ФГБУК «Музей Мирового океана», 2013. 42 с.
2. Стрюк В.Л., Ярцева Н.В. Геологическая коллекция музея Мирового океана и создание экспозиции в новом экспозиционном корпусе «Планета Океан» // Геология морей и океанов. Матер. XX межд. научн. конф. по морской геологии. Т. 2. М.: ГЕОС, 2013. С. 328-332.
3. Ярцева Н.В., Сычихина И.Н. Палеонтологическая коллекция Музея Мирового океана и создание экспозиции в новом экспозиционном корпусе «Планета океан» // Объекты палеонтологического и геологического наследия и роль музеев в их изучении и охране. Кунгур, 2013. С. 17-19.



ФОТОРЕПОРТАЖ

21 июля 2014 г.

21 июля 2014 г.

22-24 июля2014 г.

22-24 июля2014 г.

22-24 июля2014 г.

22-24 июля2014 г.

25 июля 2014 г.

25 июля 2014 г.

25 июля 2014 г.

25 июля 2014 г.

25 июля 2014 г.

ПРЕССА

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. БИ-ПОРТ. 08 июля 2014 года, 18:00.

Учёные всей России изучат ископаемые остатки водорослей Кольского п-ова

С 21 по 25 июля Геологический институт Кольского научного центра РАН организует Всероссийскую научно-практическую конференцию «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний». Она продолжит серию научных мероприятий под общим названием «Уникальные геологические объекты Кольского п-ова», которые ученые проводят уже несколько лет. В этот раз тема конференции заинтересовала геологов из Ухты, Екатеринбурга, Петрозаводска, Апатитов, Москвы, Санкт-Петербурга и Геологической службы Финляндии. Привлекла она и музейных работников из городов Мурманской области, Сыктывкара, Калининграда, Петрозаводска, которые получат возможность взять образцы строматолитов.

Строматолиты – это ископаемые остатки водорослей, способных к фотосинтезу, сопровождаемому выделением кислорода. Во многом благодаря им и зародилась жизнь на Земле. Честь открытия кольских окаменелостей принадлежит уральским геологам. Однако сотрудники Геологического ин-

ститута КНЦ РАН, изучив образцы, заподозрили, что вид строматолитов определен неправильно. К исследованию они привлекли известного палеонтолога из Института геологии Карельского научного центра РАН Павла Медведева, который подтвердил подозрения наших геологов. Так была создана интрига нынешней конференции. Ведь вместе с изменением вида меняется возраст строматолитов и, соответственно, физико-географические условия их отложения: соленость воды, освещенность и другие, по которым специалисты могут реконструировать геологическую историю Кольского п-ова. Чтобы установить истину, первооткрыватели и диагносты сначала обменяются мнениями в Геологическом институте, а затем продолжат дискуссию в палатках на берегу полуострова Средний.

Не секрет, что на Рыбачьем и Среднем п-овах экологи сейчас пытаются создать особо охраняемую территорию. Наличие на п-ове Среднем целой цепи протяженностью 2-3 км обнажений строматолитов может послужить одним из аргументов в пользу создания там охраняемой зоны. Участники конференции намерены собирать уже обломанные прибоем образцы, а не откалывать молотком новые, чтобы сохранить эти удивительные находки, которыми жители Кольского п-ова должны гордиться так же, как Хибинскими и Ловозерскими тундрами, Ковдорским массивом и другими уникальными минералогическими объектами.

Подробнее: http://www.b-port.com/culture/item/132992.html#ixzz39PBA6PG6

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора 3

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Медведев П.В., Войтеховский Ю.Л., Чаженгина С.Ю., Чикирёв И.В. . . . . . .
О возрасте пластовых строматолитов кильдинской серии п-ова Средний . . 9

Кочетков О.С., Михайленко Ю.В., Иванов Н.Ф., Анисимова С.А.
Характеристика пластовых строматолитов Stratifera flexurata Kom., каруярвинская свита п-ова Средний 21

Михайленко Ю.В. Стратиграфия и U-Pb возраст верхнедокембрийских комплексов п-овов Средний и Рыбачий. 26

Никонов А.А. Трещиноватость в рифейских песчаниках и строматолитах п-ова Средний 33

Леонова Л.В., Галеев А.А., Сорока Е.И. Возможности метода ЭПР при изучении современных и ископаемых строматолитов 39

Laura S. Lauri Comparison of unmetamorphosed and metamorphosed sedimentary rocks in the field 50

СТРОМАТОЛИТЫ В МУЗЕЯХ

Памяти **Алексея Анатольевича Иевлева** 54

Медведев П.В., Макарихин В.В., Дмитриева А.В. Строматолиты в Музее геологии докембрия Института геологии КарНЦ РАН 55

Войтеховский Ю.Л. Строматолиты в Музее геологии и минералогии им. И.В. Белькова Геологического института КНЦ РАН 59

Брой Н.В. Строматолиты в Музее Мирового океана и экспозиция «Планета Океан». 63

ФОТОРЕПОРТАЖ

21 июля 2014 г. Научные доклады 70

22-24 июля 2014 г. П-ов Средний 76

25 июля 2014 г. Хибины, ущелье Голубых озер 86

ПРЕССА

Учёные всей России изучат ископаемые остатки водорослей Кольского п-ова 96

Уникальные геологические объекты Кольского п-ова: строматолиты п-ова Средний

Всероссийская (с международным участием) научно-практическая конференция, посвящённая исследователям докембрийской стратиграфии и палеонтологии региона Б.С. Соколову, В.З. и Т.Ф. Негруца, В.В. Любцову

г. Апатиты – п-ов Средний,21-25 июля 2014 г.

Отпечатано в ЗАО "К& М"

184209 г. Апатиты Мурманской обл.
ул. Ферсмана,д. 17 а
тел./факс: (81555) 77329

Тираж 100 экз.