

Экскурсия 12

ОЗЕРО СУНДОЗЕРО: ОЗЕРНЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ И СТРОМАТОЛИТЫ

П. В. Медведев

Старший научный сотрудник,
канд. геол.-минер. наук ИГ КарНЦ РАН,
доцент ПетрГУ

Н. И. Кондрашова

Научный сотрудник,
канд. геол.-минер. наук ИГ КарНЦ РАН,
доцент ПетрГУ

Место: пос. Райгуба, оз. Сундозеро

Координаты: 62.370440, 33.780844

Как посетить: самостоятельно или с экскурсоводом музея геологии докембрия ИГ КарНЦ РАН

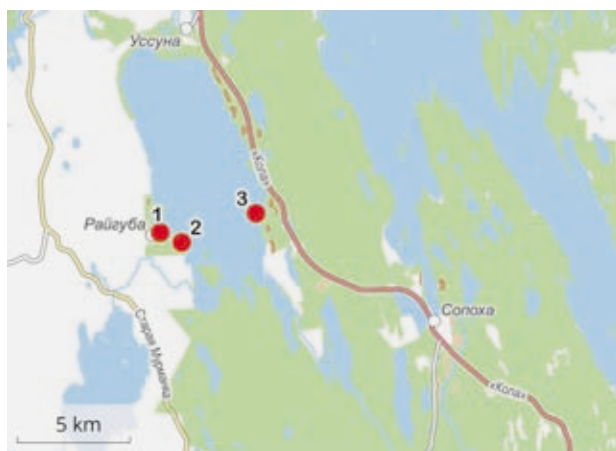


Схема маршрута:

1 – Райгуба, о. Рудный; 2, 3 – строматолиты оз. Сундозера

Южнее пос. Райгуба на западном берегу оз. Сундозера (62.369405, 33.786166) и далее во многих местах вдоль береговой линии озера мы можем наблюдать озерные монетные лимонитовые руды.

ОЗЕРНЫЕ ЛИМОНИТОВЫЕ РУДЫ

Первые разработки железных руд на территории современной Карелии относятся к XI–XII вв. Использовались озерные и болотные руды лимонитового состава (рис. 1, 2), которые легко извлекались и перерабатывались (Балагуров, 1958). Существование железного промысла в Карелии относится к глубокой древности, о чем повествует нам карело-финский эпос «Калевала». В XVI в. значительным потребителем железа был Соловецкий монастырь, занимавшийся соляным промыслом. А. П. Васильевский (Васильевский, 1949) сообщает, что карельское (обонежское) железо приобрело известность уже в XIII в. и не только в Великом Новгороде, но и за его пределами, в частности, среди купцов ганзейских. В одном из договоров Новгорода с Ганзой в XIII в. встречается упоминание о предоставлении Ганзе права добывать железную руду в Обонежье.

Обонежье – этнографическая и историко-культурная область в России, занимающая побережье Онежского озера и населенная преимущественно русскими. Ганза – (от древненемецкого Hansa – дружина, свита), в XII–XVI вв. объединение германских купцов с целью совместного представительства и защиты своих внешнеторговых интересов (Большая российская энциклопедия, 2004).

В то время при поисках болотных руд использовали очищенный от коры деревянный кол с заостренным концом. Исследуемая площадь «прощупывалась» колом с глубиной,



Рис. 1. Озерные руды Карелии (а – оолитовые, б – корковые, в – монетные)



Рис. 2. Внешний облик «монет водяного»

достаточной для пробивания верхнего растительного слоя и слоя руды, мощность которых в среднем от 8–9 до 35 см. Наличие руды определялось по особому характеру звука, получающемуся при втыкании кола в рудный слой, по шероховатости и по степени и оттенку красноватости приставшей к колу породы (Васильевский, 1949). Существенной частью опробования руды была проба приставшей земли на вкус. Если земля имела кисловатый вкус, то в этом месте сдирали мох и находили руду.

Добыча руды производилась с начала сентября. Добытую руду складывали для просушки в кучи, после просушки руду прожигали и после обжига везли к домницам (рис. 3). Название «домница» получила сыродутная печь, использовавшаяся на территории современной Карелии для производства железа вплоть до середины XIX в.

В 1841 г. Кемский окружной начальник Государственных имуществ проводил специальное обследование в Шуезерской волости бывшего Кемского уезда. При обследовании им было учтено в разных деревнях 14 домниц. А. П. Васильевский приводит слова указанного выше «обследователя», что каждая

домница добывала (за сезон) 300 пудов железа, а стали 150 пудов, которые крестьяне употребляют для себя и продают таковым же других волостей, из чего делают для домашнего употребления топоры, косы, ножи, серпы и другие мелкие вещи.



Рис. 3. Карельская домница, используемая для плавки железных руд (экспонат Национального музея Республики Карелия)



Рис. 4. Озерная руда в прибрежной полосе оз. Сундозера

Однако расцвет добычи и переработки озерных и болотных руд относится к периоду Северной войны России со Швецией (1700–1721 гг.). В 1703 г. закладывается Петровский чугунолитейный завод в устье р. Лососинки, дата закладки которого считается «днем рождения» современного Петрозаводска. В это же время начинают свою деятельность заводы Кончезерский и Суоярвский. Для производства чугуна эти заводы использовали лимонитовые озерные и болотные руды, добывавшиеся открытым способом со дна карельских озер и в болотах.

Озерные и болотные руды образовались после отступления ледника, в четвертичное время. Состоят они преимущественно из гидроксидов железа (гетит, лепидокрокит). В их составе присутствует также небольшое количество оксидов марганца, кварца, глинистых минералов. Могут встречаться руды и с карбонатной примесью. Озерные руды образуются из коллоидных железосодержащих растворов и взвесей, приносимых реками в озера. При этом избыток железа откладывается на дне водоема, образуя плоские округлые бляшки, оолиты, бобовины. Карелы называли такие бляшки «монетами водяного» (см. рис. 2).

Болотная руда образуется при отложении лимонита (бурого железняка) на дне болот в форме бобовин, корок. Растворенные в грунтовых водах соединения железа в восстановительной среде болота выпадают в осадок в виде карбоната (сидерита). Сидерит при окислении кислородом воздуха переходит в окислы и гидроокислы железа. Скапливаясь на дне болота, они образуют маломощные, часто линзовидные залежи. В кадастр месторождений и рудопроявлений Карелии в настоящее время включено 33 подобных объекта (Минерально-сырьевая...

2005). Характерным признаком для залежей озерных и болотных железных руд является их залегание в прибрежной полосе озер и заболоченных водоемов (рис. 4). Мощность залежей может достигать от 15 см до 1 м. Железные руды залегают под слоем торфа и почв, мощностью от 1 до 5 м. В озерах они перекрыты илистым грунтом 30–50-сантиметровой толщины.

Железобактерии. В 1926 г. при исследовании озерных руд Карелии профессором Б. В. Перфильевым (1891–1969), лауреатом Ленинской и Государственной премий, было сделано выдающееся открытие (Лапо, 1987). Ему удалось обнаружить несомненные бактериальные структуры, а в донных осадках – микророзональность, обусловленную различной интенсивностью деятельности железобактерий. Это позволило Борису Васильевичу высказать предположение, что и в прошлые геологические эпохи механизм накопления железа также был бактериальным. Открытие Б. В. Перфильева послужило толчком для развития исследований по бактериогенному рудообразованию. Были описаны новые роды и виды железобактерий, принимающие участие в этом процессе. В 1936 г. Б. В. Перфильев описал новый род бактерий, который, по современным данным, играет основную роль в концентрации марганца и железа в донных осадках, названный «Metallogenium» – «рождающий металл».

В результате кропотливых работ микробиологов было установлено, что образование железомарганцевых конкреций в озерах и болотах происходит в два этапа. Сначала окисные соединения этих металлов восстанавливаются в донных осадках сульфатредуцирующими и другими бактериями, и восстановленные соединения железа и марганца поступают из ила в воду. На втором этапе происходит обратный процесс: железобактерии окисляют растворенные в придонной воде закисные соединения железа и марганца с образованием ферригидрита, вернадита и других минералов. Химическая формула ферригидрита – $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, а его структура близка к структурам минералов с формулой $\text{FeO}(\text{OH})$. При окислении ферригидрита бактериями образуются гетит, гематит и лепидокрит. Формула вернадита (гидроксида марганца с примесями) – $(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca}, \text{Na})(\text{O}, \text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Установлено (Лапо, 1987), что образование вернадита возможно лишь при очень быстром окислении двухвалентного марганца до четырехвалентного – настолько быстро, что осуществляться оно

может только с участием живого вещества. При этом бактериогенное окисление железа и марганца происходит при столь низких их концентрациях в растворах, что хемогенное осаждение элементов исключается.

В настоящее время озерные и болотные руды как объекты для металлургической промышленности не используются. Запасы (забалансовые) месторождения Сундозера оцениваются в 0.043 млн т при содержании $Fe_{\text{общ.}}$ 47.96%.

СТРОМАТОЛИТЫ

Строматолиты – это хемогенно-органогенные постройки карбонатного состава. Их мы можем наблюдать по обоим берегам Сундозера (на западном берегу – 62.367733, 33.796637, на восточном берегу – 62.378957, 33.860667).

Строматолиты – удивительные геологические образования, позволяющие изучить эволюцию появления и изменения содержания кислорода на нашей планете. Строматолиты состоят из карбонатов кальция и магния с примесью песчано-глинистого материала. Их химический состав можно выразить формулой $CaMg(CO_3)_2$. Эти геологические образования были сформированы в результате жизнедеятельности колоний цианобактерий в процессе карбонатного осадконакопления.

На современные аналоги строматолитов можно полюбоваться, побывав в Западной

Австралии или посетив Багамские острова (рис. 5). Возраст же строматолитов Карелии составляет 2.1 млрд лет.

Строматолиты состоят из отдельных чередующихся слоев темного и светлого цвета (рис. 6, а, б). Слои различаются либо размерами кристаллов карбоната, либо количеством примесного к карбонату материала. В темных наслоениях встречаются более мелкие кристаллы, более крупные кристаллы слагают светлые наслоения. Темные слои содержат также большее количество песчано-глинистого материала (Кондрашова, Медведев, 2019). Строматолиты палеопротерозоя можно увидеть на берегах оз. Сундозера. В обнажении строматолитов на восточном берегу озера (62.378957 и 33.860667) на выветрелой поверхности вкрест простирания слоистости обнажающихся здесь светлых доломитов видны послойные скопления строматолитовых столбиков *Butinella digitus*. Мощность доломитов с *Butinella* составляет порядка 10 м (рис. 7). Светлые доломиты перекрываются розовыми и кремнистыми доломитами с *Calevia guokapensis*. Мощность слоя с *Calevia* составляет около 3 м. Большое количество обнажений со строматолитовыми постройками можно увидеть и на западном берегу озера (рис. 8).

Благодаря хорошей сохранности палеонтологического материала в широком возрастном интервале ятулийского надгоризонта



Рис. 5. Современные строматолиты, Западная Австралия (Ken McNamara, 1992)

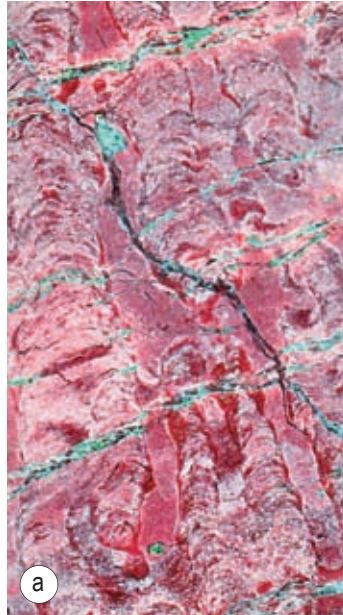


Рис. 6. Строматолит *Sundusia mira* (But.), 1966 (а, б), (б – масштаб 1 см)



Рис. 7. Выход доломитов со строматолитами *Butinella digitus* Mak., 1978, восточный берег оз. Сундозера



Рис. 8. Выход доломитов со строматолитами, западный берег оз. Сундозера

региональной стратиграфической шкалы этот район в 1978 г. был предложен сотрудниками института геологии В. В. Макарихиным и Г. М. Кононовой в качестве биостратотипа ятулия. Сводная стратиграфическая колонка Сундозерско-Пяозерского биостратопического района представлена на рис. 10.

Строматолиты прежде всего интересны тем, что они представляют собой окаменевшие следы жизнедеятельности одной из первых форм жизни на Земле – цианобактериальных сообществ. Ученые считают, что благодаря цианобактериям – первым фотосинтезирующим организмам – произошло накопление кислорода в атмосфере. Изучение строматолитов позволяет аргументированно объяснять изменение физико-химических условий в бассейнах седиментации прошлых геологических эпох.



Рис. 9. Купол, сложенный строматолитами *Carelozoon metzgerii* Mak., 1983, западный берег оз. Сундозера

ЛИТЕРАТУРА

- Балагуров Я. А.* Олонецкие горные заводы в дориформенный период. Петрозаводск, 1958. 212 с.
- Большая российская энциклопедия.* Россия / Науч.-ред. совет: Ю. С. Осипов (пред.) [и др.]; Отв. ред. С. Л. Кравец; Рос. акад. наук. М.: Большая рос. энцикл., 2004. 1005 с.
- Васильевский А. П.* Очерк по истории металлургии Олонецкого края в XVI–XVII вв. Петрозаводск: Государственное изд-во Карело-Финской ССР, 1949. 65 с.
- Кондрашова Н. И., Медведев П. В.* Что может рассказать геологу химический состав палеопротерозойских строматолитов Карелии

и Кольского полуострова // Многогранная геология. Вып. IV. СПб.: ФГПУ «ВНИИОкеанология», ГБНОУ «Санкт-Петербургский Дворец творчества юных», 2019. С. 166–177.

- Лапо А. В.* Следы былых биосфер, или рассказ о том, как устроена биосфера и что осталось от биосфер геологического прошлого. М.: Знание, 1987. 208 с.
- Макарихин В. В., Кононова Г. М.* Фитолиты нижнего протерозоя Карелии. Л.: Наука, 1983. 180 с.
- Минерально-сырьевая база Республики Карелия.* Петрозаводск: Карелия, 2005. 280 с.
- McNamara K.* Stromatolites. Perth, W. A.: Western Australian Museum, 1992. 27 p.

ОЗЕРО СУНДОЗЕРО: ОЗЕРНЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ И СТРОМАТОЛИТЫ

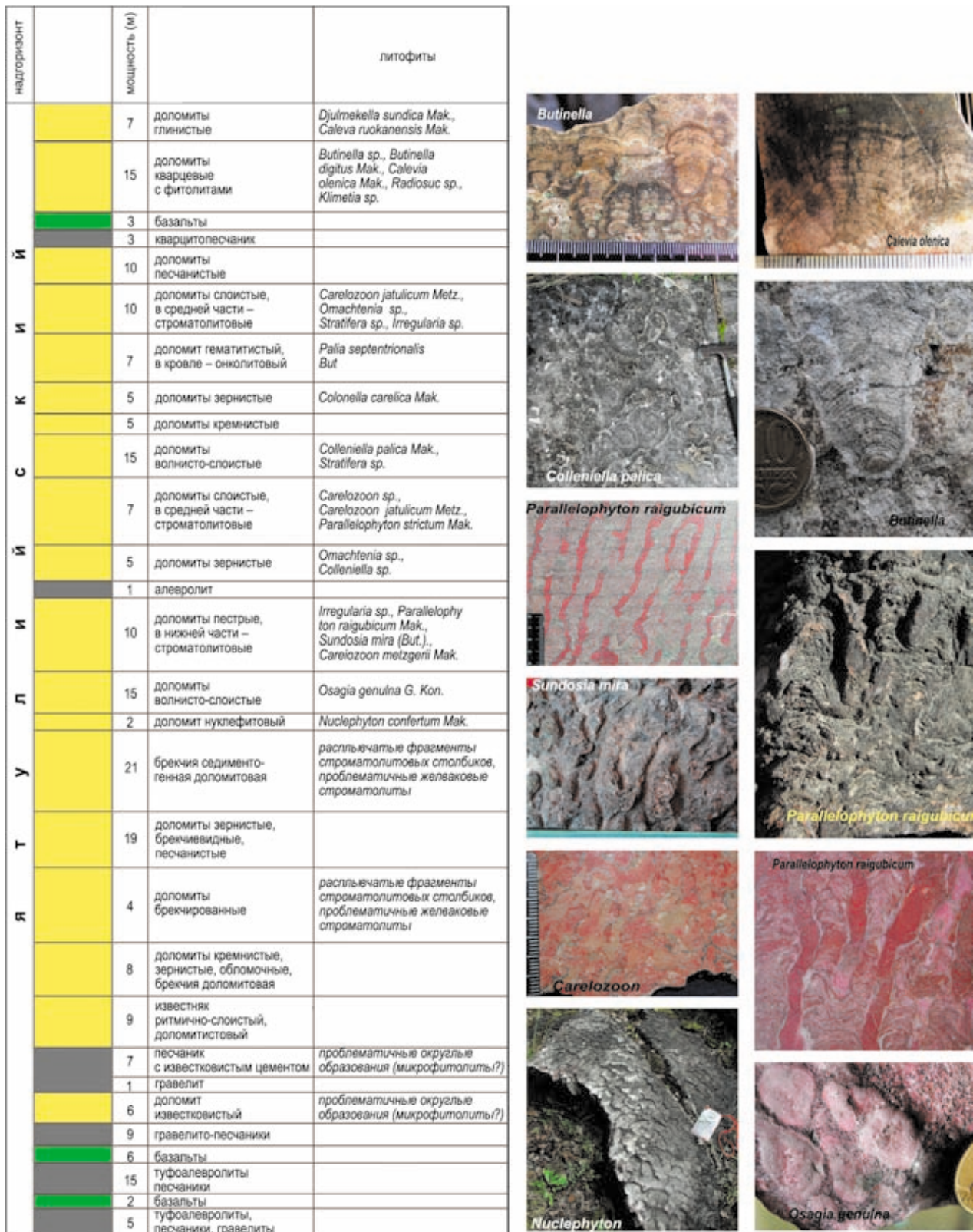


Рис. 10. Сводная стратиграфическая колонка Сундозерско-Пяозерского биостратотипического района (Макарихин, Кононова, 1983; с дополнениями)