

ОБ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД УДСКО-ШАНТАРСКОГО БАССЕЙНА, ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

Э.Л. Школьник¹, Е.А. Жегалло²

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр-т 100-лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022; e-mail: gelik@mail.ru

²Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, ул. Профсоюзная 123, г. Москва, 117997; e-mail: ezheg@paleo.ru

Поступила в редакцию 16 апреля 2011 г.

Описываются первые результаты изучения в сканирующем электронном микроскопе полосчатых разновидностей железных руд Удско-Шантарского бассейна Дальнего Востока России. Установлено распространение в рудах различных микробиальных остатков, минерализованных соединениями железа и марганца.

Ключевые слова: железные руды, сканирующий электронный микроскоп, Удско-Шантарский бассейн, Дальний Восток.

ВВЕДЕНИЕ

Один из крупнейших на Дальнем Востоке России Удско-Шантарский железорудный бассейн представляет интерес не только в связи со значительными запасами руд, но и с присутствием синхронного марганцевого оруденения, мощных скоплений своеобразных, небогатых, но хорошо обогащаемых фосфоритов в вулканогенно-карбонатно-терригенно-кремнистой (яшмовой) формации раннего палеозоя восточного звена Монголо-Охотской складчатой области. Сравнительно слабый метаморфизм этих руд позволяет получить важную генетическую информацию, которая практически недоступна или мало доступна из-за значительных метаморфических изменений железистых кварцитов докембрия. По принятым в мировой литературе критериям [30], железные руды бассейна относятся преимущественно к категории железорудных формаций типа BIF (Banded Iron Formation), которые почти не содержат оолитовых и подобных структур, в отличие от формаций типа GIF (Granular Iron Formation), и характеризуются широким развитием полосчатых разновидностей руд, во всяком случае, в крупнейших месторождениях [5]. С другой стороны, тесная ассоциация руд с основными вулканитами, их туфами, кремнистыми (яшмовыми), кремнисто-глинистыми породами указывает на важную роль вулканических процессов в рудообразова-

нии, подобно тому, что предполагается для железистых кварцитов докембрия типа Алгома [5], которые, однако, связываются с кислым вулканизмом. Вместе с тем, некоторые современные методы изучения, в частности, исследование в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ), к рудам практически не применялись, что не позволило получить ряд важных данных. К настоящему времени первые такие исследования осуществлены и результаты представлены в предлагаемой статье.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА, ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Бассейн располагается в междуречье рек Селемджа и Уда и протягивается в северо-восточном направлении до побережья Охотского моря, затем прослеживается на о. Большой Шантар, на общей площади около 15 тыс. км². Первые находки руд были сделаны в 1945 г. в крайней западной части бассейна, в верховьях р. Курум А.А. Кирилловым, В.В. Онихимовским и К.Ф. Прудниковым. Новые проявления в 1949–1951 гг. были выявлены и изучены в самом общем виде Л.И. Красным, Ю.О. Фефеловым, Н.А. Крыловым и В.Е. Дибровым. Уже на этом этапе Л.И. Красный и В.Е. Дибров считали железные руды района вулканогенно-осадочными и сравнивали их с рудами Лан-Диля и Гарца. С 1960 г. в районе проводятся среднемасштабная геологичес-

кая съемка, аэро- и наземная магнитометрические съемки, с 1964 г. – поисковые работы, включая бурение (Э.Л. Школьник, Ю.А. Мамонтов, Ю.И. Щербина, А.В. Махинин, Н.А. Ждан, Б.В. Головкин, В.Г. Антипенко, С.Г. Костанян, В.Я. Рябков и др.). С 1966 г. проводилась крупномасштабная геологическая съемка (Г.В. Роганов, Д.Ф. Фомин, С.Г. Кисляков, А.В. Махинин, Ю.И. Щербина и др.). В результате, к настоящему времени установлен ряд железорудных месторождений и рудопроявлений – Мильканское, Гербианское, Галамское, Курумское, Лагапское и другие. Общие прогнозные ресурсы руд могут оцениваться в первые десятки млрд т до глубины 500 м.

Существуют определенные расхождения в оценках возраста оруденения: часть исследователей района относит рудоносные отложения к кембрийскому времени, другая часть полагает, что аналогичные руды встречаются и в среднепалеозойских комплексах аналогичного состава. Однако в рудоносных яшмах обнаружены только кембрийские радиолярии ([7] и более ранние определения Р.Х. Липман, других исследователей) на площади от Тыльского мыса на побережье Охотского моря до Курумского месторождения на западе бассейна.* Аналогичные описанным радиоляриям формы встречаются в кембрийских отложениях юга Китая, в разновозрастных отложениях Рудного Алтая. Основная же масса находок среднепалеозойских органических остатков сделана в песчаниках, алевролитах [10].

Наиболее крупное, Мильканское месторождение расположено в верховьях р. Милькан, правого притока р. Уды, в северо-восточной части бассейна, в 90 км от берега Охотского моря. Оно является частью Ир-Галамского рудного горизонта, длиной около 80 км. В пределах горизонта изучена канавами, бурением полоса только около 1,8 км длиной, прогнозные ресурсы руды по которой оцениваются около 2 млрд т до глубины 500 м со средним содержанием (вес. %) Fe общ. – 31, Fe раст. – 29.1, S – 0.01, P – 0.27, Mn – 2.1, SiO₂ – 40, Al₂O₃ – 6.45, CaO – 0.27, MgO – 1.16, H₂O – 0.55, K₂O – 1.38. На месторождении выделено 4 рудных тела, мощностью от 60 до 220 м, но могут быть ооконтурены еще несколько. Поэтому перспективы увеличения запасов весьма зна-

чительны. В пределах месторождения развиты гематит-магнетитовые, магнетитовые руды, преимущественно тонкополосчатые, но встречаются и массивные, крайне редки вкрапленные и сланцеватые разновидности. Полосчатость проявлена присутствием параллельных чередующихся маломощных (до 2–5 мм), неравномерно рудных, реже безрудных слоев. Обычно они хорошо выражены. Визуально руды очень плотные, практически незернистые. При изучении в оптическом микроскопе устанавливалось присутствие гематита, реже магнетита, гидроксидов железа, лимонита. Изредка встречается сферосидерит, часто марганцовистый. Отмечалось присутствие стилипномелана, железистых и магнезиально-железистых хлоритов, следы сульфидов. Среди нерудных минералов – тонкозернистый кварц, глинистые минералы. Пепловые и терригенные обломочные частицы не обнаружены. Иногда в железных рудах бассейна устанавливались весьма плохой сохранности остатки радиолярий, спикул губок раннепалеозойского облика (по заключению Б.Б. Назарова).

В пределах рудоносных площадей, в том числе и на Мильканском месторождении, широко развиты вулканиты основного состава, которые преимущественно представлены зеленокаменно-измененными диабазами, диабазовыми порфиридами, спилитами, вариолитами, базальтовыми порфиридами, часто миндалекаменными, основными шлаками и стеклами. Встречены диабазы с аномально высокими (до 15–20 %) содержаниями магнетита и титаномагнетита. Наряду с ними в рудоносных пачках развиты кремнистые, яшмовые породы, кремнисто-глинистые сланцы, которые постоянно перемежаются вулканитами и рудами. Руды бассейна иногда относят к генетическому типу железистых кварцитов, а по общему характеру – к гематит-магнетитовым кварцитам, возможным аналогам руд центральной части Михайловского месторождения Белгородской зоны КМА [4]. Б.М. Михайлов [6] в своей классификации руд бассейна связывает с железо-сланцевой формацией, характеризующейся меньшим метаморфизмом. Ю.М. Ходак [13] считает их аналогами палеозойских (девонских) железистых марганцевых руд западной части Магнитогорского синклинория Уральской складчатой области, где действительно развиты основные вулканиты и типичные яшмы, кремнистые породы. Но, тем не менее, собственно железных руд в этих разрезах нет. Представления о вулканогенно-осадочном образовании руд бассейна кажутся наиболее обоснованными [15], однако сравнение их с рудами Лан-Диля не совсем верно.

*По Б.А. Натальину, Л.И. Попеко и М.П. Конево [8], радиолярии из яшм вулканогенно-кремнистой толщи, вмещающей Мильканское месторождение (опробована по р. Галам), скорее всего, не древнее среднего девона. В целом же стратиграфическое распространение видов палеозойской радиоляриевой фауны Удско-Шантарского бассейна изучено недостаточно, и делать более или менее определенные заключения по ней преждевременно (примечание рецензента).

Прежде всего, марганцевое оруденение в Лан-Диле не сопровождается железорудное, руды имеют чисто железистый состав, широко развиты в равной степени как карбонатные, так и окисные разновидности, имеются как первичные, так и переотложенные руды, а кремнистые породы все же развиты ограниченно, хотя, видимо, также существенно радиоляриевые [5, 19]. Связанные с кислым вулканизмом докембрийские формации железистых кварцитов типа Алгома [5] тоже не могут рассматриваться в качестве аналогов. Таким образом, очень близких и достаточно полных аналогов руд бассейна среди собственно железорудных формаций, вероятно, нет, и сейчас их назвать затруднительно. Если же исходить из принципиальной характеристики вулканогенно-осадочных формаций, рассмотренных еще Н.П. Херасковым [12] и Н.С. Шатским [14], а в дальнейшем И.М. Варенцовым [1], то это типичная марганценовая вулканогенно-осадочная формация с вулканизмом спилит-кератофирового состава, для которой характерны многочисленные, но мелкие марганцевые месторождения. В целом это вполне отвечает реальной картине бассейна, но значительно более мощная железорудная минерализация вносит ясную коррективу в характеристику такой формации и заставляет расширить характерную для нее рудоносность, именно как марганцево-железную.

РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ В СЭМ

До сих пор не были опубликованы результаты изучения в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) железных руд бассейна. Авторы выполнили такие исследования, прежде всего, применительно к наиболее крупному и изученному Мильканскому месторождению.

Нами изучен образец полосчатой магнетит-гематитовой руды № 8971 (отобран в канаве 460, интервал 30 м). Его общий вид в СЭМ при малом увеличении представлен на рис. 1а, на котором отчетливо видна тонкая полосчатость, причем мощность полос не превышает 1500 мкм. Характерны границы между полосками – слойками: они разной степени резкости, а сами слойки явно отличаются внутренним сложением от соседних. Такая тонкая слоистость, скорее всего, характеризует спокойные гидродинамические условия: или вследствие относительной глубоководности, или при отложении в сравнительно закрытых, тиховодных обстановках. Первый вариант кажется более предпочтительным.

Первый сверху слой (А) массивного сложения представлен на рис. 1б. Нечетко в основной массе

его просматриваются образования округлой формы (до 30–40 % объема) диаметром до 80–100 мкм. ЭДС этой площади (рис. 1в) показывает существенно кремнистый состав, при высоких содержаниях железа, крайне низких – марганца, небольших количествах алюминия, калия. Очевидно, слой по составу железисто-кремнистый, с крайне низким присутствием силикатов. Следующий слой (В) также массивный, более тонкого сложения, на фоне которого более четко проявляются пятна-тени сечений шаровидных форм (рис. 1г). ЭДС этого слоя (рис. 1д) показывает высокие содержания кремнезема, железа, и некоторое возрастание содержания марганца. В слое В при большем увеличении более четко видны сечения округлых форм (рис. 2а). При еще большем увеличении оказалось, что эти округлые “тени” представляют, видимо, шаровидные скопления – колонии кокковидных форм или бактериально разрушенные органические остатки, вероятно, радиолярии (рис. 2б, в). При этом они характеризуются той же рудной минерализацией, т.е. мы имеем здесь дело с рудной репликацией по биологической матрице, но они характеризуются исключительно высокими содержаниями и железа, и марганца, соответственно, заметно меньшим количеством кремнезема (рис. 2г) в отличие от вмещающей породы. Окружающая масса представлена преимущественно пластинчатыми частицами неясного характера.

Третий и четвертый слои (С и D) характеризуются более темной окраской, массивностью и некоторой окристаллизованностью (рис. 3а). Их ЭДС (рис. 3б) показывает преобладание кремнезема, при высоком содержании железа, низком – калия и алюминия, полном отсутствии марганца. Выполненные анализы ЭДС вполне адекватны средним содержаниям в рудах месторождения (см. выше), что говорит о достоверности полученной информации. Однако наиболее интересны в слое D отдельные участки руды, которые сложены плитчатыми обломками (?) и кристаллами с многочисленными остатками кокковидных форм (рис. 3в–д). Они также минерализованы.

Для сравнения рассмотрим марганцево-железную руду без характерного полосчатого сложения. Это обр. к-24 (канавы 24, интервал 6 м) Тайканского проявления (рис. 4а). Основная масса плотная, явно неоднородная, но ее внутреннее строение не просматривается. В большинстве случаев ЭДС ее указывает на довольно богатую железную руду с небольшим содержанием марганца, сравнительно низким – кремнезема и алюминия (рис. 4б). Однако участками все же просматривается внутреннее строе-

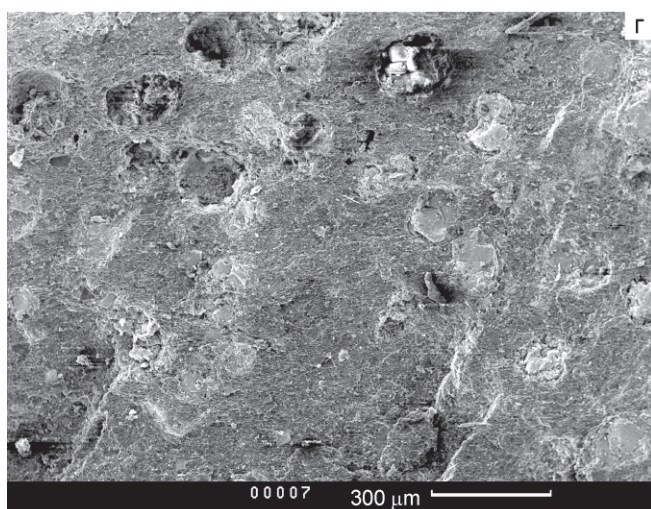
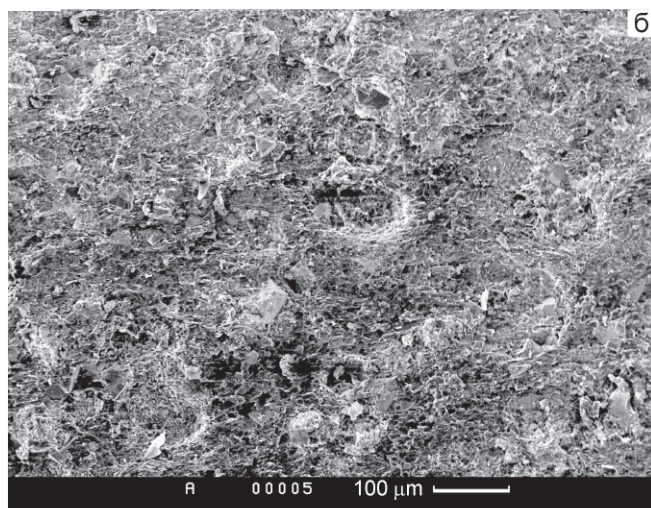
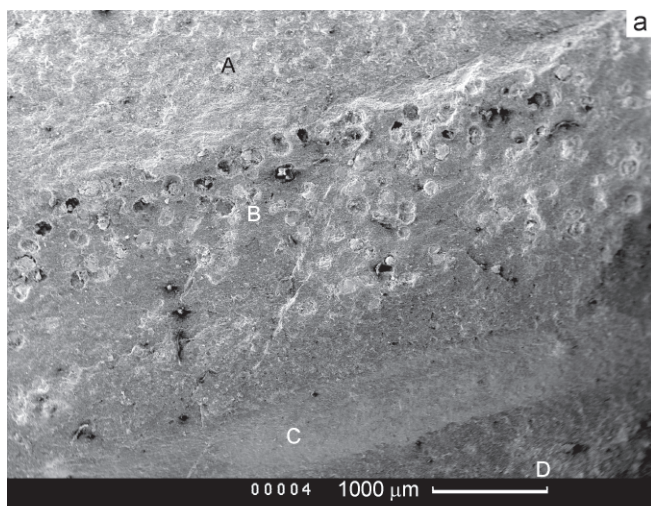
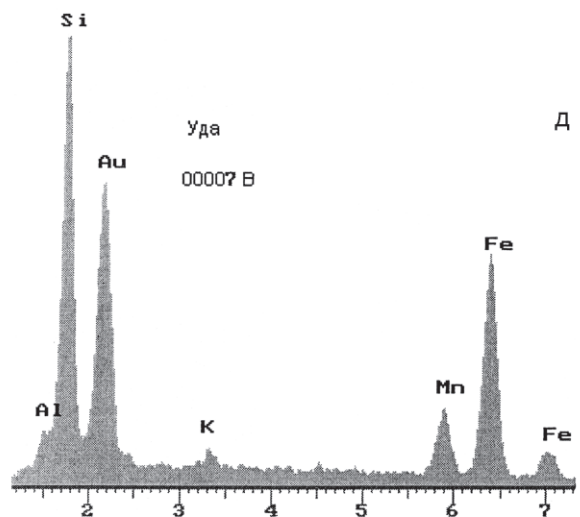
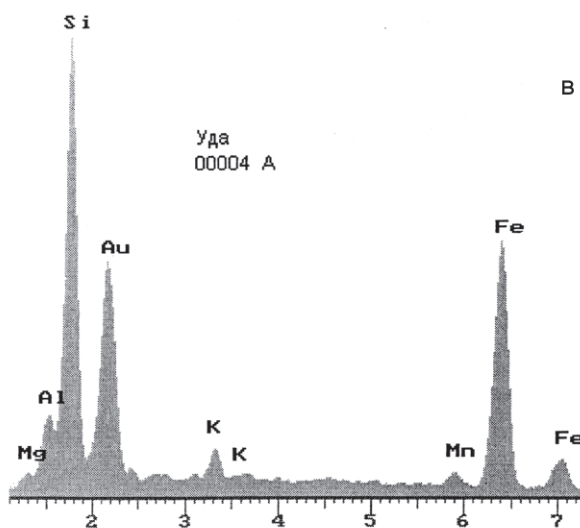


Рис. 1. Результаты исследований в СЭМ (а, б, г) и ЭДС (в, д).

а – общий вид обр.8971 в СЭМ. Хорошо просматривается тонкая полосчатость руды. Буквами (А, В, С, D) обозначены разные слои; б – детально вид верхнего слоя А, массивного сложения, с округлыми теньевыми структурами; в – ЭДС слоя А, преобладание кремнезема, относительно много железа, мало алюминия, калия и марганца; г – слой В, строение еще более тонкозернистое, чем у слоя А, но также много округлых теньевых структур; д – ЭДС слоя В, отличается от слоя А лишь большим содержанием марганца.



ние. Так, на рис. 4в видно, что рудная масса состоит из тесно соприкасающихся, нитчатых субпараллельных форм. Толщина их до 1–2 мкм при длине до 70–80 мкм. Они напоминают строение цианобактериального мата. ЭДС (рис. 4г) показывает, что руды такой

структуры практически не отличаются по составу от плотных руд, разве несколько повышением содержания марганца. Другой проявляющейся формой являются шаровидные обособления диаметром до 20–30 мкм (рис. 4д). ЭДС их (рис. 4е) показывает высо-

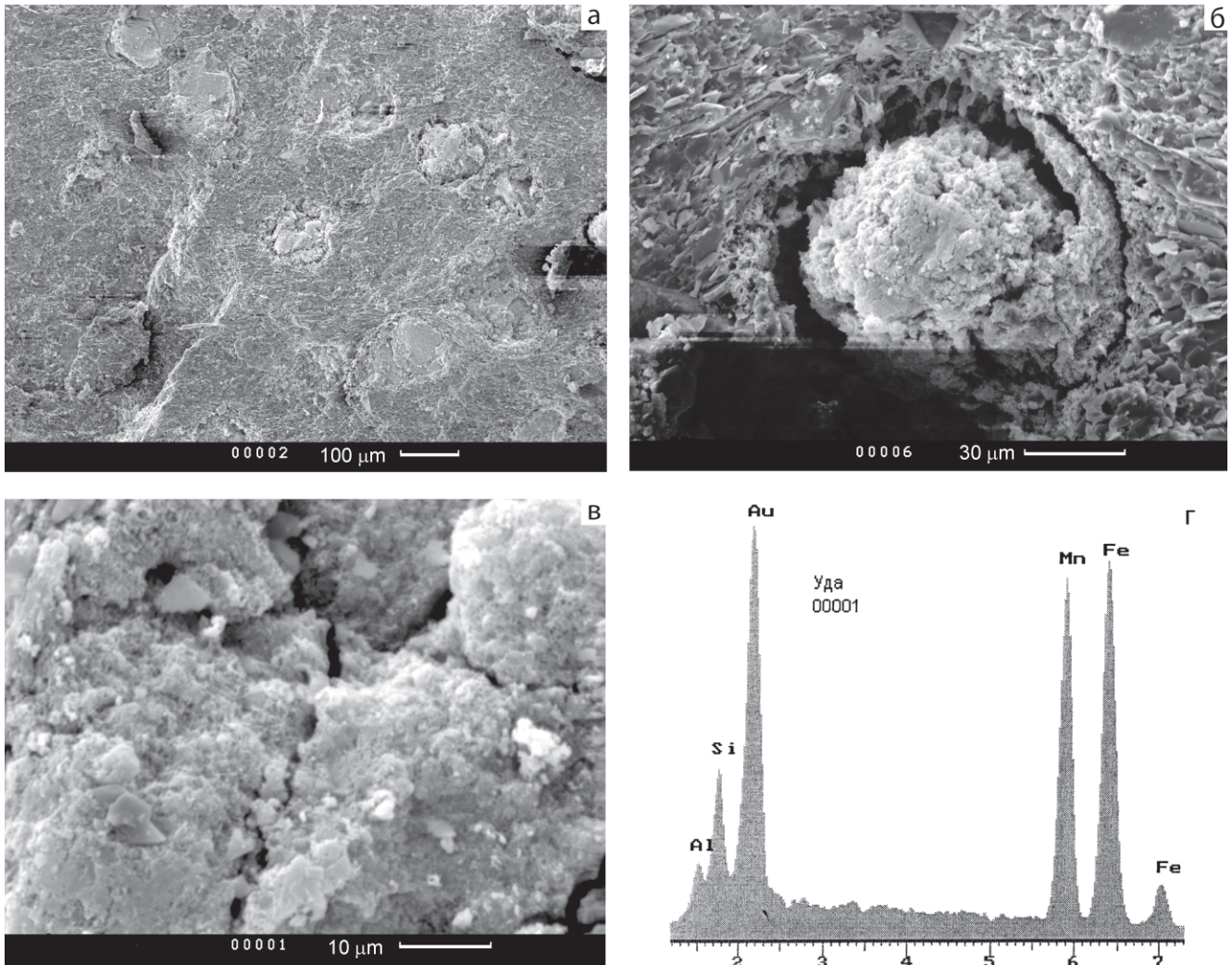


Рис. 2. Результаты исследований в СЭМ (а, б, в) и ЭДС (г).

а – часть слойка В (рис. 1) при большом увеличении; б – одна из теневых структур слойка В, имеет шаровидную форму, вероятно, возникла в результате бактериальной деструкции радиолярии, основная масса состоит из тонких плитчатых частиц; в – внутренняя часть теневой структуры при большом увеличении, скорее всего это тесно сросшаяся масса кокковидных форм, г – ЭДС этого участка: максимальные концентрации не только железа, но и марганца, при заметно более низком содержании кремнезема.

кие содержания железа, крайне низкие количества марганца, кремнезема с алюминием, т.е. это почти чисто железные кокковидные формы.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Давно известны факты присутствия в железных рудах минерализованных строматолитов в достаточно большом количестве регионов. Перечислим такие районы: в США это руды формации Бивабик–Ганфлин в штате Миннесота и в районе оз. Онтарио [5], железистые кварциты групп Анимик и Сиблей [29], в которых также встречены и другие бактериальные остатки. В Южной Африке водорослеподобные ос-

татки из графита выявлены в полосчатых кремнисто-железистых сериях формаций Онверхет и Фиг Три (3.3–3.5 млрд лет), в такой же формации Грикватаун надгруппы Трансвааль, а также в юго-западной Гренландии в полосчатых железняках, сопровождающих кремнистые породы формации Исуа (3.7–3.8 млрд лет) [11, 21]. Позднее, в юго-восточной части Гренландии в рудах этой же формации были установлены и минерализованные строматолиты [5]. В Нанкинском институте геологии и палеонтологии АН КНР одному из авторов в 90-х годах прошлого века демонстрировали железистые строматолиты, видимо, из провинции Хубей. Такие строматолиты так-

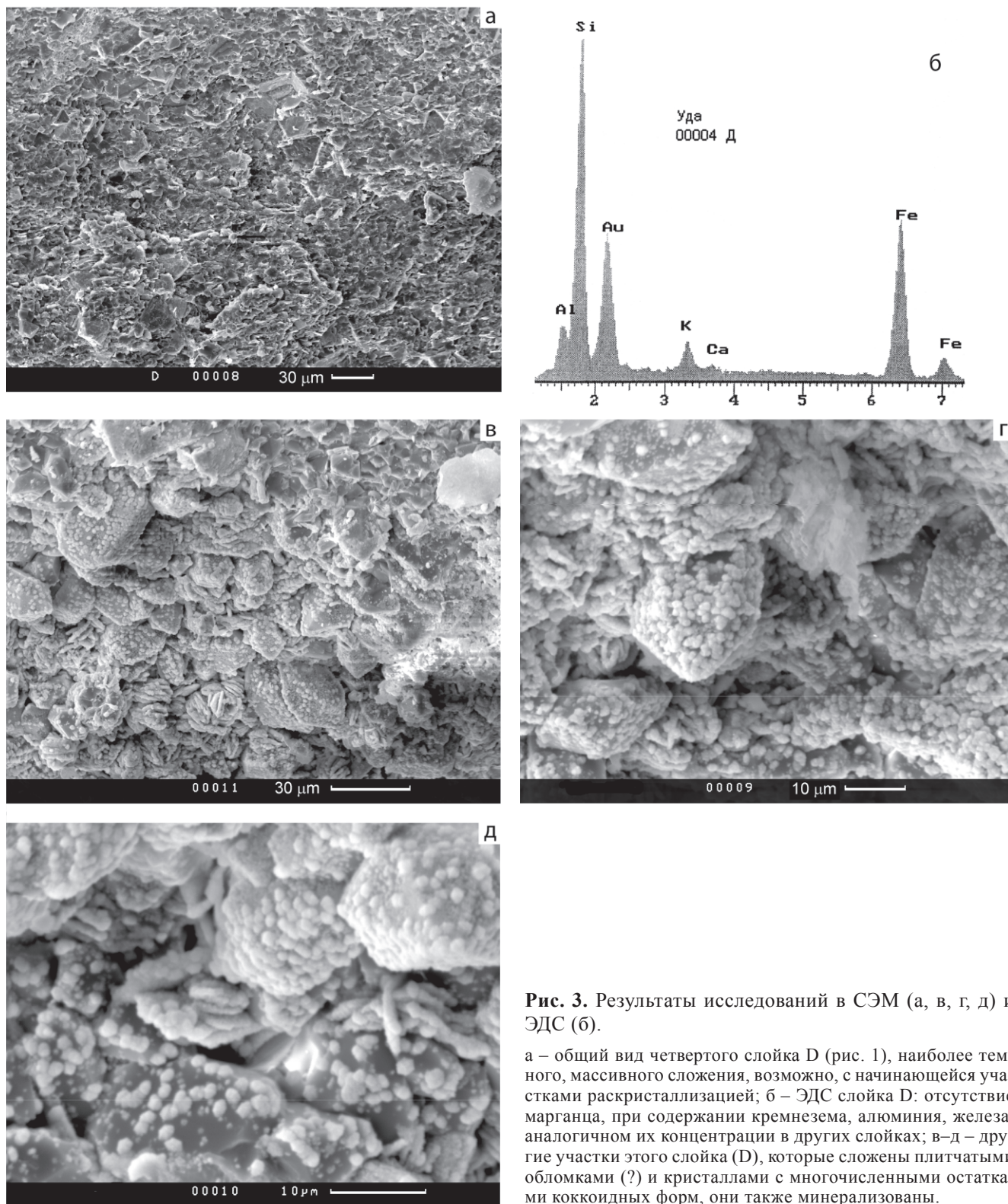


Рис. 3. Результаты исследований в СЭМ (а, в, г, д) и ЭДС (б).

а – общий вид четвертого слоя D (рис. 1), наиболее темного, массивного сложения, возможно, с начинающейся участками раскристаллизацией; б – ЭДС слоя D: отсутствие марганца, при содержании кремнезема, алюминия, железа, аналогичном их концентрации в других слоях; в–д – другие участки этого слоя (D), которые сложены плитчатыми обломками (?) и кристаллами с многочисленными остатками коккоидных форм, они также минерализованы.

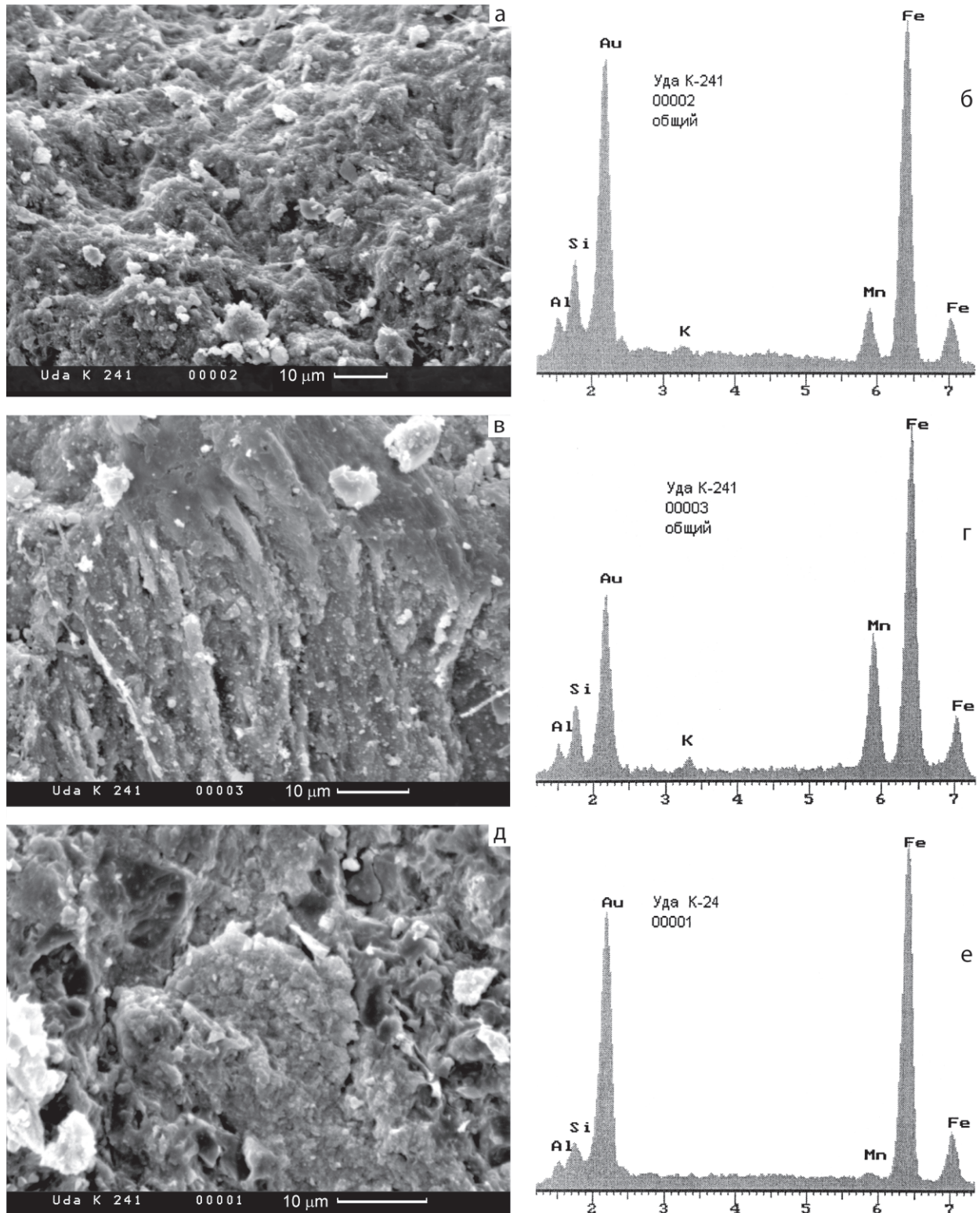


Рис. 4. Результаты исследований в СЭМ (а, в, д) и ЭДС (б, г, е).

а – общий вид обр. к-241 (проявление Тайкан), основная масса руды не совсем ясного сложения; б – ЭДС этой части: высокое содержание железа, небольшие количества марганца, кремнезема и алюминия; в – другой участок этого образца, состоящий из тесного сплетения тонких удлиненных нитей, напоминающих строение микробиального мата; г – ЭДС этого участка: заметное возрастание содержания железа и марганца и еще более малые количества кремнезема и алюминия; д – шаровидные и столбчатые (?) формы в основной массе руды; е – ЭДС этих форм: практическое доминирование железа при крайне небольших количествах марганца, кремнезема и алюминия.

же установлены в железистых кварцитах формации группы Хамерсли и в рудах бассейна Набберу Австралии [22, 26, 32]. В раннепротерозойских железорудных формациях Канады в строматолитовых кремнях развиты полости, которые считаются образованными жившими в них микробами [25, 30]. При этом во многих из указанных регионов многочисленные микробиальные остатки установлены и во вмещающих руды карбонатных и кремнистых породах [например, 24]. К этому можно добавить, что относительно недавние данные по изотопии железных руд докембрия [20] указывают, что микробы играют серьезную роль в отложении и/или диагенетических преобразованиях в этих формациях. Следует также указать, что уже достаточно давно Д.П. Сердюченко [11] обратил внимание на то, что живая и мертвая органика могла играть важную, часто решающую роль в концентрации и осаждении железа, а синхронный вулканизм, кроме благоприятного структурно-палеогеографического влияния и возможной поставки металлов, мог быть важным экологическим фактором, вызывавшим повышение температуры в бассейне, что стимулировало развитие организмов.

На этом фоне можно проанализировать полученные результаты изучения в СЭМ руд Мильканского и Тайканского месторождений. Полосчатость в этих рудах носит седиментационный характер, отражая, скорее, последовательное поступление различных по составу потоков осадочных продуктов при довольно малой их конкретной массе. Столь тонкие изменения без признаков размывов могут происходить в относительно глубоководных обстановках, в пользу чего говорит и явное отсутствие сколько-нибудь грубого обломочного материала. Таким образом, полосчатые руды, скорее всего, – сравнительно глубоководные формирования. Соответственно, округлые теневые структуры вполне могут быть остатками радиолярий, бактериально деградированными, что вполне соответствует обстановкам внешнего шельфа и начала континентального склона. Вместе с ними, видимо, присутствуют и участки массового развития микробиоты, образующей неравномерные скопления. Суммируя изложенное, создается впечатление, что полосчатые руды формируются в результате седиментационных процессов в определенных обстановках со значительным участием разных форм органических остатков, несомненно стимулирующих процесс рудоотложения. Полосчатые руды месторождения вполне соответствуют рудам формаций типа BIF, но вместе с тем они несут явные

признаки участия в сложении микробиоты и, видимо, радиолярий. Однако основу рудоотложения все же составляют рудные илы, поступающие пульсационно вместе с кремнеземом. Несколько иной характер носят неполосчатые руды, которых в составе рудных тел сравнительно немного. Вероятно, они отвечают более мелководным фациям, но также удаленным от береговой линии, возможно соответствующим местным подводным поднятиям во внешней шельфовой зоне. Если верно такое понимание их образования, то они могут быть отчасти даже микробиальными матами, близкими к строматолитам, естественно, замещенными оксидами железа, частично и марганца. В этом случае влияние органики на рудоотложение заметно возрастает.

Учитывая изложенное выше, можно полагать, что получены первые указания для руд Удско-Шантарского бассейна на присутствие в их составе минерализованных рудным материалом органических остатков. Это может служить определенным подтверждением существующих в мировой литературе наблюдений и представлений о важной роли органических остатков в рудогенезе рассматриваемого типа. Однако наш подход к такой минерализации по сути отличается от существующих суждений. Некоторые зарубежные и отечественные исследователи полагают, что бактериальная биота существенно способствует своей жизнедеятельностью отложению рудных компонентов [24, 31]. Мы же считаем, что любые отмершие органические формы, т.е. любая свежая мортмасса является благоприятным материалом для взаимодействия с иловыми и иными водами, обогащенными рудными компонентами, и, соответственно, отложение в разной степени происходит путем замещения ее. Говоря иными словами, имеет место рудная репликация по биологической матрице. Аналогичные процессы характерны и при образовании фосфоритов, бокситов, марганцевых руд и ряда других рудных накоплений [9, 16, 18]. В этой связи напомним, что реплицированные фосфатом кальция строматолиты известны в докембрийской формации Аравалли, Индия, [23] и в кембрийских отложениях Каратауского фосфоритоносного бассейна, где установлены строматолиты, реплицированные карбонатами марганца и железа [3, 17], давно известны докембрийские строматолиты Ботсваны, сложенные оксидами марганца [28]. То, что остатки эвкариот могут замещаться силикатами железа, также давно известно, в частности, для морских оолитовых железняков, например, юры центральной Англии, нижнего карбона Южного Уэльса [2].

Мы продолжаем изучение руд бассейна в СЭМ и надеемся на получение новых результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Даже самая начальная стадия изучения в СЭМ железных руд Удско-Шантарского бассейна принесла любопытные данные. В полном соответствии с имеющимися в современной литературе сведениями, устанавливается присутствие в рудах остатков микробиоты, образующей микробиальные маты. При этом указанные остатки минерализованы оксидами железа и марганца, с сохранением тонких деталей их внутреннего строения. Относительно значительное развитие микробиоты может говорить о благоприятных условиях для ее обитания, а вероятное присутствие бактериально деградированных радиолярий соответствует присутствию последних в рудовмещающих яшмах, кремнисто-глинистых породах и рудах района. Предстоит еще значительная работа по детальному изучению руд и вмещающих пород бассейна для получения более полных данных, однако уже ясно, что расшифровать рудогенез в бассейне без изучения органических остатков в рудах, выявляемых только изучением в СЭМ, невозможно.

Полосчатость при варьирующей, но постоянной рудной компоненте в полосах, скорее, может быть обусловлена вулканическими процессами, при которых в бассейн могли поставляться растворы, рудные компоненты которых накапливались, реагируя и с органическим продуктами.

Авторы искренне благодарны М.Т. Турбину и Г.В. Роганову за помощь в получении образцов железных руд бассейна, в свое время отобранных во время поисковых работ, проводившихся под руководством одного из авторов статьи.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 10-04-01475.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варенцов И.М. О главнейших марганценовых формациях // Осадочные руды железа и марганца. М.: Изд-во АН СССР. 1962. С. 119–173. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 70).
2. Гринсмит Дж. Петрология осадочных пород. М.: Мир, 1981. 253 с.
3. Еганов Э.А. Фосфоритообразование и строматолиты. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1988. 89 с.
4. Железорудная база России / Под ред. В.П. Орлов, М.И. Веригин, Н.И. Голивкин. М.: ЗАО Геоинформмарк, 1998. 848 с.
5. Мейнард Дж. Геохимия осадочных рудных месторождений. М.: Мир, 1985. 360 с.
6. Михайлов Б.М. Железистые породы и железные руды. Справочник по литологии. М.: Недра, 1983. С. 195–201.
7. Назаров Б.Б., Школьник Э.Л. К вопросу о возрасте кремнисто-вулканогенных толщ Удско-Селемджинского междуречья // Биостратиграфия и палеонтология нижнего кембрия Европы и Северной Азии. М.: Наука, 1974. С. 104–109.
8. Натальин Б.А., Попеко Л.И., Конева М.П. Структура палеозойских толщ бассейна р. Галам и ее значение для строения стратиграфической схемы // Стратиграфия докембрия и фанерозоя Забайкалья и юга Дальнего Востока: Тез. докл. IV Дальневосточного регион. межведомственного стратиграф. совещ. Хабаровск, 1990. С. 92–94.
9. Новиков В.М., Школьник Э.Л., Жегалло Е.А., Орлеанский В.К. Особенности формирования гипергенных железо-марганцевых конкреций (Дальний Восток России, Вьетнам) // Тихоокеан. геология. 2008. Т. 27, № 5. С. 53–64.
10. Роганов Г.В., Соболев Л.П., Мельник С.Я. и др. Удско-Шантарский фосфоритоносный бассейн. Новосибирск: Наука, СО, 1986. 167 с.
11. Сердюченко Д.П. Биогенно-эвапоритовые рудные месторождения и породы докембрия. М.: Наука, 1985. 175 с.
12. Херасков Н.П. Геология и генезис восточно-башкирских марганцевых месторождений // Вопросы литологии и стратиграфии СССР. (Памяти акад. А.Д. Архангельского). М.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 36–62.
13. Ходак Ю.А. Генезис вулканогенно-осадочных железо-марганцевых месторождений // Металлогения осадочных и осадочно-метаморфических толщ. М.: Наука, 1978. С. 116–125.
14. Шатский Н.С. О марганценовых формациях и о металлогении марганца. Статья 1. Вулканогенно-осадочные марганценовые формации // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1959. Вып. 49. С. 37–73.
15. Школьник Э.Л. Состав, некоторые закономерности размещения и условия образования железных, марганцевых руд и фосфоритов Удско-Шантарского района: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Хабаровск, 1971. 20 с.
16. Школьник Э.Л., Тан Тяньфу, Еганов Э.А. и др. Природа фосфатных зерен и фосфоритов крупнейших бассейнов мира. Владивосток: Дальнаука, 1999. 207 с.
17. Школьник Э.Л., Жегалло Е.А., Еганов Э.А. Карбонатно-марганцевые строматолиты и продукты их окисления в железо-марганцевом горизонте Каратауского фосфоритоносного бассейна // Минералогия и жизнь: биоминеральные гомологии. Сыктывкар: Геопринт, 2000. С. 123–124.
18. Школьник Э.Л., Жегалло Е.А., Богатырев Б.А. и др. Биоморфные структуры в бокситах (по результатам электронно-микроскопического изучения). М.: Эслан, 2004. 184 с.
19. Шнейдерхен Г. Рудные месторождения. М.: Изд-во ИЛ, 1958. 501 с.
20. Beard B., Johnson C.M., Cox L. et al. Iron isotope biosignatures // Science. 1999. 285. P. 1889–1892.
21. Beukes N.J. Sedimentology of the Kuruman and Griquatown Iron-formations, Transvaal Supergroup, Griqualand West, South Africa // Precambrian Res. 1984. 24. P. 47–84.
22. Bunting J.A. Geology of eastern part of the Naberu Basin, Western Australia // Geol. Surv. Western Australia. Perth. Bull. 131. 1986. 130 p.
23. Choudhri R. Geology of the phosphate-bearing Precambrian

- stromatolitic rocks of Udaipur in Rajasthan, India – an appraisal of the status of investigation // Геология месторождений фосфоритов и проблемы фосфоритообразования. Новосибирск, 1982. С.146–149 (на англ. яз.).
24. Cloud P Beginnings of biospheric evolution and their biogeochemical consequences // *Paleobiology*. 1976. V. 2. P. 351–387.
25. Fralick P., Barrett T.J. Depositional controls on iron formation associations in Canada // *Sedimentary facies analysis: a tribute to the research and teaching of Harold G. Reading*. Blackwell Science. IAS. Spec. Publ. England, Oxford. 22, 1995. P. 137–156.
26. Goode A.D.T, Hall W.D.M.J., Bunting J.A. The Nabberu Basin of Western Australia // *Iron-formations: Facts and problems*. Amsterdam. Elsevier, 1983. P. 295–323.
27. Gross G.A., Zajac I.S. Iron-formation in fold belts marginal to the Ungava Craton // *Iron-formations: Facts and problems*. Amsterdam. Elsevier, 1983. P. 253–294.
28. Litherland M., Malan S.P. Manganiferous stromatolites from the Precambrian of Botswana // *J. Geol. Soc. Land*. 1973. V. 129. P. 543–544.
29. Morey G.B. Animikie Basin, Lake Superior region, USA // *Iron-formations: Facts and problems*. Amsterdam. Elsevier, 1983. P. 13–67.
30. Simonson B.M., Lanier W.P. Early silica cementation and microfossil preservation in cavities in iron-formation stromatolites, early Proterozoic of Canada // *Iron-formations*. Theophrastus Publ. Greece, Athens, 1987. P. 187–213.
31. Simonson B.M. Genesis of large Precambrian iron formations // Тез. докл. XXXI МГК, Бразилия. 2000. С. 382.
32. Trendall A.F. The Hamersly Basin // *Iron-formations: Facts and problems*. Amsterdam. Elsevier, 1983. P. 69–129.

Рекомендована к печати В.Г. Гоневчуком

E.L. Shkolnik, E.A. Zhegallo

On the conditions of formation of some iron ores in the Uda-Shantar Basin, Far East

The present paper describes the first results of SEM-study of some varieties of iron ores of the Far East Uda-Shantar Basin, the Far East Russia. The presence of various microbial remains mineralized by Fe and Mn compounds was identified in the ores.

Key words: iron ores, SEM, Uda-Shantar Basin, Far East.