

К ВОПРОСУ О БИОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАХ В КВАРЦЕ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ ПОРОД (на примере Воронежского кристаллического массива и Балтийского щита)

А. В. Жабин, И. П. Лебедев

Воронежский государственный университет

Оксиды кремнезема — «горная вода» по меткому выражению М.В.Ломоносова, представляют собой уникальную среду для консервации биологических форм жизнедеятельности в геологическом прошлом. Обнаруженные с помощью электронномикроскопического анализа в кварце различных пород раннего докембрия ВКМ и Балтийского щита специфические формы, свидетельствуют о наличии морфологических следов биологических объектов, подтверждая тем самым представления о наличии и активном участии биосферы в формировании древнейших осадочных пород Земли.

Установление органического вещества в осадочно-метаморфических породах, начиная с раннего архея, по словам основоположника учения об осадочной геологии докембрия академика А.В. Сидоренко, «имеет принципиальное значение для теретической и практической геологии... Количество обнаруженных органических остатков в докембрии (даже в архее) таково, что позволяет поставить вопрос о развитии палеонтологии докембрия — и не только в виде классических исследований окаменелых остатков и микроорганизмов, но и с применением электронномикроскопического изучения микроструктур, молекулярного и биохимического изучения докембрийских продуктов жизнедеятельности» [9].

Несмотря на значительное количество публикаций, посвященных различным геологическим проблемам, связанных с древнейшими формациями рассматриваемых регионов, их связь с биологическими проявлениями воспринималась весьма скептически. По данным А.Ю. Розанова [7], еще в 1943 году А.Г. Вологдин описал некие округлые образования из железистых кварцитов КМА как железобактерии, а в 1982 году Б.В. Тимофеев выпустил монографию о микрофоссилиях [11] верхнего архея Центральной Карелии. Но, по разным причинам, обе публикации остались практически незамеченными научным сообществом. Тем не менее, в работе за 1988 год [2] Г.В. Войткевич уже твердо убежден в биогенной природе железистых кварцитов. В 2006 году М.М. Астафьева [1], развивая идеи Б.В. Тимофеева, описала коккоидные, уплощенно-овальные и некоторые другие бактериальные формы из архейских пород Карелии, а В.И. Сиротиным и А.В. Жабиным опубликованы

[10] совершенно уникальные электронномикроскопические фотографии сегментированных биологических объектов из железистых кварцитов КМА.

В настоящей статье предпринята попытка показать перспективность изучения докембрийских следов жизнедеятельности методами электронной микроскопии, законсервированных в самом распространенном в земной коре оксиде кремнезема — кварце. Препараты для исследования представляют собой свежий скол зерен кварца непосредственно в метаморфических горных породах, взятых из раннедокембрийских формаций Воронежского кристаллического массива и Кольского региона Балтийского щита.

Следует отметить, что генетическая диагностика микроформ даже в общем виде не всегда однозначна, в связи с определенной конвергентностью морфологических признаков. На следующем этапе исследований необходимо привлечение специальных методов диагностики биоформ, в частности, определения химических элементов и изотопов органического происхождения.

При изучении органогенных кремневых пород верхнемелового и палеогенового времени, нами были выявлены три основных морфологических типа оксидов кремнезема: 1 — слоисто-чешуйчатый, 2 — глобулярный, 3 — призматический [3]. Генезис первого связан с перекристаллизацией кремнезем содержащих скелетных остатков организмов при седиментогенезе и раннем диагенезе, и в одном случае проявление этого типа выражается в образовании каркасной, с многочисленными порами, структуры с переплетающимися и прорастающими друг друга листовато-таблитчатыми частицами (рис. 1), в другом — частицы такой же формы просто прилегают одна к другой (рис. 2). В кремнях халцедонного состава частицы этого же

облика формируют спутанно-пластинчатую текстуру (рис. 3). Образование глобулярных форм происходит также при гипергенных процессах метасоматического преобразования карбонатных пород [8]. При медленном выносе кальция кислыми водами, на его месте генерируются глобулы опала, которые вначале имеют гладкую поверхность (рис. 4). Но с течением времени опаловый состав преобразуется в опал-кристобалит-тридимитовый, с формированием специфической ребристой поверхностью глобул (рис. 5). Несмотря на значительные изменения структурно-текстурных особенностей пород, связанные с растворением и перекристаллизацией, все равно в них встречаются скелетные остатки организмов (рис. 6). Образование форм минералов кремнезема призматического морфологического типа (рис. 7) происходило

в уже сформированных кремневых породах в условиях свободного роста кристаллов по трещинам и различным полостям. На рисунке 8 показана морфология кварца аптских кварцито-песчаников, прослой которых широко распространены в отложениях Воронежской антеклизы.

Полученные при анализе кварца раннедокембрийских метаморфических пород изображения остатков организмов разделяются на три типа. Первый — собственно фоссилизированные остатки, второй — их следы, к которым можно отнести отпечатки биологических объектов (в том числе наблюдаемые нами в виде остатков), бактериальные маты, микростроматолиты, растворение граней минералов органическими кислотами, выделяемыми биологическими сообществами. Третий — до конца остается не ясным, с чем мы имеем дело, то

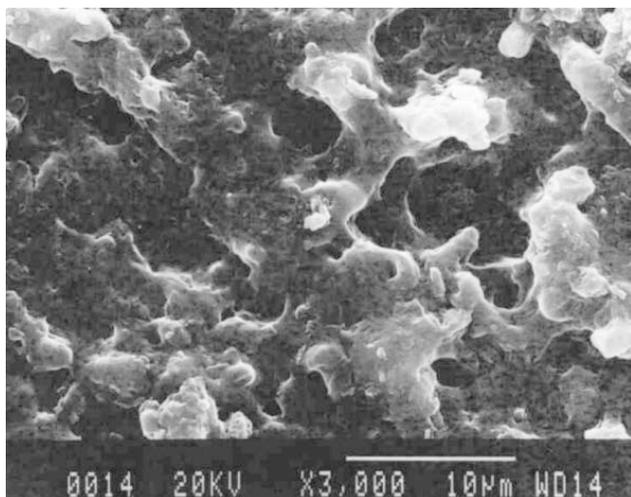


Рис. 1. Опка листовато-чешуйчатая. Воронежская антеклиза. Палеоген. СЭМ. Ув. 3000X

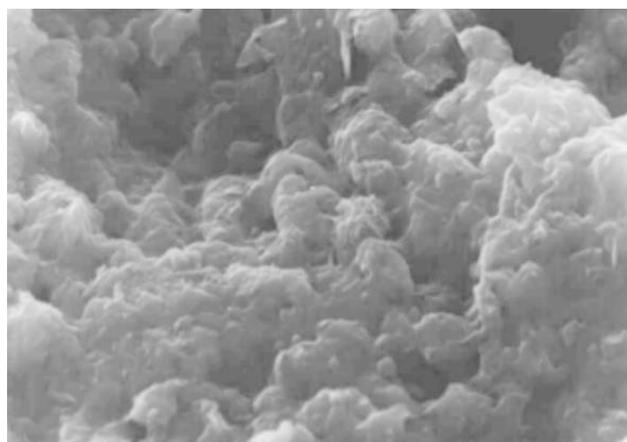


Рис. 2. Трепел листовато-чешуйчатый. Воронежская антеклиза. Палеоген. СЭМ. Ув. 5000X

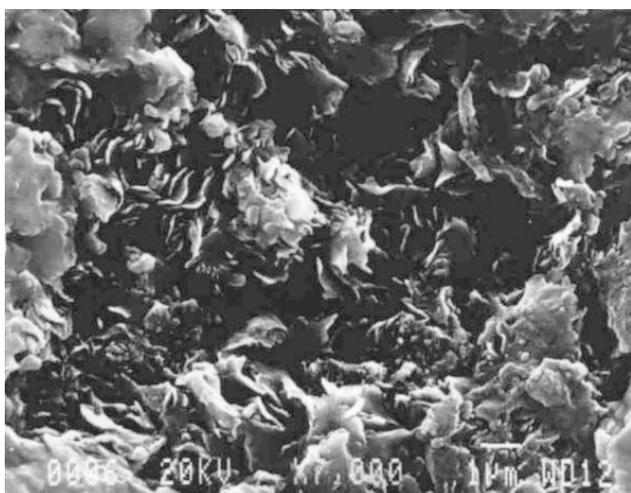


Рис. 3. Кремний. Воронежская антеклиза. Верхний мел. СЭМ. Ув. 7000X



Рис. 4. Диатомит. Среднее Поволжье. Палеоген. СЭМ. Ув. 2000X

ли с отпечатками, то ли с обломками окварцованных остатков каких то биологических видов.

Среди собственно остатков наблюдаются следующие формы: цианобактерии (сине-зеленые водоросли) — волосовидные образования, как бы вырастающие из единого основания (рис. 9); червеобразные, сегментированные объекты как с явно проявленными туловищем и головной частью (рис. 10), так и с отсутствием последней (рис. 11); округлые до шарообразных с боковыми трубчатыми выступами (рис. 12); состоящие из дискообразных сегментов как близкого размера (рис. 13), так и разного (рис. 14); сегментированные с ярко выраженными ребрами жесткости (рис. 15); округло-прямоугольные (рис. 16).

Наиболее часто встречаемыми отпечатками, пожалуй, являются следы биологических объектов,

«собранных» из дискообразных сегментов (рис. 17), реже — в виде обломков микрораковин (?) (рис. 18). Бактериальные маты так же довольно распространенные образования, на фотоснимках (рис. 19) выражены своеобразной структурой поверхности, напоминающей каракуль. По параллельным, различной толщины слоям идентифицируются строматолиты (рис. 20). Иногда наблюдаемые формы на сколах зерен (рис. 21), присущи, вероятно, формам растворения.

Реликтовые формы проблематичного происхождения (рис. 22), представляют собой расположенные в определенном порядке углубления. В целом такая поверхность очень напоминает отпечаток тканевого покрова организма.

Таким образом, несмотря на случайный характер отбора проб для анализа и на значительные

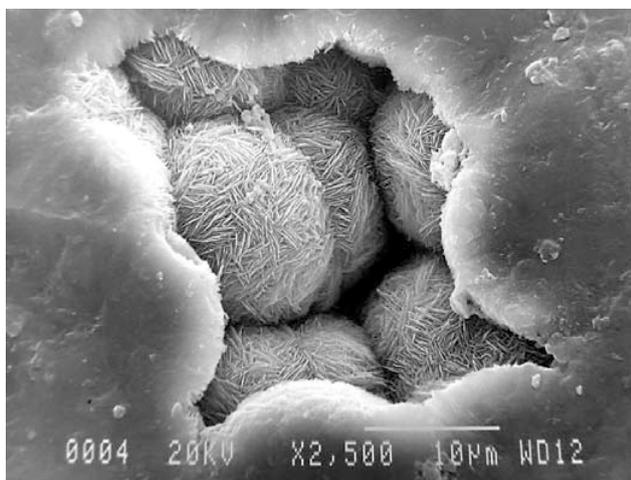


Рис. 5. Кремний. Воронежская антеклиза. Верхний мел. СЭМ. Ув. 2500X

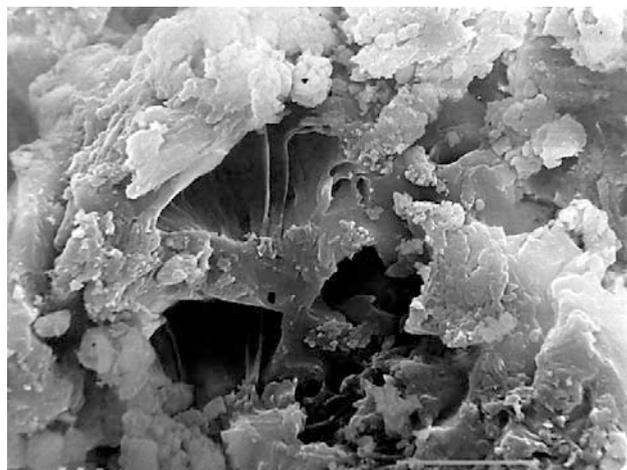


Рис. 6. Опока. Воронежская антеклиза. Верхний мел. СЭМ. Ув. 3000X

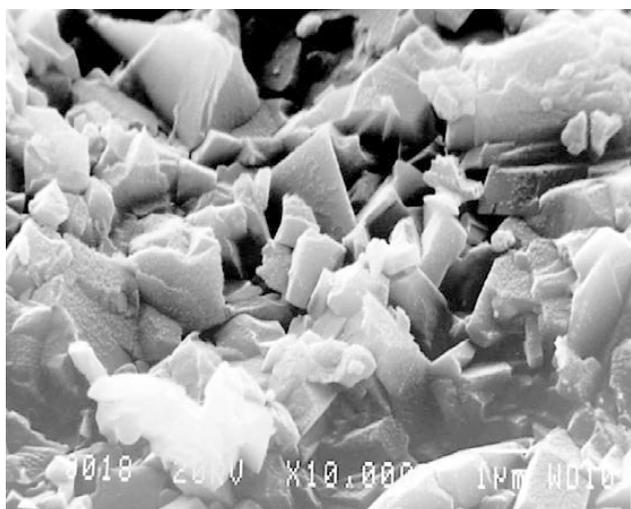


Рис. 7. Кремневая порода. Воронежская антеклиза. Верхний мел. СЭМ. Ув. 10000X

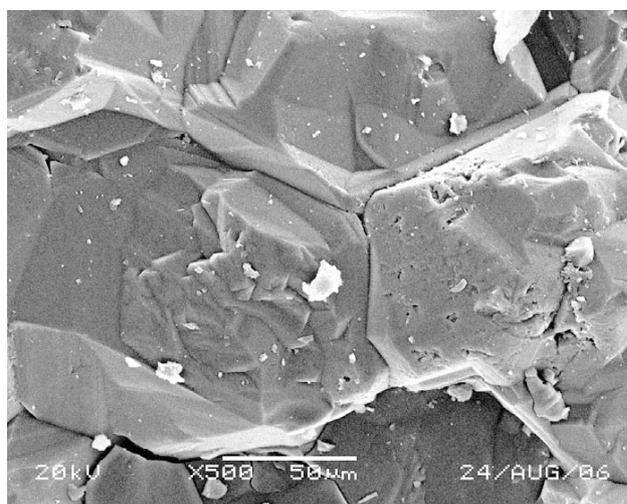


Рис. 8. Кварцит. Воронежская антеклиза. Аптское время. СЭМ. Ув. 500X

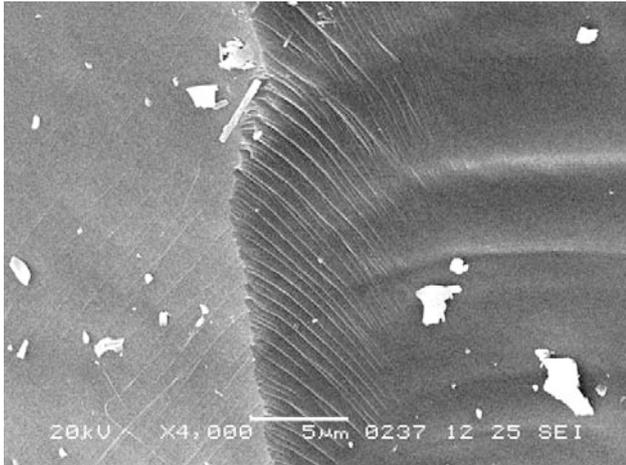


Рис. 9. Гнейс. Кольский полуостров. Архей. СЭМ. Ув. 4000X

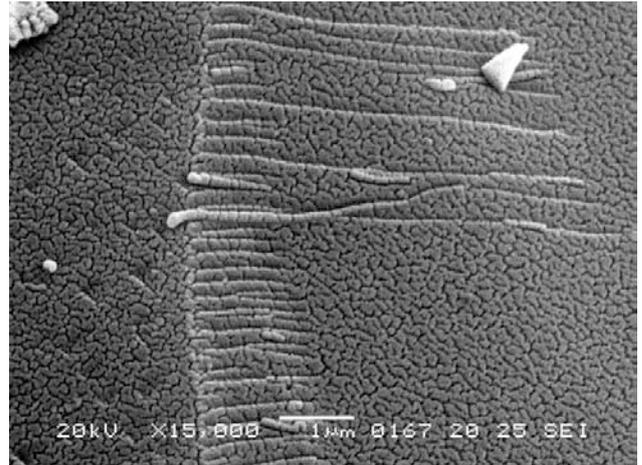


Рис. 10. Железистый кварцит. ВКМ. Ранний протерозой. СЭМ. Ув. 15000X

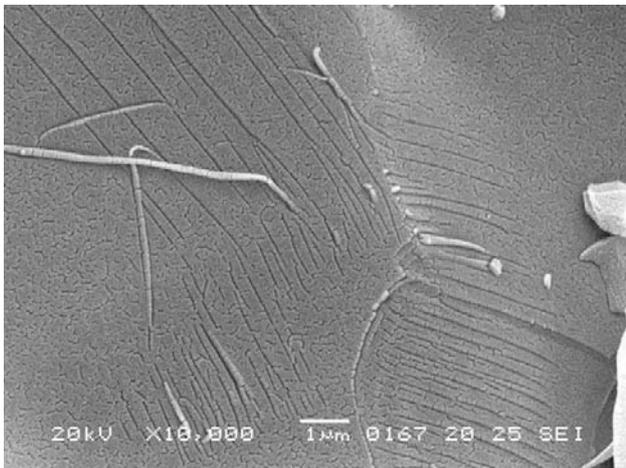


Рис. 11. Железистый кварцит. ВКМ. Ранний протерозой. СЭМ. Ув. 10000X

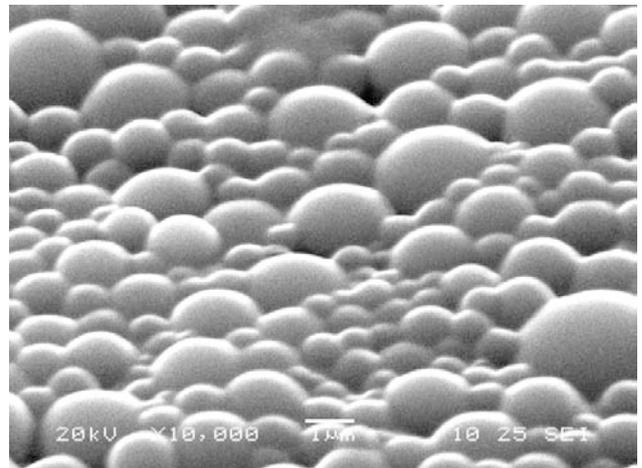


Рис. 12. Жильный кварц. Кольский полуостров. Архей. СЭМ. Ув. 10000X

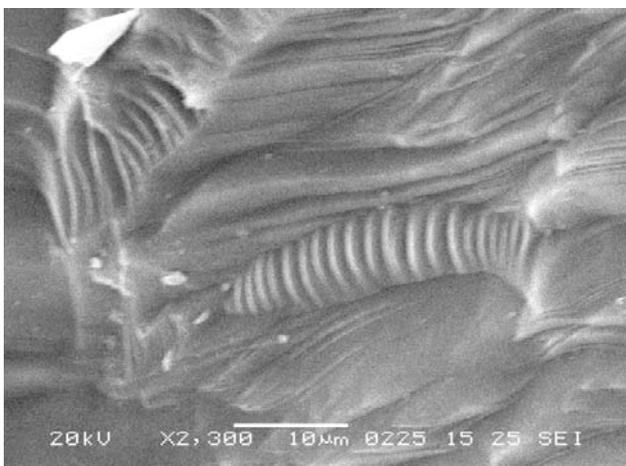


Рис. 13. Гнейс. ВКМ. Архей. СЭМ. Ув. 2300X

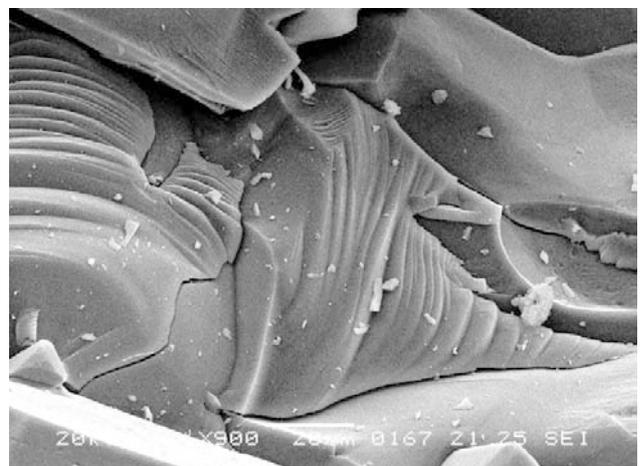


Рис. 14. Железистый кварцит. ВКМ. Ранний протерозой. СЭМ. Ув. 900X

К вопросу о биологических формах в кварце раннедокембрийских пород...

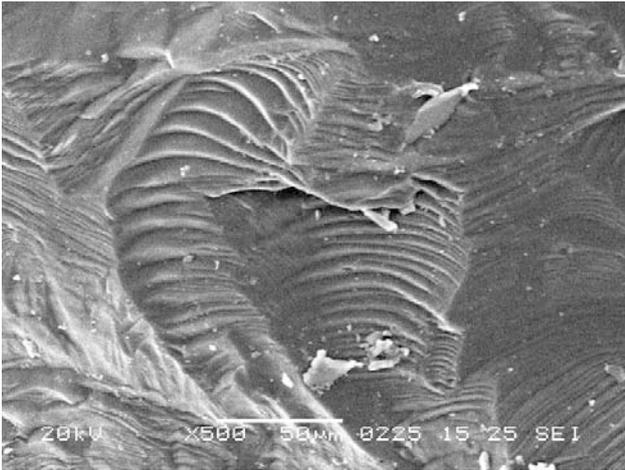


Рис. 15. Гнейс. ВКМ. Архей. СЭМ. Ув. 500X

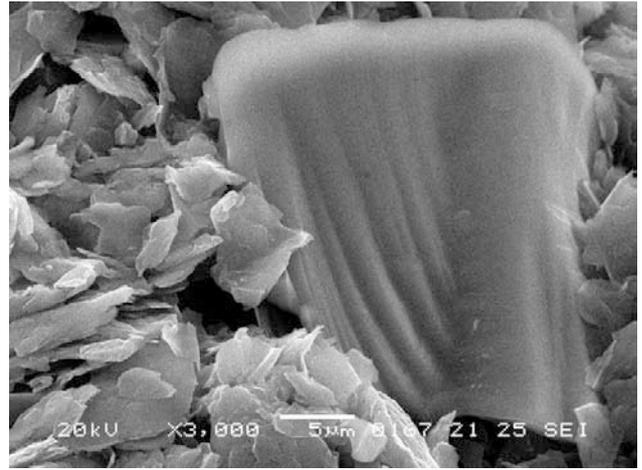


Рис. 16. Железистый кварцит. ВКМ. Ранний протерозой. СЭМ. Ув. 3000X

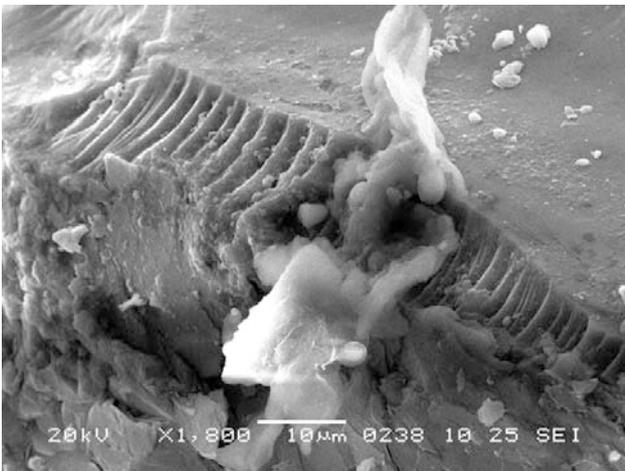


Рис. 17. Гнейс. ВКМ. Архей. Ув. 1800X

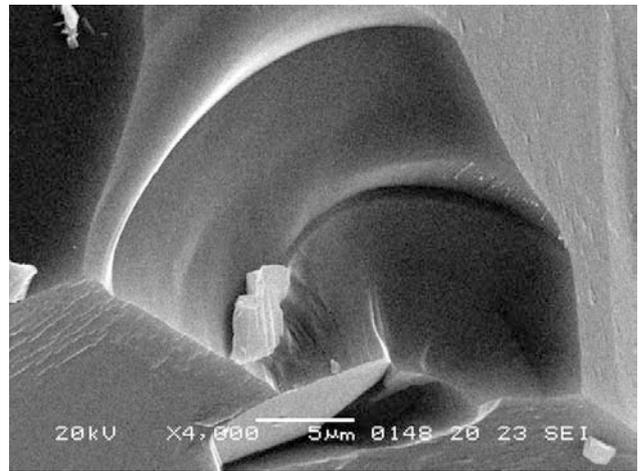


Рис. 18. Железистый кварцит. ВКМ. Ранний протерозой. СЭМ. Ув. 4000X

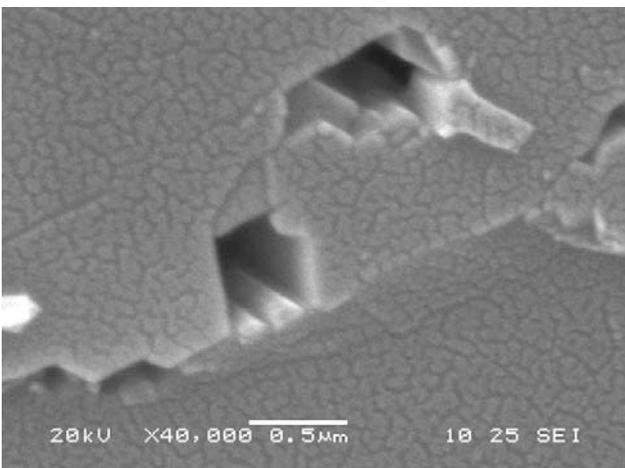


Рис. 19. Пегматит. Кольский полуостров. Архей. СЭМ. Ув. 40000X

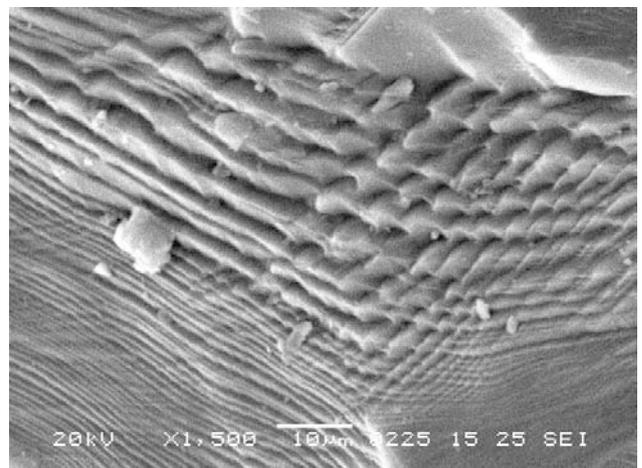


Рис. 20. Гнейс. ВКМ. Архей. СЭМ. Ув. 1500X

преобразования первичных пород процессами катагенеза, метагенеза и метаморфизма, в каждой из них наблюдается достаточное количество остатков организмов и следов биологических проявлений, что явно указывает на широкое развитие в раннедокембрийских бассейнах седиментации того времени определенных живых форм и, вероятно, на существование вполне сложившихся биоценозов.

В заключение представляется важным обратить внимание на следующее. Многими исследователями отмечается резкий спад разнообразия строматолитов после 1млрд. лет назад. В работе [13] данное событие объясняется деятельностью ранних животных, которые выедали бактериальные дерновники, тем самым нарушая экологическое состояние системы, приводящее к разрушению

строматолитовых построек. М.А. Федонкин [12] и И.Н. Крылов [5] считают, что палеонтологические данные в пользу этой гипотезы отсутствуют, а вероятность находок остатков животных и их следов в строматолитах практически равна нулю, по причине царящей внутри бактериальных матов аноксии. А основной причиной резкого уменьшения роли строматолитов, после некоего временного рубежа, следует считать появление в воде водоемов определенного количества свободного кислорода. Не отрицая данного мнения, заметим следующее. На рис. 23 показано тесное «соседство» строматолитов с сегментированным остатком (отмечен стрелкой) организма. Ну а как, если не поеданием червеобразным организмом строматолита, еще объяснить картину на рисунке 24. В связи с этим в вопросе о спаде разнообразия строматолитов не-

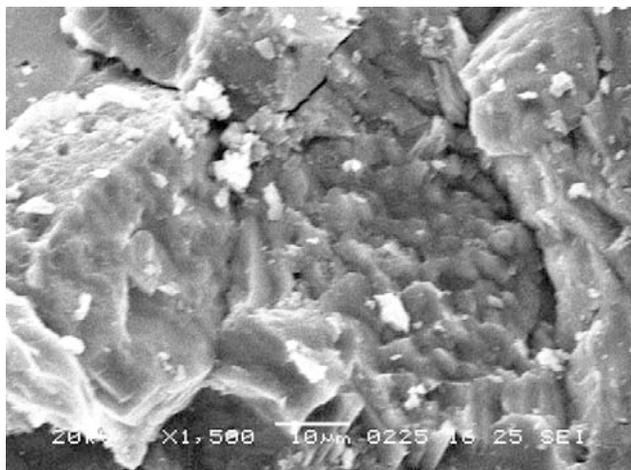


Рис. 21. Гнейс. ВКМ. Архей. СЭМ. Ув. 1500X

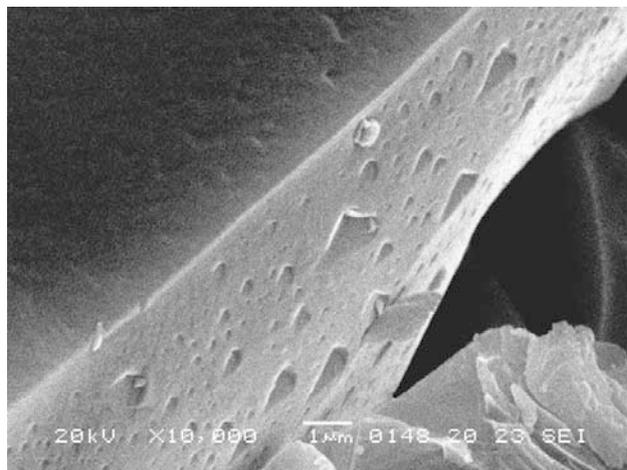


Рис. 22. Железистый кварцит. ВКМ. Ранний протерозой. СЭМ. Ув. 10000X

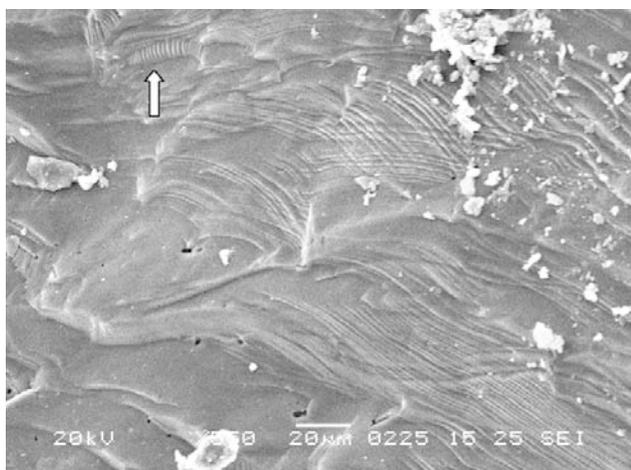


Рис. 23. Гнейс. ВКМ. Архей. СЭМ. Ув. 550X

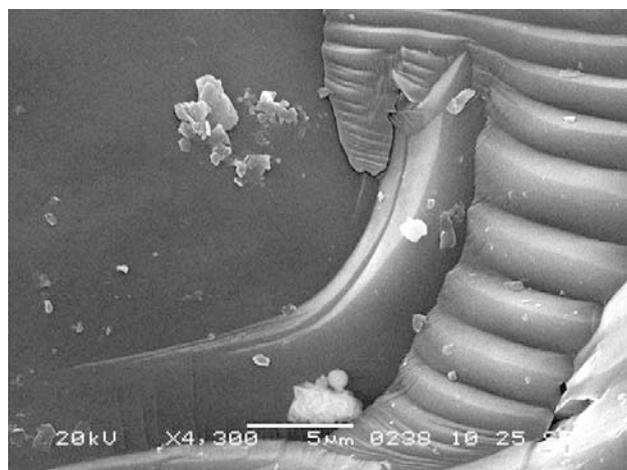


Рис. 24. Гнейс. ВКМ. Архей. СЭМ. Ув. 4300X

льзя сбрасывать со счетов и гипотез, объясняющих данное явление биологическими факторами.

Разница в возрасте пород, в которых нами были обнаружены морфологически очень сходные остатки и проявления живых организмов, составляет не менее 600 млн. лет. Это превышает продолжительность всего фанерозоя (эры явной жизни), за время которого, как принято считать, жизнь эволюционировала от довольно простых форм до появления разумного существа. Возможно и эта концепция, в свете вышеизложенных данных, не лишена сомнений. Вероятно, скорость эволюции развития жизненных форм далеко не постоянна. Считается что скелетные формы организмов возникли в начале кембрия, а многоклеточные - где то в конце рифея — начале венда [4]. Однако, можно полагать, что изображенные на рисунках 13; 14; 15 сегментированные объекты с ребрами жесткости [6], могут являться первыми артроподами, достигшими своего могущества в начале палеозоя.

На рисунке 25-А показана бактериальная форма, найденная в метеорите ALH 84001, возраст которого оценивается в 4.5 млрд. лет. В железистых кварцитах Курской магнитной аномалии отмечена морфологически очень сходная с ней форма возрастом около 2.0 млрд. лет (рис. 25-Б). Возможно, находка говорит о том, что, во-первых, жизнь на Земле возникла путем занесения органических соединений из глубин Вселенной. И, во-вторых, это был не просто одноразовый акт; с определенной регулярностью на нашу планету попадают такие «кирпичики жизни», вступая в антагонистические отношения с населяющими Землю «аборигенами». Возможно, в этом кроется одна из причин массовых вымираний в истории Земли и одновременно одна из причин эволюции жизни.

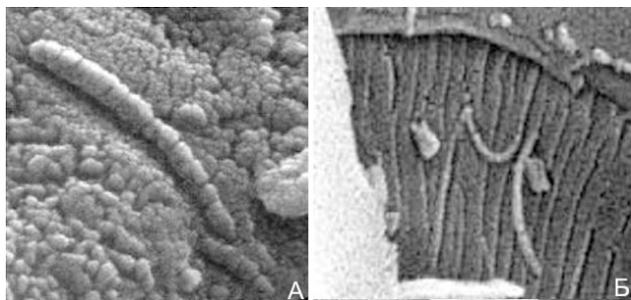


Рис. 25. А — Метеорит ALH 84001. СЭМ. (фото с сайта <http://astro-azbuka.info/photo/mars/0226>);
Б — Железистый кварцит. ВКМ. Ранний протерозой. СЭМ. Ув. 15000X

ЛИТЕРАТУРА

1. Астафьева М.М. Архей Карелии и бактериальная палеонтология // Эволюция биосферы и палеобиообразование. Сб. труд. ПИН РАН. М.: 2006. С. 120—128.
2. Войткевич Г.В. Возникновение и развитие жизни на Земле. Отв. ред. А.И. Перельман. М.: Наука. 1988. 102 с.
3. Жабин А.В., Дмитриев Д. А., Евдокимов О.Н. Силициты верхнемеловых и палеогеновых отложений Воронежской антеклизы // Меловая система России. Проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сб. стат. Второго всероссийского совещания. Санкт-Петербург: 2005. С. 226—244.
4. Заварзин Г.А. Становление системы биогеохимических циклов / Палеонтологический журнал. № 6. 2003. С. 16—24.
5. Крылов И.Н. Древнейшие следы жизни / Природа. № 9. 1986. С. 68—76.
6. Пономаренко А.Г. Артроподизация и ее экологические последствия // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 6. М.: ПИН РАН. 2004. С. 7—22.
7. Розанов А.Ю. Ископаемые бактерии и новый взгляд на процессы осадкообразования // Соровский образовательный журнал. № 10. 1999. С. 63—67.
8. Семенов В.П., Аскоченский Б.В., Селезнев В.Н., Семенов П.В. Литотипы и литофации кремнистых метасоматитов карбонатных пород позднего мела КМА // Литология и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. Воронеж. 1982. С. 89—103.
9. Сидоренко А.В. Осадочная геология докембрия и ее значение для познания допалеозойской истории Земли. Советская геология, №2, 1975, С. 3—16.
10. Сиротин В.И., Жабин А.В. О предбиологической эволюции органических соединений и биологических формах в железистых кварцитах КМА // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 44. Воронеж. 2006. С. 78—92.
11. Тимофеев Б.В. Микрофоссилии раннего докембрия. Л.: Наука. 128 с.
12. Федонкин М.А. Холодная зоря животной жизни / Природа. № 9. 2000. С.
13. Awramik S.M. Precambrian columnar stromatolite diversity: reflection of metazoan appearance; *Scincc*, 174: P. 825—827.

Поступила в редакцию 20.12.06 г.