



Вестник

Январь 2015 г., № 1 (241)



Института геологии Коми научного центра УрО РАН
Научно-информационное издание, основанное академиком Н. П. Юшкиным в 1995 г.

Содержание

Происхождение и эволюция рода <i>Youngquistognathus</i> Myshkina et Zhuravlev (конодонты, поздний девон) <i>А. В. Журавлев</i> 3	Об интерпретации изотопного состава кислорода и углерода на основе расчета модального состава пород <i>О. В. Авченко, А. С. Вах, Т. А. Веливецкая</i> 12
Эволюция вещественного состава супракрустальных комплексов архея кольского региона <i>Н. Е. Козлов, Н. О. Сорохтин, Е. В. Мартынов</i> 7	Минералого-технологические особенности железных руд Серовского месторождения <i>Е. М. Сорокин, Ю. М. Астахова, И. Г. Быстров, М. В. Иванова, Е. Г. Ожогина, В. В. Ружицкий, О. А. Якушина</i> 18

Хроника, события, факты

Экспедиционные работы 24	Сведения о деятельности диссертационных советов
В зеркале прессы 30	Института геологии 31
	Календарь конференций на 2015 г. 32

Главный редактор А. М. Асхабов, зам. главного редактора О. Б. Котова,
ответственный секретарь Т. М. Безносова, зав. редакцией Т. А. Некучаева

Редакционный совет — 2015:

А. И. Антошкина, Сыктывкар, Россия
М. А. Т. М. Брокманс, Тронхейм, Норвегия
И. Н. Бурцев, Сыктывкар, Россия
Д. А. Бушнев, Сыктывкар, Россия
М. А. Федонкин, Москва, Россия
Н. Н. Герасимов, Сыктывкар, Россия
А. Д. Гвишиани, Москва, Россия
Г. Н. Каблис, Сыктывкар, Россия
Р. И. Конеев, Ташкент, Узбекистан

И. В. Козырева, Сыктывкар, Россия
В. А. Коротеев, Екатеринбург, Россия
С. К. Кузнецов, Сыктывкар, Россия
Т. П. Майорова, Сыктывкар, Россия
П. Мянник, Таллин, Эстония
Ж. К. Мелгарехо, Барселона, Испания
Д. В. Паранин, Ухта, Россия
А. М. Пыстин, Сыктывкар, Россия
О. В. Удорткина, Сыктывкар, Россия



Content

Scientific articles

Origin and evolution of genus <i>Youngquistognathus</i> Myshkina et Zhuravlev (conodonts, Late Devonian). <i>A. V. Zhuravlev</i>	3	Interpretation of oxygen and carbon isotope compositions based upon the calculation of modal composition of rocks. <i>O. V. Avchenko, A. S. Vakh1, T. A. Velivetskaya</i>	12
Evolution of the material composition of the archean supracrustal complexes of the kola region. <i>N. E. Kozlov, N. O. Sorokhtin, E. V. Martynov</i>	7	Mineralogical and technological characteristics of iron ore Serovskoe deposits. <i>E. M. Sorokin, J. M. Astakhova, I. G. Bystrov, M. V. Ivanova, V. V. Ruzhitskiy, E. G. Ozhogina, O. A. Yakushina</i>	18

Chronicle, events, facts

Field Trips.....	24	Information about dissertation councils of the Institute of geology.....	31
In the Mirror of Media	30	Conference Schedule 2015.....	32

Chief Editor A. M. Askhabov, **Deputy Chief Editor** O. B. Kotova,
Executive Editor T. M. Beznosova, **Managing Editor** T. A. Nekuchaeva

2015 Editorial Board:

Anna I. Antoshkina, Syktyvkar, Russia
Maarten A.T.M. Broekmans, Trondheim, Norway
Igor N. Burtsev, Syktyvkar, Russia
Dmitry A. Bushnev, Syktyvkar, Russia
Mikhail A. Fedonkin, Moscow, Russia
Nikolay N. Gerasimov, Syktyvkar, Russia
Alexey D. Gvishiani, Moscow, Russia
Grigory N. Kablis, Syktyvkar, Russia
Rustam I. Koneev, Tashkent, Uzbekistan

Irina V. Kozyreva, Syktyvkar, Russia
Viktor A. Koroteev, Ekaterinburg, Russia
Sergey K. Kuznetsov, Syktyvkar, Russia
Tatyana P. Mayorova, Syktyvkar, Russia
Peep Männik, Tallinn, Estonia
Joan Carles Melgarejo, Barcelona, Spain
Dmitry V. Paragin, Ukhta, Russia
Alexander M. Pystin, Syktyvkar, Russia
Oksana V. Udoratina, Syktyvkar, Russia



УДК 56.016:551.734

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ РОДА *YOUNGQUISTOGNATHUS* MYSHKINA ET ZHURAVLEV (КОНОДОНТЫ, ПОЗДНИЙ ДЕВОН)



А. В. Журавлев
ЗАО «Поляргео», Санкт-Петербург
micropalaeontology@gmail.com

Биостратиграфия мелководных верхнедевонских отложений по конодонтам слабо разработана и, как правило, носит региональный характер. Представители конодонтов рода *Youngquistognathus* перспективны для региональных и глобальных биостратиграфических построений. В статье дана характеристика этого рода, гомеоморфного *Ctenoplygnathus*, а также описан новый вид *Y. praeangustidiscus*. Восстановлена филогения ранних представителей рода. Эволюционная последовательность *Y. praeangustidiscus* — *Y. angustidiscus* — *Y. posterus* — *Y. rossicus* обоснована морфологическими данными и наличием переходных форм. Появление *Y. angustidiscus* маркирует уровень, близкий к подошве франского яруса, появление *Y. posterus* соответствует подошве зоны *transitans*, а *Y. rossicus* — средней части этой зоны. Происхождение рода от *Mehlina* относится к позднему живету.

Ключевые слова: конодонты, верхний девон, филогения, новый вид.

ORIGIN AND EVOLUTION OF GENUS *YOUNGQUISTOGNATHUS* MYSHKINA ET ZHURAVLEV (CONODONTS, LATE DEVONIAN)

A. V. Zhuravlev
«Polargeo» Inc., Saint-Petersburg

The conodont biostratigraphy of the Late Devonian shallow-water deposits is insufficiently developed and, as a rule, is a regional in nature. The Late Devonian conodont genus *Youngquistognathus* is considered as promising for both the regional and global biostratigraphy. This genus, homeomorphic to *Ctenoplygnathus*, is characterized, and new species *Y. praeangustidiscus* is described. Phylogeny of the early representatives of the genus is reconstructed. The evolutionary sequence *Y. praeangustidiscus* — *Y. angustidiscus* — *Y. posterus* — *Y. rossicus* is proved with morphological data and presence of the transient forms. The first appearance (FAD) of *Y. angustidiscus* apparently marks a level close to the base of the Frasnian, FAD of *Y. posterus* corresponds to the base of the *transitans* Zone, and FAD of *Y. rossicus* corresponds to the middle part of the zone. Origin of the genus from *Mehlina* corresponds to the late Givetian.

Keywords: conodonts, Upper Devonian, phylogeny, new species.

Введение

Биостратиграфия мелководных верхнедевонских отложений по конодонтам, как правило, носит региональный характер и в настоящее время существенно отстает по обоснованности от зональных схем для глубоководных фаций. Представители конодонтов рода *Youngquistognathus* широко распространены в мелководных франских отложениях и перспективны для биостратиграфических построений не только регионального, но и глобального масштаба. Однако слабая изученность и таксономические проблемы не позволяют эффективно использовать этих конодонтов в биостратиграфии. Данная работа нацелена на уточнение таксономии,

происхождения и путей эволюции рода *Youngquistognathus* на материале из франских отложений Главного и Центрального девонского поля (запад Восточно-Европейской платформы).

Методы и подходы

Род *Youngquistognathus* Myshkina et Zhuravlev был выделен на основе особенностей морфологии Ра-элементов и строения аппарата [2], в его состав включены *Youngquistognathus angustidiscus* (Youngquist), *Y. praeangustidiscus* sp. nov., *Y. posterus* (Kuzmin), *Y. rossicus* (Zhuravlev), *Y. gracilis* (Klapper et Lane), *Y. carinatus* (Miller et Youngquist), *Y. sinuosus* (Szhulzevsky). При этом вид

Polygnathus angustidiscus Youngquist, 1945 ранее был выбран в качестве типового вида для другого рода *Ctenoplygnathus* Müller et Müller, 1957. Это ставит под сомнение валидность рода *Youngquistognathus*, тем более что данный вопрос не был рассмотрен в первоописании этого рода [2]. При выделении рода *Ctenoplygnathus* в качестве *Polygnathus angustidiscus* Youngquist был изображен экземпляр ([4], pl. 136, fig. 1), по признакам не отвечающий первоописанию вида и изображению голотипа. Эта форма отличается от экземпляра, изображенного В. Янгквистом в качестве голотипа ([5], pl. 54, fig. 2), менее массивной, намного более длинной (по отношению к общей длине

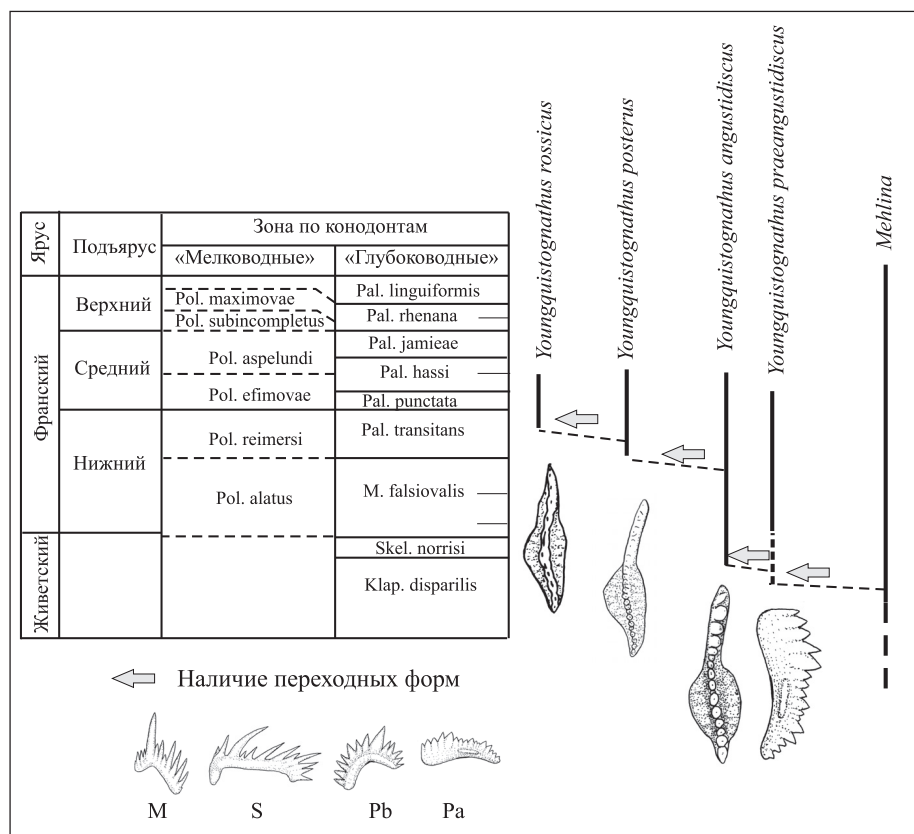


Рис. 1. Строение аппарата и схема филогенеза ранних представителей рода *Youngquistognathus* Myshkina et Zhuravlev

элемента), слабо орнаментированной поперечными ребрами платформой с довольно высоко поднятыми краями. Судя по опубликованным данным, К. и Е. Мюллер [4] в качестве *Ctenopolygnathus angustidiscus*, скорее всего, изобразили и описали гомеоморфно сходный вид, более близкий к группе *Polygnathus brevilamiformis* Ovnatanova, 1976 — *Polygnathus brevilaminus* Branson et Mehl, 1934. *Ctenopolygnathus angustidiscus* в понимании К. и Е. Мюллер [4] явно отличается от *Polygnathus angustidiscus* в понимании В. Янгквиста [5]. Положение осложняется тем, что коллекция В. Янгквиста и типовой материал *P. angustidiscus* утеряны, а типовое местонахождение не сохранилось (устное сообщение N. Savage). Рассматривать изображенную и описанную К. и Е. Мюллер форму в качестве неотипа вида нежелательно согласно статье 70.3 Международного кодекса зоологической номенклатуры [1]. Из изложенного следует, что родовое название *Ctenopolygnathus* может относиться к формам, сходным с изображенной в работе К. и Е. Мюллер [4], но не подходит для *Polygnathus angustidiscus* в понимании В. Янгквиста и сходных форм, выделенных в род *Youngquistognathus*. Для *Ctenopolygnathus angustidiscus*

Дж. Дзик [3] реконструировал аппарат, существенно отличающийся от реконструированного для *Youngquistognathus*, включая и *P. angustidiscus* в понимании В. Янгквиста [2]. В связи с этим предлагается рассматривать *Ctenopolygnathus* и *Youngquistognathus* как самостоятельные и неродственные роды с гомеоморфно сходными Ра-элементами, но различными S-, М- и Рb-элементами, а вид *angustidiscus* предварительно разделить на *Ctenopolygnathus angustidiscus* Müller et Müller 1957 nec Youngquist, 1945 и *Youngquistognathus angustidiscus* (Youngquist, 1945). В дальнейшем *Ctenopolygnathus angustidiscus* Müller et Müller 1957 nec Youngquist, 1945 необходимо переописать под другим видовым названием и с указанием голотипа из коллекции К. и Е. Мюллер, а для *Youngquistognathus angustidiscus* (Youngquist, 1945) требуется выбор неотипа. Изложенная выше концепция рода *Youngquistognathus* использована при реконструкции филогенеза.

Результаты и обсуждение

Предлагаемая реконструкция филогенеза рода основана на анализе общих морфологических при-

знаков, выявлении наиболее изменчивых и прослеживании трендов изменчивости, в том числе у переходных между видами форм (рис. 1).

Общими морфологическими признаками представителей рода являются бриантодиформные Рв- и лигонодиниформные Sc-элементы, а также особенности морфологии Ра-элементов — неширокая массивная платформа со слабо приподнятыми боковыми краями, отчетливое продольное скручивание свободного листа и карины.

Наибольшей изменчивости подвержены признаки Ра-элементов: ширина и относительная длина платформы, размеры переднего и заднего свободных листов.

Переходные формы от *Mehlina* к *Youngquistognathus*, описанные здесь как *Youngquistognathus praeangustidiscus* sp. nov., были обнаружены в значительном количестве в нижнефранских мелководных карбонатно-терригенных отложениях на р. Сясь (восток Ленинградской обл.) [6]. Сходные формы с промежуточной морфологией были отмечены и В. Янгквистом в первоописании *Polygnathus angustidiscus* [5]. При переходе от *Mehlina* к *Youngquistognathus praeangustidiscus* происходит закладка платформы полигнатусового типа за счет латерального роста боковых частей заднего отростка. Дальнейшее увеличение платформы отмечается в ряду *Y. praeangustidiscus* — *Y. angustidiscus* — *Y. posterus*. Переходные формы от *Y. angustidiscus* к *Y. posterus* и от *Y. posterus* к *Y. rossicus* наблюдались в изученном материале из разрезов Главного девонского поля. В ряду *Y. angustidiscus* — *Y. posterus* — *Y. rossicus* отмечается последовательное увеличение асимметрии платформы и сдвиг назад базальной ямки. В ряду *Y. angustidiscus* — *Y. posterus* происходит постепенное удлинение и сужение платформы, также реализуется последовательное сокращение размеров заднего свободного листа. Ра-элементы ранних онтогенетических стадий видов рода весьма сходны и напоминают предковую форму, переходную от рода *Mehlina*.

Согласно приведенным данным, вероятным общим предком всех видов *Youngquistognathus* является *Youngquistognathus praeangustidiscus* sp. nov., обладающий зачаточной платформой и продольным скручиванием Ра-элемента. Такие формы известны



из ниже- и среднефранских отложений Главного и Центрального девонского поля (Восточно-Европейская платформа) и из франа Северной Америки [5]. Ранние формы типичных *Youngquistognathus* представлены *Youngquistognathus angustidiscus* (Youngquist), который за счет удлинения платформы в заднем направлении и редукции заднего свободного листа дал начало *Y. posterus* (Kuzmin). От *Y. posterus* (Kuzmin), вероятно, произошел *Y. rossicus* (Zhuravlev) за счет асимметричного развития платформы, сращения зубцов карины и сдвига базальной ямки назад.

Последовательность первых появлений и известные к настоящему времени интервалы распространения видов рода не противоречат предполагаемым филогенетическим связям (рис. 1).

Предполагаемые филогенетические связи поздних представителей рода: *Y. gracilis* (Klapper et Lane), *Y. carinatus* (Miller et Youngquist) и *Y. sinuosus* (Szhulzevsky), были опубликованы ранее [2], однако представляются малообоснованными морфологическими наблюдениями и здесь не рассматриваются.

Таксономическое описание

Род *Youngquistognathus*
Myshkina et Zhuravlev, 2004

Youngquistognathus
praeangustidiscus sp. nov.

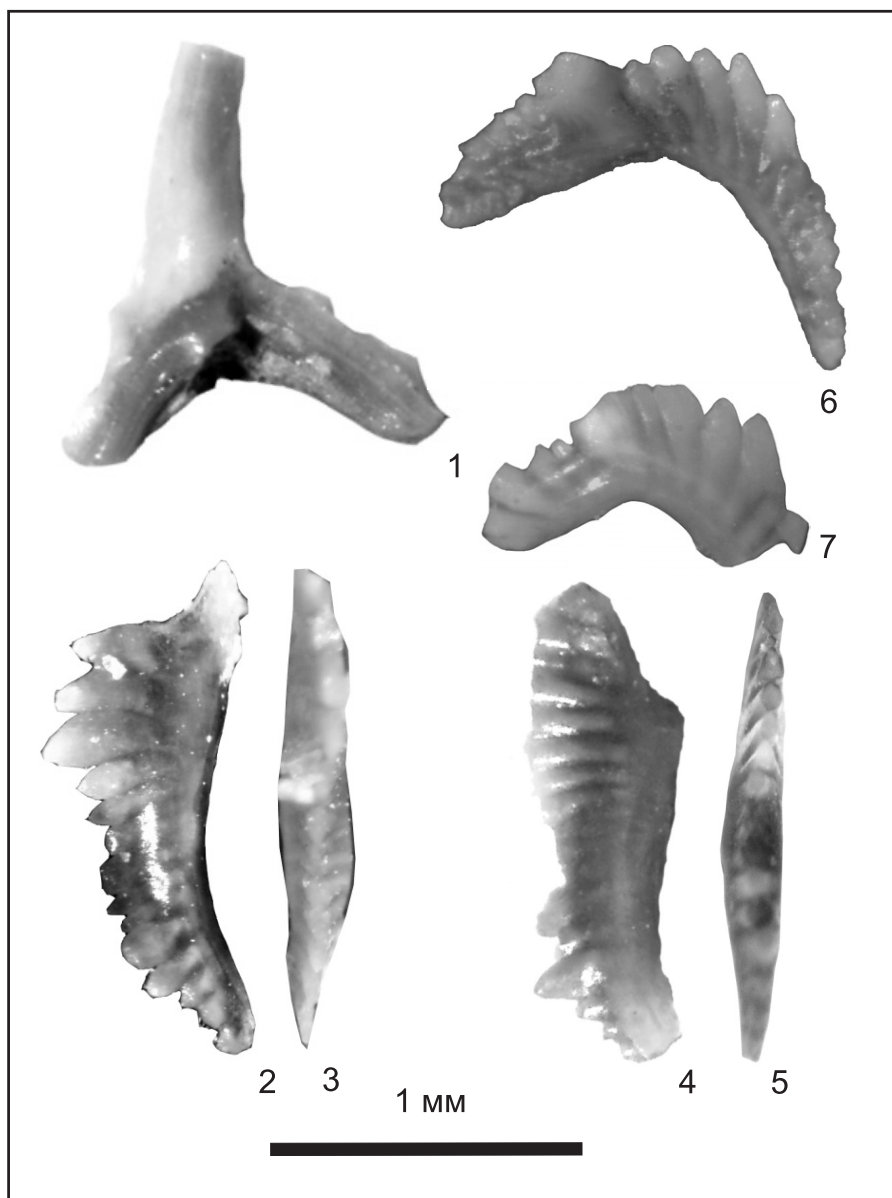


Рис. 2, фиг. 1–7.

Голотип

Рис. 2, фиг. 2, 3. ЦНИГР музей, № 13151/5, Ленинградская обл., пос. Колчаново, правый берег р. Сясь, обн. 5174а, обр. 5174а/1, верхний девон, нижефранский подъярус, саргаевский горизонт, сясинская свита.

Диагноз

Вид рода *Youngquistognathus*, характеризующийся крайне слабо-развитой асимметричной платформой Ра-элементов и уплощенными Рб-элементами.

Описание

Ра-элементы, переходные от листовидных к платформенным, с короткой, узкой асимметричной платформой, развитой в большей степени на внешней стороне элемента.

Рис. 2. Элементы аппарата *Youngquistognathus praeangustidiscus* sp. nov., все экземпляры из нижней части сясинской свиты (обр. 5174а/1), 1 — М-элемент, экз. № 13151/1; 2, 3 — Ра-элемент, экз. № 12151/5, голотип; 4, 5 — Ра-элемент, экз. № 12151/6; 6 — Рб-элемент, экз. № 13151/4; 7 — Sc-элемент, экз. № 13151/2

У некоторых форм на внутренней стороне элемента платформа отсутствует. Платформа гладкая, может быть выражена только валикообразным утолщением листа (рис. 2, фиг. 4, 5). В остальном Ра-элементы сходны с представителями рода *Mehlina*. Лист высокий, зубчатый, зубцы слиты более чем до половины высоты. Максимальная высота листа — в передней части; в средней части листа зубцы сокращаются в размере, а в задней части несколько увеличены и постепенно сокращаются в размере по направлению к заднему концу элемента. Наблюдается слабое продольное скручивание листа, характерное для всех представителей рода. Небольшая удлиненная базальная ямка расположена под пе-

редней частью платформы. По уплощению левой стороны зубцов и следам истирания реконструируется расположение Ра-элементов в аппарате «правый впереди левого», характерное для большинства озаркодинид. Рб-элементы бриантоидформные, со слабым латеральным изгибом, увеличенным передним отростком (примерно в 2 раза длиннее заднего) и незначительным валикообразным расширением стержней. Зубцы массивные, кольшкovidные, слитые в нижней части. S-элементы имеют морфологию, характерную для других представителей рода. М-элементы характеризуются увеличенным задним отростком и наличием зубчатости на коротком переднем отростке. Зубцы осевых гребней всех



элементов обладают хорошо развитыми ядрами, сложенными «белым веществом».

Сравнение

От *Y. angustidiscus* (Youngquist) отличаются плохо развитой платформой Ра-элементов, а также уплощенными отростками Рb-элементов. Ювенильные формы практически неотличимы по Ра-элементам от *Mehlina*.

Распространение

Нижняя часть сясинской свиты нижнего франа (снегогорско-псковские слои) в разрезе на р. Сясь,

псковские слои (нижний фран) в районе Старого Изборска, ильменские слои (средний фран) в разрезе на южном берегу оз. Ильмень, верхняя часть семилукского горизонта в районе г. Семилуки. Интервал распространения, скорее всего, охватывает нижний и средний фран. Присутствие потомкового вида *Y. angustidiscus* в самых низах франа [2] делает возможным появление *Y. praeangustidiscus* еще в конце живетского века.

Материал

15 Ра-, 2 Рb-, 5 S-, 4 М-элементов.

Выводы

Широкое географическое распространение и филетически обоснованная последовательность возникновения представителей *Younquistognathus* обуславливает их важность для корреляции мелководных франских отложений. Так, появление *Y. angustidiscus* маркирует уровень, близкий к подошве франского яруса, появление *Y. posterus* соответствует подошве зоны *transitus*, а *Y. rossicus* — средней части этой зоны (рис. 1). Обособление *Younquistognathus* от предкового рода *Mehlina* произошло в конце живетского века.

Литература

1. *Международный кодекс зоологической номенклатуры*. 4-е изд. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2004. 223 с.

2. Мышкина Н. В., Журавлев А. В. Новый род франских полигнатидных конодонтов // Палеонтологический журнал. 2005. № 1. С. 59—64.

3. Dzik J. Emergence and collapse of the Frasnian conodont and ammonoid communities in the Holy Cross Mountains, Poland // *Acta Palaeontologica Polonica*. 2002. Vol. 47. No 4. P. 565—650.

4. Müller K. J. and Müller E. M. Early Upper Devonian (Independence) conodonts from Iowa, Part I. // *Journal of Paleontology*. 1957. Vol. 31. № 6. P. 1069—1108.

5. Youngquist W. L. Upper Devonian conodonts from the Independence Shale (?) of Iowa // *Journal of Paleontology*. 1945. Vol. 19. № 4. P. 355—367.

6. Zhuravlev A. V., Evdokimova I. O., Sokiran E. V. Sedimentary environments and fossils of the Syas Formation (Upper Devonian, East of the Main Devonian

Field, East European Platform) // E. A. Yolkin, N. G. Izokh, O. T. Obut, T. P. Kipriyanova (eds.). *International Conference «Devonian terrestrial and marine environments: from continent to shelf»*. Contributions. Novosibirsk, 2005. P. 149—150.

References

1. *Mezhdunarodnyi kodeks zoologicheskoi nomenklatury* (International Code of Zoological Nomenclature). Ed.4, Moscow: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2004. 223 pp.

2. Myshkina N. V., Zhuravlev A. V. *Novyi rod franskiy polignatidnykh konodontov* (New genus of Frasnian polygnatide conodonts) // *Paleontologicheskii zhurnal*, 2005, Vo 1, pp. 59-64.

3. Dzik J. Emergence and collapse of the Frasnian conodont and ammonoid communities in the Holy Cross Mountains, Poland // *Acta Palaeontologica Polonica*. 2002. Vol. 47, No 4, pp. 565—650.

4. Müller K. J. and Müller E. M. Early Upper Devonian (Independence) conodonts from Iowa, Part I. // *Journal*

of Paleontology, 1957, Vol. 31, No 6, pp. 1069—1108.

5. Youngquist W. L. Upper Devonian conodonts from the Independence Shale (?) of Iowa // *Journal of Paleontology*. 1945. Vol. 19. № 4. P. 355—367.

6. Zhuravlev A. V., Evdokimova I. O., Sokiran E. V. Sedimentary environments and fossils of the Syas Formation (Upper Devonian, East of the Main Devonian Field, East European Platform) // E. A. Yolkin, N. G. Izokh, O. T. Obut, T. P. Kipriyanova (eds.). *International Conference «Devonian terrestrial and marine environments: from continent to shelf»*. Contributions. Novosibirsk, 2005. P. 149—150.

Рецензент

чл.-корр. РАН В. Н. Пучков



УДК 551+552,4 (234, 74)

ЭВОЛЮЦИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА СУПРАКРУСТАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ АРХЕЯ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Н. Е. Козлов^{1,2}, Н. О. Сорохтин^{1,2,3}, Е. В. Мартынов^{1,2}¹Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты,
*kozlovne@afmgtu.apatity.ru*²Апатитский филиал МГТУ, Апатиты³Институт океанологии РАН им П. П. Ширшова, Москва

В статье рассматриваются вопросы эволюции состава супракрустных комплексов архея Кольского региона. Для относительного возраста формирования каждого из них была разработана оригинальная методика, основанная на выявлении их геохимических особенностей и позволяющая в заданных рядах совокупностей выявить эволюционный тренд их дометаморфического развития. Таким образом удалось показать не только пространственно-временную изменчивость их составов, но и то, что наиболее древними из них являются супракрустные комплексы Кейвского домена.

Ключевые слова: эволюция состава, супракрустные породы, докембрий, эволюционный тренд.

EVOLUTION OF THE MATERIAL COMPOSITION OF THE ARCHEAN SUPRACRUSTAL COMPLEXES OF THE KOLA REGION

N. E. Kozlov^{1,2}, N. O. Sorokhtin^{1,2,3}, E. V. Martynov^{1,2}¹ Geological Institute KSC RAS, Apatity² MSTU Apatity Branch, Apatity³ P. P. Shishov Institute of Oceanology of RAS, Moscow

This article discusses the evolution of the composition of the Archean supracrustal complexes of the Kola region. An original technique based on the detection of their geochemical features has been developed to determine the relative age of formation of each of them allowing a given series sets to determine the evolutionary trend of their premetamorphic development. It gave an opportunity to determine not only the spatial and temporal variability of their composition but also show that the most ancient of them are supracrustal complexes of the Keivy domain.

Keywords: evolution of the composition, supracrustal rocks, Precambrian, evolutionary trend.

Введение

Архейские образования Кольского региона представлены метаморфитами одноименной гранулит-гнейсовой области (ГГО) и значительной частью породных комплексов Беломорского подвижного пояса (рис. 1). С востока и юго-востока Кольская ГГО перекрывается чехлом Русской плиты, а с северо-востока и севера ограничена разломом Карпинского в Баренцевом море. Палеопротерозойские структурно-вещественные комплексы региона представлены зеленока-

менными ассоциациями Печенга-Имандра-Варзуга-Устьпонойского пояса, рассекающего архейские структуры с запада на восток.

Исследование дометаморфической эволюции архейских образований Кольского региона (как и многих других регионов мира) сопряжено с трудностями определения протолитов структурно-вещественных комплексов и восстановления последовательности их формирования. В связи с этим одной из первоочередных задач докембрийской геологии является разработка методов

пространственно-временного распределения геологических тел и комплексов. Понимая, что при решении этой проблемы будущее, без сомнения, принадлежит изотопной геохимии и геохронологии, авторы настоящей работы полагают, что определенную роль в данных вопросах могут играть и петрогеохимические методы, позволяющие использовать данные о трендах изменения состава пород и их ассоциаций во времени, как это было показано ранее [2,3].

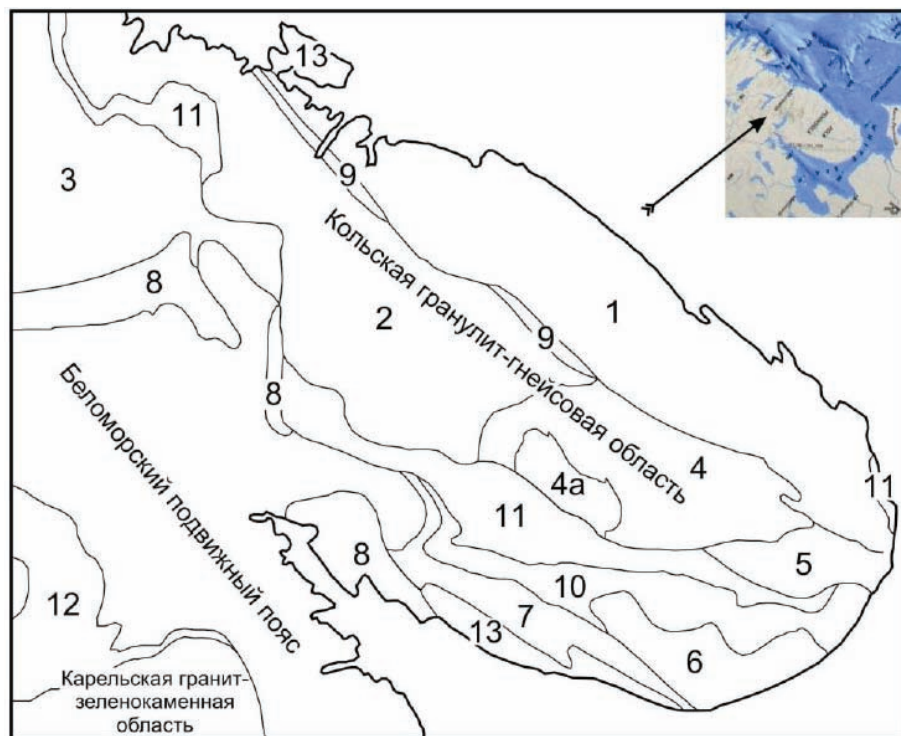


Рис. 1. Схема районирования раннедокембрийских геоструктурных элементов земной коры северо-восточной части Балтийского щита ([2] с дополнениями). Домены коры: 1 — Мурманский, 2 — Кольско-Норвежский, 3 — Лоттинский, 4 — Кейвский, 4а — Верхнепонойский, 5 — Восточно-Кольский, 6 — Чапомский, 7 — Терский. Зеленокаменные и гранулитовые пояса: 8—10 — архейские: 8 — Лапландско-Колвицкий, 9 — Титовско-Колмозерский (Колмозеро-Воронья), 10 — Сергозерско-Стрельнинский; 11, 12 — неопротерозойские: 11 — Печенга-Имандра-Варзуга-Устьпонойский, 12 — Северо-Карельский; 13 — рифтогенные и окраинно-континентальные отложения рифейского возраста

Объекты и методы исследования, постановка задачи

Для нахождения тенденций в изменении вещественного состава ранее нами был предложен метод поиска линейного тренда отличий в заданных рядах совокупностей при введенном исследователем отношении частичного порядка [3]. Это позволило существенно расширить круг решаемых задач при исследовании закономерностей изменчивости вещественного состава горных пород для произвольного количества геологических объектов, описываемых совокупностями многомерных показателей. Тем самым была получена возможность искать тренды относительно множества геологических объектов, для части которых изначально не определены их взаимоотношения (в отличие от традиционных статистических методов) и обычные требования, например, близости к нормальному распределению и др., могут не выполняться.

Методологически авторы придерживались выбранного ранее подхода — сравнения однотипных по петрогеохимической номенклатуре образований. При реконструкции

первичной природы использовалась известная методика [5]. С учетом того, что она не дает однозначного ответа на вопрос о первичной природе некоторой части пород кислого состава (так же, как и иные разработанные для этих целей методы), при расчете различных параметров, характеризующих условия осадконакопления, задача решалась в двух вариантах. Все породы, точки состава которых попали в поле перекрытия осадочных и магматических образований, были отнесены и к той, и к другой группе, и далее сравнивались закономерности, выявляющиеся при том или ином варианте реконструкций.

Результаты и обсуждение

Ранее нами [3] с использованием метода поиска тренда отличий в заданных рядах совокупностей был найден фактор, позволяющий с определенной долей вероятности ранжировать архейские метабазиты Кольского региона (а следовательно, и переслаивающиеся с ними метатерригенные породные комплексы) по времени формирования их

протолитов (рис. 2). При этом они сравнивались с древнейшими метаморфитами Карелии (Водлозерский блок), Канады и Гренландии. Кроме того, было показано, что при дополнении этих данных сведениями о составе палеопротерозойских базитовых метаматитов отчетливо просматривается цикличность эволюции состава пород раннедокембрийских комплексов региона.

В ходе настоящего исследования эти материалы были дополнены информацией о составе архейских супракрустальных образований, которые могут быть интерпретированы по первичной природе как осадочные. Для их геохимической характеристики были использованы такие параметры, как интенсивность выветривания (W_i) и значение параметров А в метасубграувакках и К в метапелитах [5], химический индекс изменения CIA [8], индекс изменения плагиоклаза PIA [7], а также данные о содержании в выборках метапелитов, метаморфизованные аналоги которых, как и исследованные ранее метабазиты, распознаются в метаморфических комплексах наиболее надежно и достаточно широко распространены в пределах большинства изученных раннедокембрийских породных ассоциаций. Перечисленные методики, достаточно широко используемые геологами-докембристами, были выбраны из всего многообразия разработанных на сегодня методов в силу определенной преэминентности с предшествующими работами авторов настоящей статьи. Эти данные были дополнены сведениями об особенностях состава метабазитов.

Кроме того, в качестве «эталонных» для раннедокембрийских образований Кольского региона были рассмотрены тенденции изменения перечисленных выше параметров в ходе эволюции терригенных пород палеопротерозойских толщ, положение которых в разрезах соответствующих комплексов, а следовательно, и ранжирование по времени формирования их протолитов, в отличие от архейских структур, установлено геолого-структурными и геохронологическими методами достаточно надежно [1]. Всего в работе было использовано около 1800 полных силикатных анализов метасадочных пород и более 1500 анализов метабазитов.

Результаты сопоставлений приведены в таблице. При переходе от более ранних образований палео-

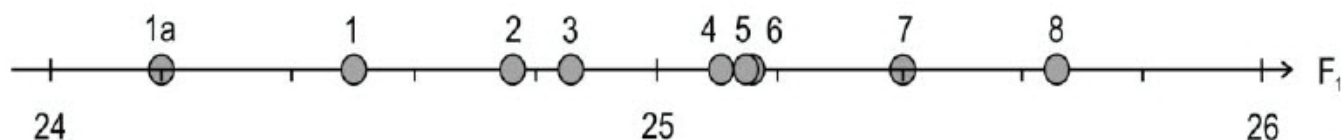


Рис. 2. Положение точек составов архейских метабазитов Кольского региона в сравнении с образованиями Карелии (Водлозерский блок), Канады, Гренландии на факторе $F_1 = 0.34 \text{ SiO}_2 - 0.46 \text{ TiO}_2 + 0.25 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0.19 \sum \text{Fe} + 0.19 \text{ MnO} - 0.07 \text{ MgO} + 0.38 \text{ CaO} - 0.24 \text{ Na}_2\text{O} - 0.57 \text{ K}_2\text{O}$, значимом на 5%-м уровне значимости [3]: 1a — древнейшие образования Карелии, Канады, Гренландии; 1—8 — домены Кольского региона: 1 — Кейвский, 2 — Лоттинский (аллареченский и нотозерский комплексы), 3 — Чапомский, Терский 4 — Кольско-Норвежский, 5 — Мурманский, 6 — Беломорский подвижный пояс; 7—8 — архейские пояса Кольского региона: 7 — Лапландско-Колвицкий, 8 — Титовско-Колмозерский (Колмозеро-Воронья)

протерозоя Кольского региона к более поздним наблюдается возрастание количества метapelитов в группе метаосадочных пород, параметров W_1 , CIA, PIA, глиноземистости метасубграувакк, а также уменьшение параметра K в метapelитах. Все перечисленные тенденции свидетельствуют о возрастании от ранних к более поздним периодам палеопротерозоя степени осадочной дифференциации, степени выветривания (разложения) пород и в более широком плане — об относительной стабилизации к концу палеопротерозоя тектонического режима, что представляется вполне закономерным и ожидаемым. Таким образом, выбранные петрогеохимические характеристики достаточно корректны для описания тенденций, наблюдающихся в пределах геологических систем Кольского региона.

Аналогичные тенденции наблюдаются и для архейских образований, расположенных в последовательности, отражающей их положение на факторе F_1 (рис. 2) и подчеркивающей правомерность предложенной ранее трактовки относительного возраста формирования их протолитов (см. таблицу). При более детальном разделении архейских образований на «слагающие крупные площади» (группы 2+3 и 4+5+6) и «формирующие пояса» (группы 7 и 8) структуры эти тенденции проявляются еще более отчетливо, подчеркивают наличие внутри архея Кольского региона импульсов активизации и стабилизации тектонических режимов. Тенденций изменения исследованных параметров при переходе от группы (2+3) к группе (4+5+6) и от группы 7 к группе 8, сходны с тенденциями и характеризую-

ющим и палеопротерозойский период развития региона. Такому выводу не противоречит и изменение состава метабазитов: к концу выделенных циклов характерно некоторое снижение количества их глиноземистых разностей (см. таблицу).

Отдельно следует остановиться на особенностях состава метаморфических образований Кейвского домена. Ранее было показано [3], что метабазиты этой структуры с учетом положения их составов на «временном» факторе могут рассматриваться как древнейшие в Кольском регионе образования, наиболее близкие по составу к древнейшим породам Канады, Гренландии и Карелии (рис. 2). Поскольку подавляющее количество метабазитов сосредоточено в пределах патчервтундровской свиты, реже в низах лебяжинской свиты [5], для поиска тенденций из-

Изменение некоторых петрогеохимических параметров в супракустальных образованиях раннедокембрийских комплексов Кольского региона в сравнении с данными по Канаде, Гренландии и Центральной Карелии

Параметры	№№ групп пород*										
	1a	1 ₁	2+3	4+5+6	1 ₂	1 ₃	1 ₂ +1 ₃	7	8	9	10
Количество проб метаосадочных пород в группах	<u>37**</u> 67	<u>39</u> 85	<u>100</u> 120	<u>141</u> 177	<u>183</u> 202	<u>77</u> 101	<u>260</u> 303	<u>175</u> 199	<u>192</u> 225	<u>76</u> 96	<u>192</u> 214
Количество метабазитов в выборках	76	208	117	141	—	—	—	200	93	367	356
Глиноземистость метасубграувакк (А по [5])	<u>20.8</u> 8.7	<u>44.5</u> 21.1	<u>25.1</u> 12.1	<u>28.4</u> 11.3	<u>48.8</u> 22.7	<u>52.3</u> 47.2	<u>49.8</u> 30.9	<u>28.9</u> 20.9	<u>41.9</u> 23.4	<u>27.2</u> 14.9	<u>38.9</u> 26.8
Количество метapelитов в группе метаосадочных пород, %	<u>14.3</u> 4.1	<u>12.8</u> 5.9	<u>16.0</u> 13.3	<u>40.8</u> 23.7	<u>88.5</u> 80.2	<u>48.1</u> 36.6	<u>76.5</u> 65.6	<u>29.1</u> 25.6	<u>61.5</u> 52.4	<u>32.9</u> 26.0	<u>48.9</u> 43.9
Значение параметра К [5] в метapelитах	8.07	—8.8	2.4	—3.4	1.36	8.35	3.43	8.38	—7.9	13.6	—8.3
Интенсивность выветривания W ₁ [5]	<u>11.1</u> 17.7	<u>27.1</u> 12.9	<u>16.4</u> 8.6	<u>38.7</u> 14.3	<u>198.5</u> 182.3	<u>88.5</u> 75.2	<u>165.9</u> 146.6	<u>33.6</u> 27.3	<u>50.3</u> 38.4	<u>38.6</u> 30.2	<u>37.4</u> 34.3
Химический индекс изменения CIA [8]	<u>53.8</u> 52.2	<u>59.7</u> 55.9	<u>57.1</u> 56.3	<u>60.3</u> 56.7	<u>84.1</u> 81.9	<u>71.6</u> 69.3	<u>80.4</u> 77.7	<u>59.5</u> 58.7	<u>62.8</u> 61.3	<u>59.1</u> 58.6	<u>61.0</u> 61.1
Индекс изменения плагиоклаза PIA [7]	<u>54.8</u> 53.1	<u>63.4</u> 58.7	<u>59.5</u> 61.1	<u>62.9</u> 58.6	<u>88.5</u> 86.6	<u>80.1</u> 78.2	<u>86.1</u> 83.8	<u>62.7</u> 61.6	<u>64.8</u> 63.1	<u>65.1</u> 63.9	<u>65.0</u> 65.4
Доля глиноземистых метабазитов в группе основных пород, %	61.8	57.7	57.3	56.7	—	—	—	67.0	46.6	36.8	34.0

*номера групп архейских образований 1a — 8 соответствуют номерам на рис. 2. Группа 1 разделена на свиты: 1₁ — лебяжинскую и патчервтундровскую, 1₂ — червуртскую и выхуртскую, 1₃ — песцовотундровскую. Группа 9 — породы среднего карелия, группа 10 — образования верхнего карелия (калевия) Кольского региона;

**в числителе — количество проб и значения соответствующих показателей при их расчете лишь для тех пород, осадочная протоприрода которых распознается однозначно, в знаменателе — эти же данные для групп, где все неоднозначно определенные (нераспознанные) породы отнесены к группе метаосадочных. Поскольку поле метapelитов не перекрывается полем метаматитов, для них значение неизменно при любом варианте реконструкции первичной природы пород в выборке.



менения параметров осадконакопления в древнейших образованиях Кейвской структуры были выбраны метаосадочные породы этих свит.

Характер изменения исследованных параметров при переходе от метаосадочных пород Канады, Гренландии и Карелии к аналогичным по протоприроде образованиям Кейвской структуры сходен с тенденциями, выявленными для других раннедокембрийских комплексов региона (см. таблицу). Напомним, что metabazity Кейв имеют минимальные для региона значения фактора F_1 (рис. 2). Всё вышеизложенное позволяет предполагать, что супракустальные комплексы патчервундровской и лебяжинской свит могли формироваться на завершающем этапе более древнего в сравнении с другими архейскими комплексами региона цикла, начало которого маркируют древнейшие породные ассоциации Канады, Гренландии и Карелии. Метаосадочные породы Кейвского домена, входящие в данную группу, формировались в этом случае в условиях тектонической стабилизации, предшествовавшей началу следующего периода, в который были сформированы супракустальные комплексы остальных архейских доменов, а затем, на завершающем этапе, также поясов Кольского региона. В это же время шло формирование и верхних частей кейвского разреза.

Вопрос о более определенном месте метаосадочных пород червуртской, вяхчуртской и песчовотунд-

ровской свиты Кейв в общей истории формирования породных ассоциаций требует дальнейшего изучения. По петрогеохимическим характеристикам они близки к другим образованиям архея Кольского региона (см. таблицу).

Такой вариант трактовки возраста кейвских образований не противоречит геологическим данным. Напомним, что метаморфические преобразования супракустальных комплексов Кейвского домена протекали в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций, что существенно отличает их от образований прилегающего к нему с запада Кольско-Норвежского домена, где породы претерпели полиметаморфические преобразования в условиях от амфиболитовой до гранулитовой фации повышенных давлений [4]. Таким образом, сегодня на одном гипсометрическом уровне совмещены структурно-вещественные комплексы, образованные (и преобразованные) на различных глубинах.

По имеющимся в настоящее время геологическим и геофизическим данным, азимуты падения поверхностей всех геологических границ Кейвского домена направлены в сторону его сочленения с другими областями коры. Это позволяет предполагать, что все окружающие континентальные массивы надвинулись на него и сформировали в позднеархейскую (ребольскую) фазу складчатости опоясывающие орогенные пояса. Сам Кейвский микро-

континент был притопплен, а на его поверхности, сложенной метавулканитами и, возможно, переслаивающимися с ними метаосадочными породами, начал формироваться протоплатформенный чехольный комплекс. Один из основополагающих законов теории тектоники литосферных плит гласит, что более древняя литосфера всегда субдуцирует (поддвигается) под более молодую плиту того же типа. Это позволило ранее [6] предположить, что кора Кейвского домена заведомо древнее всех прилегающих к ней участков коры континентального типа.

Выводы

1. Использование разработанного ранее [3] метода поиска тренда отличий в заданных рядах совокупностей и определения с его помощью относительного времени формирования протолитов различных породных ассоциаций позволяет выявить черты цикличности изменения параметров осадконакопления и изменения характеристик тектонических режимов в ходе формирования раннедокембрийских комплексов Кольского региона.

2. Особенности вещественного состава супракустальных комплексов низов разреза Кейвского домена (лебяжинская, патчервундровская свиты) позволяют предполагать, что их протолиты являются древнейшими в пределах Кольского региона образованиями.

Литература

1. Предевский А. А., Мележик В. А., Болотов В. И., Федотов Ж. А., Басалаев А. А., Козлов Н. Е., Иванов А. А., Жангуров А. А., Скуфьин П. К., Любцов В. В. Вулканизм и седиментогенез докембрия северо-востока Балтийского щита // Л.: Наука; Ленингр. отд-ние, 1987. 185 с.
2. Козлов Н. Е., Сорохтин Н. О., Глазнев В. Н., Козлова Н. Е., Иванов А. А., Кудряшов Н. М., Мартынов Е. В., Тюремнов В. А., Матюшкин А. В., Осипенко Л. Г. Геология архея Балтийского щита // СПб.: Наука, 2006. 329 с.
3. Козлов Н. Е., Мартынов Е. В., Сорохтин Н. О., Марчук Т. С. Эволюция вещественного состава metabazitov раннего докембрия Кольского региона // Вестник МГТУ. 2014. Т. 17. № 2. С. 304—313.

4. Петров В. П. и др. Метаморфизм супракустальных комплексов раннего докембрия (северо-восточная часть Балтийского щита). М.; Л.: Наука, 1986. 272 с.

5. Предевский А. А. Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л.: Наука, 1980. 152 с.

6. Сорохтин Н. О. Эволюция континентальной литосферы в раннем докембрии (на примере восточной части Балтийского щита): Автореф. докт. дис. Апатиты: Изд-во. КНЦ РАН, 2000. 44 с.

7. Fedo C. M., Nesbitt H. W., Young G. M. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance // Geology. 1995. V. 23. P. 921—924.

8. Nesbitt H. W., Young G. M. Early

Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // Nature. 1982. V. 299. P. 715—717.

References

1. Predovskii A. A., Melezhi V. A., Bolotov V. I., Fedotov Zh. A., Basalaev A. A., Kozlov N. E., Ivanov A. A., Zhangurov A. A., Skufin P. K., Lyubtsov V. V., *Vulkanizm i sedimentogenez dokembriya severo-vostoka Baltiiskogo schita* (Volcanism and sedimentogenesis of Precambrian North-Eastern Baltic Shield), Leningrad: Nauka, 1987, 185 pp.

2. Kozlov N. E., Sorokhtin N. O., Glaznev V. N., Kozlova N. E., Ivanov A. A., Kudryashov N. M., Martynov E. V., Tyuremnov V. A., Matyushkin A. V., Osipenko L. G., *Geologiya arheya Baltiiskogo schita* (Geology of Archean Baltic Shield),



Saint-Petersburg: Nauka, 2006, 329 pp.

3. Kozlov N. E., Martynov E. V., Sorohtin N. O., Marchuk T. S., *Evolutsiya veschestvennogo sostava metabazitov rannego dokembriya Kol'skogo regiona* (Evolution of material composition of metabasites of Early Precambrian Kola region) // Vestnik MGTU, 2014, V. 17, No 2, pp. 304–313.

4. Petrov V. P. et al. *Metamorfizm suprakrustal'nykh kompleksov rannego dokembriya: (severo-vostochnaya chast' Baltiiskogo schita)* (Metamorphism of supracrystal complexes of Early Precambrian period (north-eastern part of Baltic Shield), Moscow: Nauka, 1986, 272 pp.

5. Predovskii A. A. *Rekonstruktsiya uslovii sedimentogeneza i vulkanizma rannego dokembriya*. (Reconstruction of sedimentogenesis conditions and volcanism of Early Precambrian period), Leningrad: Nauka, 1980, 152 pp.

6. Sorokhtin N. O. *Evolutsiya kontinental'noi litosfery v rannem dokembrii (na primere vostochnoi chasti Baltiiskogo schita)* (Evolution of continental lithosphere in Early Precambrian (on the example of eastern part of Baltic Shield), Apatity: KSC RAN, 2000, 44 pp.

7. Fedo C. M., Nesbitt H. W., Young G. M. Unraveling the effects of

potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance // *Geology*, 1995, V. 23, pp. 921–924.

8. Nesbitt H. W., Young G. M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // *Nature*, 1982, V. 299, pp. 715–717.

Рецензент

Д. Г.-М. Н. Я. Э. Юдович

УДК 550.42

ОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА КИСЛОРОДА И УГЛЕРОДА НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА МОДАЛЬНОГО СОСТАВА ПОРОД

О. В. Авченко¹, А. С. Вах^{1,2}, Т. А. Веливецкая¹¹Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения РАН (ДВГИ ДВО РАН), Владивосток
office@fegi.ru²Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), Владивосток
vakh.as@dvfu.ru

Изучалось поведение стабильных изотопов кислорода и углерода при метасоматическом изменении гранодиоритов Березитового месторождения (северо-запад Амурской области). Изотопный анализ рассеянного углерода в породах ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$) и кислорода силикатов ($\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$) выполнялся в аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН в лаборатории стабильных изотопов на масс-спектрометре Finnigan MAT-253. Установлено закономерное утяжеление величины $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ от +9.6‰ до +11.2‰ и уменьшение величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ от -10.8‰ до -27.2.‰ в метасоматических породах в направлении от передовых зон метасоматоза к тыловым. Расчет модального состава образцов из метасоматических зон показал, что изменение изотопных составов связано с направленным развитием кварц-мусковитовой ассоциации по гранитам с увеличением в их составе количества мусковита и кварца, а также с более высоким уровнем восстановленности метасоматитов относительно исходных гранитов.

Ключевые слова: изотопы кислорода и углерода, граниты, метасоматиты, Березитовое месторождение, Амурская область.

INTERPRETATION OF OXYGEN AND CARBON ISOTOPE COMPOSITIONS BASED UPON THE CALCULATION OF MODAL COMPOSITION OF ROCKS

O. V. Avchenko¹, A. S. Vakh^{1,2}, T. A. Velivetskaya¹¹Far East Geological Institute Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences (FEGI FEB RAS), Vladivostok²Far Eastern Federal University (FEFU), Vladivostok

The behavior of oxygen and carbon stable isotopes in granodiorites of the Berezitovoe deposit (the Amur Region northwest) affected by metasomatic processes has been studied. The isotope analysis of trace carbon in rocks ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$) and silicate oxygen ($\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$) was carried out at the Analytical Center of Far East Geological Institute FEB RAS, in Laboratory of Stable Isotopes using Finnigan MAT-253 mass-spectrometer. It was determined that quantity of ($\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$) and ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$) in metasomatic rocks was regularly varying from their front zones towards the back as follows: ($\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$) increased from +9.6‰ to +11.2‰ whereas ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$) decreased from -10.8‰ to -27.2.‰. Based on the calculation of the modal composition of rock samples from the zones of metasomatic alteration, the change of isotope compositions may be linked to the increasing quartz and muscovite in the granite composition as well as to higher degree of reduction of metasomatic rocks relative to initial granites.

Keywords: isotopes of oxygen and carbon, granite, metasomatites, Berezitovoe deposit, Amur region.

Введение

Интерпретация изотопного состава кислорода и углерода сложна и неоднозначна. На вариации изотопного состава углерода и кислорода в природе влияют разные факторы: величина фугитивности кислорода, величина pH, состав флюида, воздействующего на породу, температура, минералогические особенности и эволюционная история формирования данной породы [7, 11]. Ранее

нами в метасоматитах Березитового месторождения изучался изотопный состав кислорода, свинца и серы. Полученные данные позволили сделать вывод, что метасоматические породы месторождения образовались непосредственно по вмещающим палеозойским гранитам, сера в сульфиде имеет магматический генезис, а состав изотопов рудного свинца свидетельствует о среднепалеозойском возрасте их источника [2].

В данной работе на основе новых данных по стабильным изотопам кислорода и углерода в метасоматитах Березитового месторождения делается попытка объяснить установленные закономерности в изменении изотопного состава направленным изменением модального состава пород в процессе метасоматоза. Модальный состав метасоматитов оценивается на основе разработанной нами оригинальной программы МС [8].



Характеристика минеральных парагенезисов метасоматических пород Березитового месторождения и их модалного состава.

Березитовое золоторудное месторождение расположено в северо-западной части Амурской области в бассейне нижнего течения р. Хайкта, крупного правого притока р. Большой Ольдой (рис. 1). Оно представляет собой сложный тип золоторудного оруденения, локализованного во флюидно-эксплозивной структуре, которое по морфологии и составу рудовмещающих пород не имеет близких аналогов среди известных золоторудных месторождений Забайкалья и Дальнего Востока. Месторождение представлено сульфидсодержащими

метасоматическими породами, которые локализованы в массиве порфировидных гранодиоритов палеозойского возраста [3] в виде двух совмещенных перевёрнутых конусов, расположенных последовательно друг за другом, причем южный конус в 1.5—2 раза больше северного. Эти своеобразные конусообразные крутопадающие структуры представляют собой флюидно-эксплозивные образования [6]. Рудное тело месторождения имеет сложную линзовидную форму (рис. 1). Длина его на поверхности достигает 950 метров. Мощность зоны меняется от 10—15 до 110 м.

Рудовмещающие породы месторождения сложены светло-серыми, зеленовато-серыми массивными

ми, реже сланцеватыми метасоматитами кварц-мусковитового состава, с вкрапленностью альмандин-спессартинного граната и турмалина. Реже в составе метасоматитов в переменных количествах встречается ортоклаз, хлорит, биотит, анортит, цинковая шпинель (железистый галенит), титанит, циркон, эпидот, алланит, пренит, фторапатит, флюорит, графит, гротит, червандонит-(Ce). Метасоматиты сильно брекчированы, причем обломочный материал метасоматических брекчий цементируется сульфидными минералами по системе сложных трещин, что свидетельствует о наложении рудной минерализации на метасоматические породы. Зона метасоматитов рассекается внутрирудными гранатсодержащими дайками метапорфиров, а также редкими пострудными дайками спессартитов и диоритовых порфиров. Более подробные сведения о рудной минерализации Березитового месторождения и его возрасте приводятся в публикациях [1—4].

Метасоматические породы месторождения обнаруживают четко выраженное зональное строение. В направлении от гранитов к центру метасоматической залежи выделяются следующие минералогические зоны.

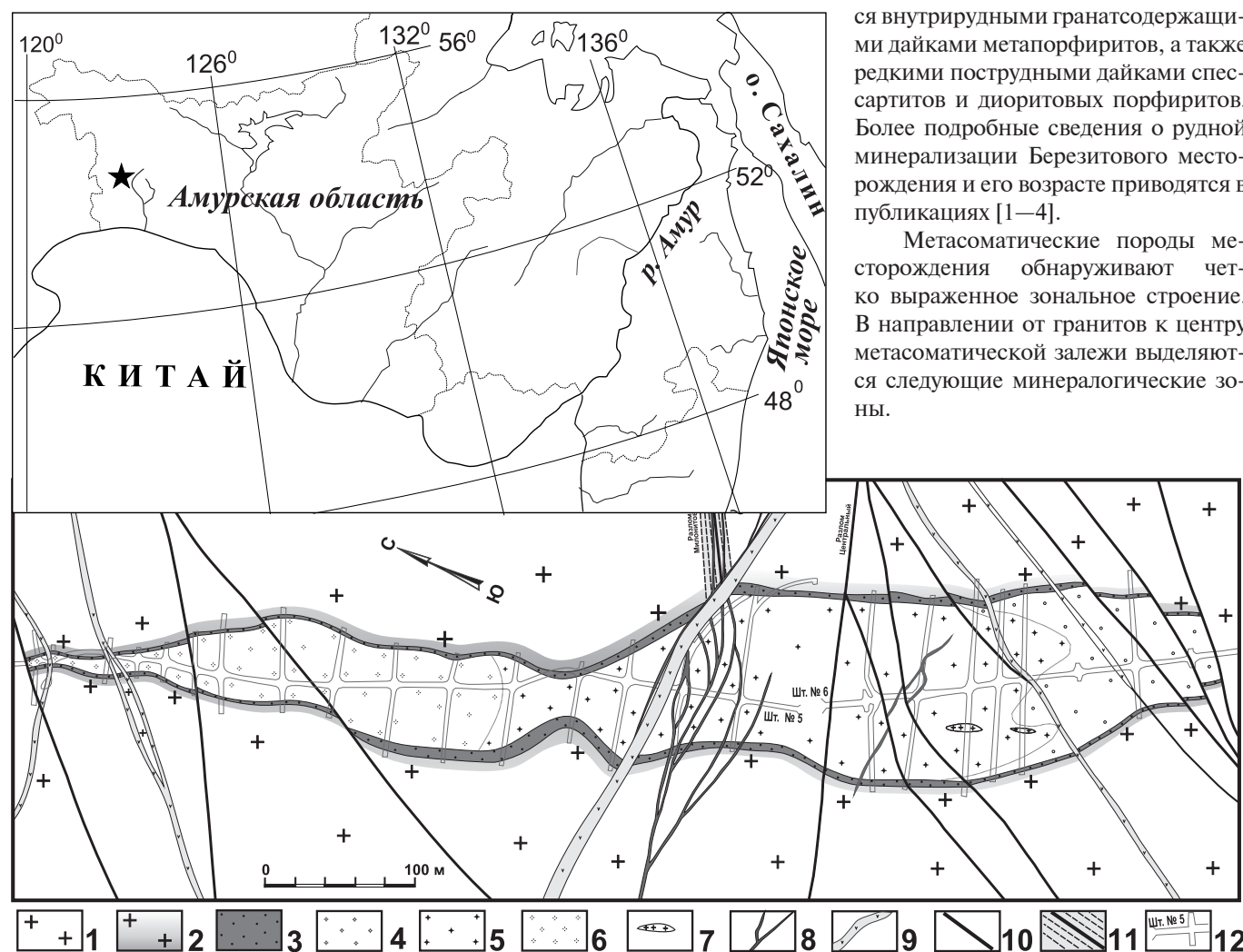


Рис. 1. Геологический план Березитового месторождения. Схема строения рудной зоны месторождения на горизонте 676 м: 1 — порфировидные биотит-роговообманковые гранодиориты палеозойского возраста; 2 — метасоматически измененные биотит-роговообманковые гранодиориты; 3—6 — основные типы рудовмещающих метасоматических пород: 3 — гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевые с пиритовой минерализацией, 4 — турмалин-гранат-ортоклаз-мусковит-кварцевые с преимущественно пиритовой минерализацией, 5 — турмалин-гранат-мусковит-кварцевые с золото-пирит-галенит-сфалеритовой минерализацией; 6 — турмалин-гранат-кварц-мусковитовые с золото-пирит-пирротин-сфалеритовой минерализацией; 7 — ксенолиты частично измененных гранодиоритов; 8 — дайки метапорфиров гранат-мусковит-биотит-кварц-анортитового состава; 9 — пострудные дайки спессартитов и диоритовых порфиров; 10 — основные тектонические нарушения; 11 — зона катаклазированных и измененных гранодиоритов с прожилковой полиметаллической минерализацией, 12 — подземные горные выработки. На врезке звездочкой показано географическое положение Березитового месторождения.

1. *Зона А. Слабоизмененный гранодиорит.* Магматический парагенезис: $Q + Pl_{25-35} + Kfs + Bi + Hb$. Изменение гранодиоритов выражено в развитии вторичного биотита по роговой обманке, появлении в небольших количествах новообразованного мусковита, кварца, хлорита и эпидота. Структура пород гранитная, порфировидная, среднезернистая. Акцессорные минералы представлены преимущественно апатитом, цирконом, магнетитом, ортитом и сфеном.

2. *Зона В. Сильноизмененный гранодиорит.* Ведущий магматический парагенезис остается таким же, как в зоне А: $Q + Pl_{25-35} + Kfs + Bi + Hb^*$. Однако изменение пород здесь выражено сильнее и обусловлено появлением мелких и мельчайших табличек основного плагиоклаза (вплоть до анортита), обильного мусковита и кварца, эпидота, хлорита и сульфидов, преимущественно пирита. В составе этих гранодиоритов участками присутствуют турмалин и андрадит-гроссуляровый гранат. При этом в породах сохранена первичная гранитная гипидиоморфнозернистая структура. Мощность зоны сильноизмененных гранодиоритов составляет первые метры.

3. *Зона С. Темно-серые тонкозернистые метасоматиты* представлены плотными темно-серыми породами, в которых широко развиты идиоморфные кристаллы розового граната. Парагенезис пород: $Q + Ms + Gr + Kfs + Bi + Pl_{90-95}$. Своеобразие этого типа пород подчеркивается значительными количествами новообразованного плагиоклаза, по составу близкого к анортиту. В составе метасоматитов в небольших количествах отмечаются турмалин, пирит, пирротин, магнетит, ильменит, сфалерит и галенит. Метасоматиты слагают зону мощностью от первых десятков сантиметров до 10 м, окаймляя трубообразную метасоматическую залежь на ее контакте с гранитами (рис. 1).

4. *Зона D. Светло-серые рудосные метасоматиты* основной части метасоматической залежи представлены тонкозернистыми светло-серыми породами, в которых видны мелкие единичные розовато-бурые агрегаты граната. В отдельных участках

пород совместно с гранатом находят агрегаты цинковой шпинели — галита. Парагенезис пород: $Q + Ms + Gr + Kfs + Bi$. В этих породах анортит отсутствует, а биотит присутствует в весьма малых количествах. Повсеместно в составе метасоматитов в переменных количествах наблюдаются также мелкие единичные агрегаты темно-коричневого турмалина.

Нашими исследованиями установлено, что при образовании метасоматических пород из гранодиоритов выносятся натрий, кальций, барий и стронций, а калий, марганец и рубидий привносятся [1]. Изменение состава гранодиоритов в процессе ме-

тасоматоза хорошо видно на диаграмме де ля Роша [9]. Метасоматиты тыловой зоны (зона D) занимают на этой диаграмме наиболее крайнее правое и нижнее положение, тогда как породы промежуточной зоны (зона C) тяготеют к полю измененных гранодиоритов. Вместе с тем точки составов даек гранатосодержащих метапорфириров, не затронутых метасоматозом, компактно расположены в поле диоритов (рис. 2). Модальный состав образцов всех минералогических зон, рассчитанный по программе MC¹, показан в таблице 1. Видно, что в последовательности образцов из зон А–D (т. е. от гранодиоритов внутрь метасоматического тела) постепенно

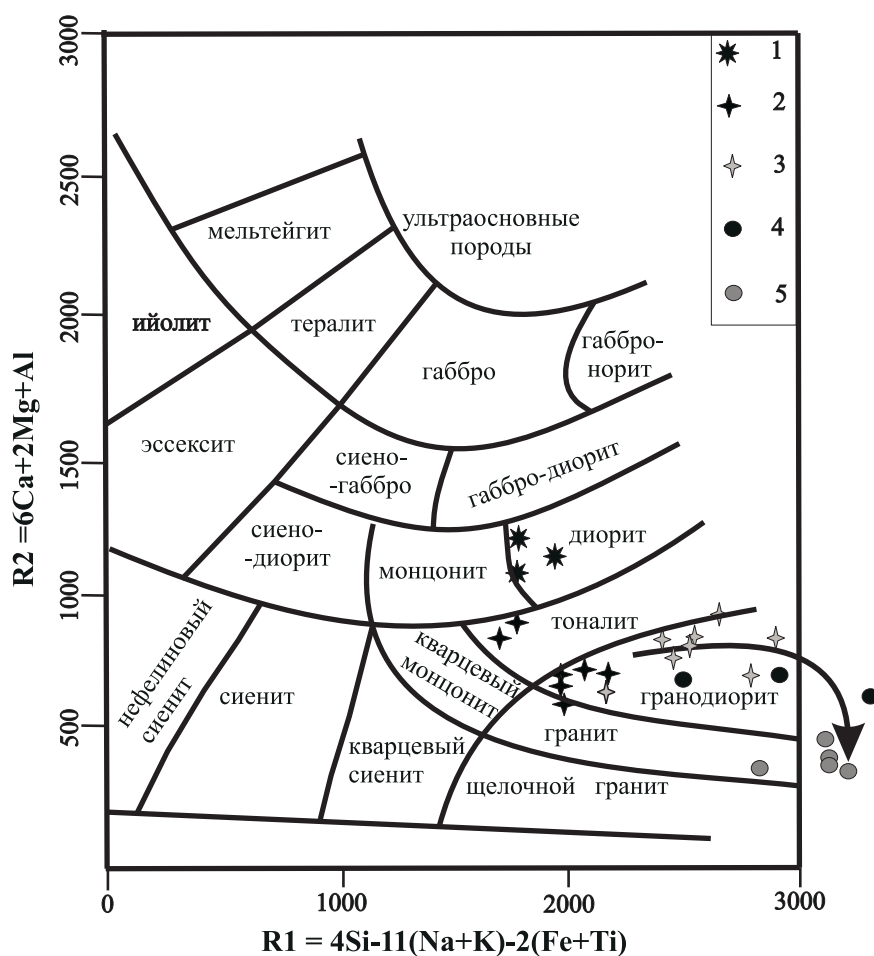


Рис. 2. Положение гранодиоритов, метасоматитов и метапорфириров Березитового месторождения на диаграмме де ля Роша [9]. Типы пород: 1 — метапорфириды; 2 — порфировидные гранодиориты; 3 — метасоматически измененные гранодиориты; 4 — темно-серые гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевые метасоматиты; 5 — светло-серые турмалин-гранат-мусковит-кварцевые метасоматиты. Стрелка показывает примерное изменение состава гранодиоритов в направлении от малоизмененных гранитоидов (зона А, В) к темно-серым (зона С) и светло-серым (зона D) метасоматитам. Обращает на себя внимание то, что темно-серые метасоматиты находятся на диаграмме в промежутке между малоизмененными гранодиоритами и светло-серыми метасоматитами. Исходные данные приведены в работе [1].

¹ Программа MC рассчитывает модальный состав пород на основе результатов их валового химического состава и составов слагающих породу минералов. Эта программа, описание алгоритма и примеры расчетов, в том числе и данные табл. 1, помещены в открытом доступе на информационном сервере ДВГИ ДВО РАН по адресу: <http://www.fegi.ru/innov/461-тс>. Описание программы приводится также в публикации [8].



Таблица 1

**Модальный состав (вес. %) гранодиоритов и метасоматитов
Березитового месторождения**

Обр.	Зона	Qtz	Kfs	Plag	Wm	Gr	Bi	Rut	Ep	Apat	Mgt	Ilm	Gbs	Σ	Res
1-Б	A	19	7	49.9	1.7	—	10.6	0.2	9.6	0.5	1.3	—	—	99.8	0.00
5	B	25.4	9.5	42.9	10.6	—	8	0.1	1.3	0.3	1.8	0	—	99.9	0.00
8-1	C	40.3	6.0	12.9	26.6	4.5	8.6	—	—	0.3	0.4	0.2	—	99.8	0.03
8-2	D	47.5	—	1.2	49.7	0.4	—	0.1	—	0.0	0.03	—	1	99.9	0.03

Примечание. Индексы минералов: Qtz — кварц, Kfs — калиевый полевой шпат, Plag — плагиоклаз, Wm — мусковит, Gr — гранат, Bi — биотит, Rut — рутил, Ep — эпидот, Apat — апатит, Mgt — магнетит, Ilm — ильменит, Gbs — гиббсит. Res — остаток химического состава породы, не укладываемый в рассчитанный модальный состав.

увеличивается содержание кварца и мусковита, а количество плагиоклаза убывает. Кроме того, в этой же последовательности зон А–D резко уменьшаются, практически до нуля, количества эпидота и магнетита. Этими двумя хорошо заметными закономерностями мы попытаемся объяснить особенности изменения изотопных составов кислорода и углерода в породах рассматриваемого месторождения.

**Методика анализа
стабильных изотопов
углерода и кислорода**

Изотопный анализ рассеянного углерода в породах и кислорода силикатов выполнялся в аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН в лаборатории стабильных изотопов. Подготовка образцов к масс-спектрометрическому изотопному анализу углерода проведена по методике окисления углерода на окислительной колонке CuO [5]. Измерение изотопного отношения $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ проводилось на изотопном масс-спектрометре Finnigan MAT-253 с использованием двойной системы напуска. Результаты измерений $\delta^{13}\text{C}$ даны в отношении к международному стандарту PDB. Воспроизводимость метода составляла $\pm 0.1\text{‰}$. Подготовка образцов к масс-спектрометрическому изотопному анализу кислорода проведена по лазерной методике. Выделение кислорода произведено методом фторирования с использованием пентафторида брома (BrF_5). Выделенный кислород очищали от продуктов реакции и остатков реактива на криогенных ловушках и ловушке с KBr. Измерение изотопных отношений $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ проведено на изотопном масс-спектрометре Finnigan MAT-253 относительно лабораторного стандарта, калиброванного по

международным стандартам NBS-28, NBS-30. Воспроизводимость значений $\delta^{18}\text{O}$ (1σ) составляла $\pm 0.2\text{‰}$, $n = 10$. Масса анализируемых образцов 1–2 мг. Результаты измерений $\delta^{18}\text{O}$ даны в отношении к международному стандарту VSMOW. Воспроизводимость метода составляла $\pm 0.2\text{‰}$.

Результаты и обсуждение

Стабильные изотопы кислорода изучали в метасоматических породах и гранитах месторождения (всего 10 образцов). Анализ производился как в целом по породе, так и в мономинеральных пробах кварцев. Образцы гранитов отобраны на расстоянии 10, 5, 1 м от контакта с метасоматитами и непосредственно вблизи контакта с метасоматической зоной. Образцы метасоматических пород были представлены темно-серыми и светло-серыми метасоматитами. Как видно из таблицы 2, значение $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ постепенно увеличивается в направлении от слабоизмененных гранодиоритов внутрь метасоматического тела — от $+9.6\text{‰}$ до $+11.2\text{‰}$. При этом величина $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ в чисто отобранном кварце из гранитов заметно меньше, чем $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ в кварце из светло-серых метасоматитов (табл. 2). Известно, что последовательность минералов по возрастанию в них $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ выглядит следующим образом: биотит — мусковит — плагиоклаз — калиевый полевой шпат — кварц [7]. Поэтому развитие мусковита за счет плагиоклаза должно приводить при прочих равных условиях к повышению величины $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ образующегося кварца. Следовательно, мы получаем простое объяснение факту утяжеления изотопного состава кислорода (табл. 2), поскольку содержание кварца и мусковита, как

выше упоминалось, с увеличением степени метасоматоза возрастают (табл. 1). В то же время наименее измененные метасоматозом гранодиориты (обр. 1-Б, табл. 2) по изотопному составу кислорода отвечают «нормальной» группе гранитоидов [10].

Как видно из таблицы 2, наблюдается четкое уменьшение величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ в направлении от слабоизмененных гранодиоритов к светло-серым метасоматитам или внутрь метасоматического тела: от -10.8‰ до -27.2‰ . Поскольку карбонаты в рассматриваемых метасоматитах полностью отсутствуют, рассеянный углерод в наших породах может находиться в жидких или газовых включениях преимущественно как CO_2 , CH_4 и в виде графита. Хорошо известно [2], что метан в равновесии с CO_2 или с графитом относительно обогащен легким изотопом углерода, поэтому повышение восстановленности системы $\text{CO}_2\text{—CH}_4$ или $\text{C—CO}_2\text{—CH}_4$ (другими словами, увеличение мольной доли метана в анализируемом газе) должно приводить к уменьшению величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$. Гранодиориты по отношению к метасоматитам, несомненно, более окислены, поскольку содержат, в отличие от метасоматитов, минералы с трехвалентным железом — эпидот и магнетит (табл. 1). Отсюда видно, что более высоким уровнем восстановленности метасоматитов, сравнительно с гранодиоритами, можно объяснить установленный сдвиг изотопного состава рассеянного углерода в «легкую» сторону, в направлении от гранодиоритов к метасоматитам.

Таким образом, установлено закономерное утяжеление величины $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ от $+9.6\text{‰}$ до $+11.2\text{‰}$ и уменьшение величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ от -10.8‰ до -27.2‰ в метасоматических породах в направлении



Таблица 2

**Изотопный состав кислорода ($\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$) и рассеянного углерода ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$)
в гранитах и метасоматических породах месторождения Березитовое**

Аналитики Е. С. Ермоленко, Т. А. Веливецкая

№ обр.	Характеристика породы	Зона метасоматоза	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$
1-Б	Слабоизмененный гранит – 10 м от контакта с метасоматитами	A	8.9	-10.8
2-Б	Слабоизмененный гранит – 5 м от контакта с метасоматитами		10.1	-13.1
3-Б	Слабоизмененный гранит – 1 м от контакта с метасоматитами		9.7	-11.6
1	Кварц из неизмененных гранитов		9.6	-
5	Гранит вблизи контакта с метасоматитами	B	10.0	-25.8
5-В	Гранит вблизи контакта с метасоматитами		9.8	-27.2
4-А	Метасоматит темно-серый	C	10.5	-19.5
4-В	Метасоматит темно-серый		10.4	-17.2
8-1	Метасоматит темно-серый		10.0	-21.4
6	Метасоматит светло-серый	D	10.8	-27.1
8-2	Метасоматит светло-серый		10.6	-27.2
2	Кварц из светло-серых метасоматитов		11.2	-

от передовых зон метасоматоза к тыловым. Расчет модального состава образцов из метасоматических зон показал, что это изменение изотопных составов кислорода и углерода связано с направленным развитием

кварц-мусковитовой ассоциации по гранитам с увеличением количества мусковита и кварца и более высоким уровнем восстановленности метасоматитов сравнительно с гранитами.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 15-05-00809.

Литература

1. Авченко О. В., Вах А. С., Чудненко К. В., Худоложкин В. О. Генезис гранат-содержащих пород Березитового месторождения (Верхнее Приамурье, Россия) // Геология рудных месторождений. 2014. Т. 56. № 1. С. 19–40.
2. Авченко О. В., Вах А. С., Горячев Н. А., Александров И. А., Веливецкая Т. А., Капитонов И. Н. Генезис Березитового золото-полиметаллического месторождения (на основе данных по изотопному составу свинца, кислорода и серы) // Доклады РАН. 2013. Т. 453. № 2. С. 185–189.
3. Вах А. С., Авченко О. В., Киселев В. И., Сергеев С. А., Пресняков С. Л. Геохронологические U-Pb-изотопные исследования цирконов из гранитов и рудоносных метасоматитов Березитового золото-полиметаллического месторождения (Верхнее Приамурье, Россия) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 6. С. 20–39.
4. Вах А. С., Степанов В. А., Авченко О. В. Березитовое золото-по-

лиметаллическое месторождение: геологическое строение и состав руд // Руды и металлы. 2008. № 6. С. 44–48.

5. Веливецкая Т. А., Игнатъев А. В., Рейзе М. В., Кияшко С. И. Экспрессный метод подготовки жидких и твердых проб органических веществ для изотопного анализа углерода // Масс-спектрометрия. 2006. Т. 3. № 3. С. 169–174.
6. Туговик Г. И. Флюидно-эксплозивные структуры и их рудоносность. М.: Наука, 1983. 192 с.
7. Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. 590 с.
8. Чудненко К. В., Авченко О. В., Вах А. С., Чудненко А. К. Петрологический инструмент для вычисления реального минерального состава горной породы (программа MC) // Геоинформатика. 2014. № 2. С. 44–54.
9. De La Roche H., Leterrier P., Grand/Clode P., Marchal M. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2 — diagram and major element analyses — its relationships with current nomenclature // Chem. Geol. 1980. V. 29. P. 183–210.

10. Taylor H. P. Oxygen and hydrogen isotope of plutonic granite rocks // Earth and Planet. Sci. Lett. 1978. V. 38. P. 177–210.
11. Hoefs J. Stable Isotope Geochemistry. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 2009. 281 p.

References

1. Avchenko O. V., Vakh A. S., Chudnenko K. V., Khudolozhkin V. O., *Genesis granat-soderzhaschih porod Berezitovogo mestorozhdeniya (Verhnee Priamur'e, Rossiya)* (Genesis of garnet-containing rocks from Berezitovoe deposit (Upper Amur, Russia)) // *Geologiya rudnykh mestorozhdenii*, 2014, V. 56, No 1. pp. 19–40.
2. Avchenko O. V., Vakh A. S., Goryachev N. A., Aleksandrov I. A., Velivetskaya T. A., Kapitonov I. N., *Genesis Berezitovogo zolotopolimetallichesкого mestorozhdeniya (na osnove dannyh po izotopnomu sostavu svintsa, kisloroda i sery)* (Genesis of Berezitovoe gold-polymetallic deposit (on the basis of Pb, O, S isotope



composition)// Doklady RAN, 2013, V. 453, No 2, pp. 185-189.

3. Vakh A. S., Avchenko O. V., Kiselev V. I., Sergeev S. A., Presnyakov S. L., *Geohronologicheskie U-Pb izotopnye issledovaniya tsirkonov iz granitov i rudonosnyh metasomatitov Berezitovogo zoloto-polimetallicheskogo mestorozhdeniya (Verhnee Priamur'e, Rossiya)* (Geochronological U-Pb isotope study of zircons from garnets and ore-bearing metasomatites of Beresitovoe gold-polymetallic deposit (Upper Amur, Russia))// Tihookeanskaya geologiya, 2013, V. 32, No 6, pp. 20-39.

4. Vakh A. S., Stepanov V. A., Avchenko O. V., *Berezitovoe zoloto-polimetallicheskie mestorozhdenie: geologicheskoe stroenie i sostav rud* (Beresitovoe gold-polymetallic deposit: structure and composition)// Rudy i metally, 2008, No 6, pp. 44-48.

5. Velivetskaya T. A., Ignat'ev A. V.,

Reize M. V., Kiyashko S. I., *Ekspressnyi metod podgotovki zhidkih i tverdyh prob organicheskikh veshchestv dlya izotopnogo analiza ugleroda* (Express method of preparation of liquid and solid samples of organic substances for isotope analysis of carbon)// Mass-spektrometriya, 2006, V. 3. No 3, pp. 169-174.

6. Tugovik G. I., *Flyuidno - eksplozivnye struktury i ih rudonosnost'* (Fluid explosive structures and their ore composition), Moscow: Nauka, 1983, 192 pp.

7. For G., *Osnovy izotopnoi geologii* (Basics of isotope geology), Moscow: Mir, 1989, 590 pp.

8. Chudnenko K. V., Avchenko O. V., Vakh A. S., Chudnenko A. K. *Petrologicheskii instrument dlya vychisleniya real'nogo mineral'nogo sostava gornoj porody (programma MS)* (Petrological instrument to assess real mineral composition of

rocks)// Geoinformatika, 2014, No 2, pp. 44-54.

9. De La Roche H., Leterrier P., Grand/Clode P., Marchal M. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2 — diagram and major element analyses — its relationships with current nomenclature // Chem. Geol. 1980, V. 29, pp. 183—210.

10. Taylor H. P. Oxygen and hydrogen isotope of plutonic granite rocks // Earth and Planet. Sci. Lett. 1978, V. 38, pp. 177—210.

11. Hoefs J. Stable Isotope Geochemistry. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg, 2009, 281 pp.

Рецензент

Д. Г.-М. Н. В. И. Силаев



УДК 549.622

МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД СЕРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е. М. Сорокин, Ю. М. Астахова, И. Г. Быстров, М. В. Иванова, Е. Г. Ожогина,
В. В. Ружицкий, О. А. Якушина
ФГУП «ВИМС», Москва
egorgeohim@ya.ru

В настоящее время минерально-сырьевая база железа представлена рудами невысокого качества. Поэтому важной задачей является разработка эффективных, безотходных технологий переработки железных руд. Эффективность технологического передела железных руд базируется на максимально полной информации об их вещественном составе.

Серовское месторождение бобово-конгломератовых железных и охристых железо-никелевых руд приурочено к Заморайской мезозойско-кайнозойской депрессии. На месторождении выделяется два типа железных руд: охристый и бобово-конгломератовый, которые послужили объектом исследования.

Минералогические особенности охристых и бобово-конгломератовых железных руд Серовского месторождения позволяют отнести их к одному технологическому типу. Природная дезинтеграция руд, преобладание в них тонкодисперсного материала существенно гётитового состава, тесно ассоциирующего с глинистыми минералами, присутствие железосодержащего хлорита, тесные сращения рудных минералов как между собой, так и с породообразующими фазами, нивелирующие технологические свойства конкретных минералов негативно скажутся на обогащении руд физическими методами.

Тектурно-структурные особенности руды в целом (высокая дисперсность подавляющей части руды, неоднородность, сложные взаимоотношения минералов, обусловленные развитием вторичных текстур и структур, наличие трещин усыхания и пр.) могут быть благоприятными для химического обогащения.

Ключевые слова: *Охристые руды, бобово-конгломератовые руды, текстурно-структурные особенности, технологические свойства, гётит, каолинит.*

MINERALOGICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF IRON ORE FROM SEROVSKOE DEPOSITS

E. M. Sorokin, J. M. Astakhova, I. G. Bystrov, M. V. Ivanova, E. G. Ozhogina,
V. V. Ruzhitskiy, O. A. Yakushina
FSUE «VIMS», Moscow

Now, iron resource base is of low quality. Therefore, it is important to develop an effective, waste-free processing technologies of ferrous ores. Technological conversion efficiency of ferrous ores is based on the most complete information on their material composition.

The Serovskoe deposit of legume-conglomerate of ferrous ocher and iron-nickel ores is confined to the Mesozoic-Cenozoic Zamorayskaya depression. There are two types of ferrous ores, ocher and legume-conglomerate, which have been studied.

We used the following methods: optical microscopy (stereomicroscope Leica MZ 12.5 and light microscope Leica DMRX, Germany), X-ray phase analysis (X'Pert PRO, Netherlands), X-ray tomography (BT-1 "Geotom" Prominto, Russia), scanning electron microscopy (Tesla — 301B, Slovakia), microprobe analysis (Jeol JXA-8100, Japan).

We may relate both ocher and legume-conglomerate Serovskoe ferrous ores deposits to one technological type by their mineralogical features. Natural disintegration of the ores, the prevalence of goethite fine material in close association with clay minerals, the presence of iron-containing chlorite, ore minerals close fusion, both among themselves and with the rock-forming phases, leveling the technological properties of specific minerals, adversely affect their dressing by physical methods.

General textural and structural characteristics of the ores (high dispersion of the overwhelming majority of the ore, heterogeneity, complex relationships of minerals due to the development of secondary textures and structures, desiccation cracks, etc.) favor the chemical enrichment methods.

Keywords: *Ocher ores, legume-conglomerate ores, textural and structural features, technological properties, goethite, kaolinite*

Введение

На сегодняшний день Россия обладает значительными прогнозными ресурсами железных руд. Однако в настоящее время минерально-сырьевая база железа представлена рудами невысокого качества [1], требующими дорогостоящих комбинированных технологий переработки. Поэтому важной задачей

является разработка эффективных, безотходных технологий переработки железных руд.

В связи с этим резко возрастает роль минералогических исследований, позволяющих с минимальными затратами выявлять и изучать особенности состава и строения исходных руд, их технологические свойства и, следовательно, прогнозировать

методы переработки и качество ожидаемых продуктов.

Объект и методы исследования

Серовское месторождение бобово-конгломератовых железных и охристых железо-никелевых руд расположено в 15 км к северо-западу от города Серов и приурочено

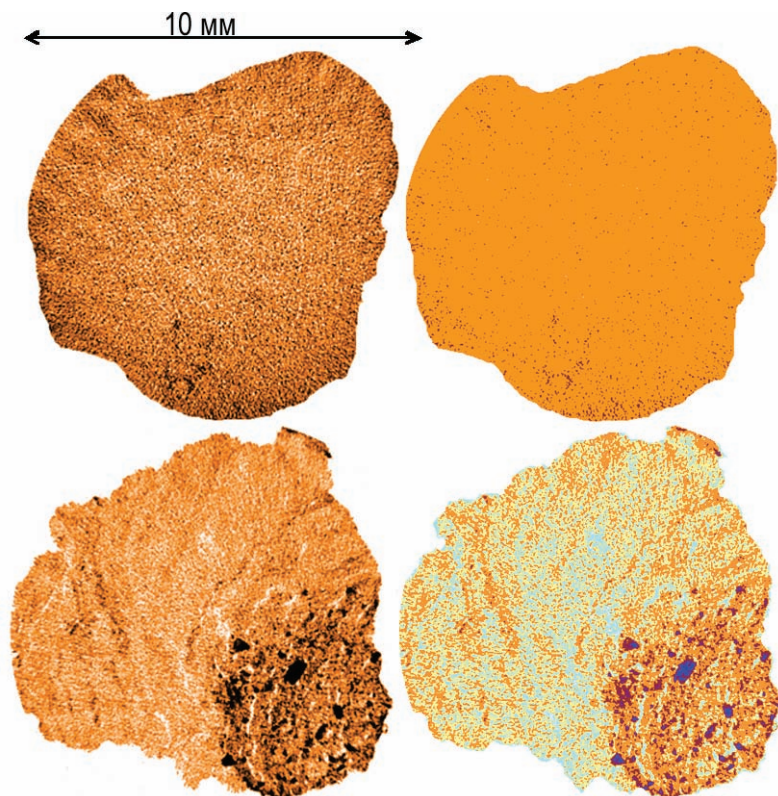


Рис. 1. Рентгенотомография руды Серовского месторождения: А — томограмма, Б — обработка по системе TomAnalysis, В — гистограмма соотношений фаз. Породообразующие минералы: кварц + опал — голубое; каолинит — желтое; рудные минералы: гетит, гидрогетит — оранжевое; гематит 2-х разновидностей — светло-коричневое, коричневое; магнетит 2-х разновидностей — синее, малиновое (хорошо окристаллизованный)

к Заморайской мезозойско-кайнозойской депрессии, ограниченной с востока серпентинитовым массивом. В геологическом строении месторождения принимают участие породы палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста [2].

Таким образом выделяются два типа железных руд: **охристый и бобово-конгломератовый**. Из них были сформированы две технологические пробы, которые послужили объектом исследования.

Минералогическое изучение железных руд и продуктов их обогащения проводилось комплексом физических методов: оптической микроскопией (стереомикроскоп высшего класса Leica MZ 12.5 и световой микроскоп Leica DMRX, Германия), рентгенографическим фазовым анализом (рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO, Нидерланды), рентгеновской томографией (микротомограф BT-1«Геотом», Проминто, Россия), растровой электронной микроскопией (растровый электронный микроскоп Tesla — 301B, Словакия), микрорентгеноспектральным анализом (Jeol JXA-8100, Япония).

Результаты и их обсуждение

Охристая руда представляет собой рыхлый и слабоуплотненный материал, значительно реже отмечаются плотные разновидности. Текстура руды — землистая, порошковатая, пятнистая, вкрапленная, а структура — скрытокристаллическая, метаколлоидная (рис. 1).

Руда относится к **гематит-магнетит-гетитовому минеральному типу**. Главными рудными минералами являются гетит и магнетит, в подчиненном количестве присутствует гематит. К второстепенным рудным минералам относятся хромшпинелид и оксиды марганца, представленные минералами группы псиломелана. Породообразующие минералы — каолинит и кварц, в резко подчиненном количестве присутствует опал. В руде обнаружены кальцит, сидерит, шамозит, бертьерин и монтмориллонит (нонтронит), присутствующие в весьма незначительных количествах и идентифицируемые в основном в продуктах обогащения.

Гетит (40 %) количественно преобладает и представлен моно- и полиминеральными агрегатами. Причём в мономинераль-

ных агрегатах отмечается примесь магнетита и гематита, в полиминеральных — гидрогетита, каолинита. Полиминеральные агрегаты доминируют и являются основной массой руды. Выявить индивидуализированные минералы удастся только электронно-микроскопическими исследованиями. Гетит представлен двумя разновидностями: скрытокристаллической метаколлоидной (I) и микрокристаллической (II) (рис. 2).

Гетит I тесно ассоциирует с тонкодисперсным каолинитом, размер зёрен которого составляет порядка 1 мкм. В агрегатах гетита энергодисперсионным анализом установлена примесь кремнезёма и глинозёма (20–30 %).

Гетит II образует полиминеральные агрегаты, включающие каолинит в изменяющихся количествах. Зерна гетита имеют чешуйчатую, пластинчатую, призматическую, столбчатую форму. Микрорентгеноспектральным анализом в гетите выявлено переменное содержание железа (42.96–50.43 %). В гетитовых агрегатах присутствуют марганец, никель, фосфор, хром и кальций. Марганец (1.61–5.04 %) и хром (0.19–0.55 %) образуют собственные минеральные формы (псиломелан и хромшпинелид), преимущественно микро- и нанометрической размерности, кальцийсодержащие минералы (кальцит, сидерит и монтмориллонит) присутствуют в виде тонкой механической примеси в рудных агрегатах. В гетите отмечается никель (0.24–0.66 %) и очень редко кобальт (0.49–0.66 %). Собственные минеральные фазы этих металлов не обнаружены. Вероятно, руды являются природно-легированными никелем, кобальтом.

Магнетит (17 %) представлен в основном зёрнами панидиоморфной, ксеноморфной формы, реже отмечаются идиоморфные кристаллы октаэдрического габитуса, неравномерно распределённые в руде. Размер зёрен магнетита варьирует в широких пределах. Магнетит неравномерно гематитизирован и иногда гетитизирован. В большинстве случаев процесс мартитизации начинается с периферии зёрен магнетита и носит прерывистый характер, но явных закономерностей в этом процессе не наблюдается. Мартитизация обуславливает неод-

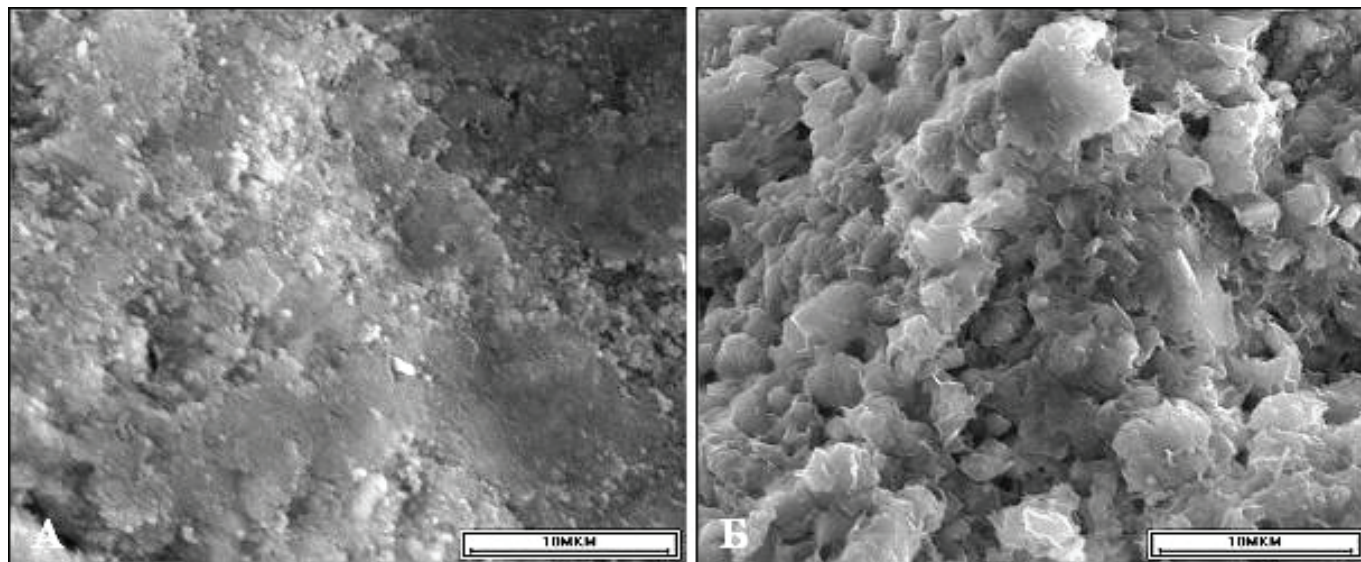


Рис. 2. Микрофотографии. Гелеподобные агрегаты гетита (А) и кристаллически-зернистые агрегаты гетита (Б). РЭМ

нородность зёрен магнетита, влияет на его магнитные свойства и, как следствие, на поведение руды в технологическом процессе. По данным мессбауэровской спектроскопии, содержание железа в магнетите колеблется от 69.45 до 71.86 %, структурной примесью в нем является магний (0.26—1.47 %).

Гематит (8 %) в большинстве своем встречается в виде полиминеральных рудных агрегатов (сростков), образовавшихся в результате замещения им магнетита. Но иногда встречаются индивидуализированные зерна гематита таблитчатой и пластинчатой форм.

Хромшпинелид (1%) распространен в руде неравномерно и представлен, по данным рентгенографического анализа, магний-железосодержащим видом — хромпикотитом. Он присутствует в виде фрагментов кристаллов остроугольной формы, панидиоморфных зерен. Размер зерен изменяется от первых миллиметров до 0.25 мм. Содержание хрома в хромпикотите варьирует от 26.82 до 39.41 %, содержание магния — 5.03—5.56 %, а железа — 17.05—19.05 %. В хромшпинелиде практически всегда присутствуют механические примеси псиломелана и каолинита.

Каолинит (18 %) — главный породообразующий минерал — присутствует в тесной ассоциации с гидроксидами железа, формирует матрицу руды. Тонкодисперсный глинистый материал сформирован кристаллами каолинита столбчатой, пластинчатой, чешуйчатой формы размером менее 0.005 мм. Иногда отмечаются изогнутые червеобразные выделения, состоящие из плотно

прилегающих кристаллов. Каолинит формирует также мономинеральные агрегаты, но их размер (<10 мкм) не позволяет с помощью микрорентгеноспектрального анализа установить химический состав. В агрегатах наблюдается довольно высокое (2—5 %) содержание железа за счёт примеси гидроксидов железа (рис. 3).

Рентгенографическим и электронно-микроскопическим методами в тонкодисперсных железоглинистых агрегатах были обнаружены шамозит и монтмориллонит (нонтронит). Шамозит (железистый хлорит) встречается в виде выделений, сформированных пластинчатыми и таблитчатыми кристаллами размером менее 0.005 мм в тесной ассоциации с нонтронитом (Fe-монтмориллонитом), образующим опаловидные массы, в которых иногда прослеживается индивидуализация зерен облаковидной формы. Железосодержащие глинистые минералы будут концентрироваться в тонких классах руды в немагнитных фракциях, и с ними будут связаны потери железа. Кварц присутствует в виде обломков полуокатанной формы алевритовой размерности и в виде полупрозрачных зерен неправильной, в основном угловатой формы. Обломочный кварц четко приурочен к каолинит-гетит-гидрогетитовым агрегатам.

Минералогический прогноз обогатимости охристой руды подтвержден технологическими испытаниями.

Гранулометрическим анализом установлено, что выход тонких классов —0.44+0 мм составляет 52.8 %.

Шламы на 41.5 % представлены материалом крупностью —0.01 мм, то есть имеют практически необогащаемую крупность, при этом потери $Fe_{общ}$, Cr и Ni составляют 18.9, 12.6 и 32.6 % соответственно. Для характеристики состава исходной руды крупностью —0.044+0 мм был применен дисперсионный анализ. Минералогическое изучение продуктов показало, что состав фракций различной крупности (—0.044+0 мм) одинаковый, однако он отличается количественным соотношением минералов. В материале крупностью менее 0.044 мм прослеживается типичная для рыхлых охристых железных руд тенденция незначительного увеличения количества породообразующих минералов и соответственно уменьшение доли рудных минералов за исключением гетита, содержание которого увеличивается в более тонком материале [3].

Тесное срастание каолинита с гидроксидами железа негативно влияет на технологические свойства **охристых руд**. Присутствие шамозита, бертьерина и монтмориллонита (нонтронит) может привести к потере железа в тонких классах и немагнитных фракциях охристых руд.

Бобово-конгломератовая руда в целом представлена конгломератами, сформированными преимущественно окатанными и полуокатанными обломками (бобовинами) и их фрагментами, реже галькой, сцементированными гидроксидами железа и глинистым материалом. Неравномерное распределение обломочного материала и различная интенсивность окраски обусловили пятнистую текстуру руды.

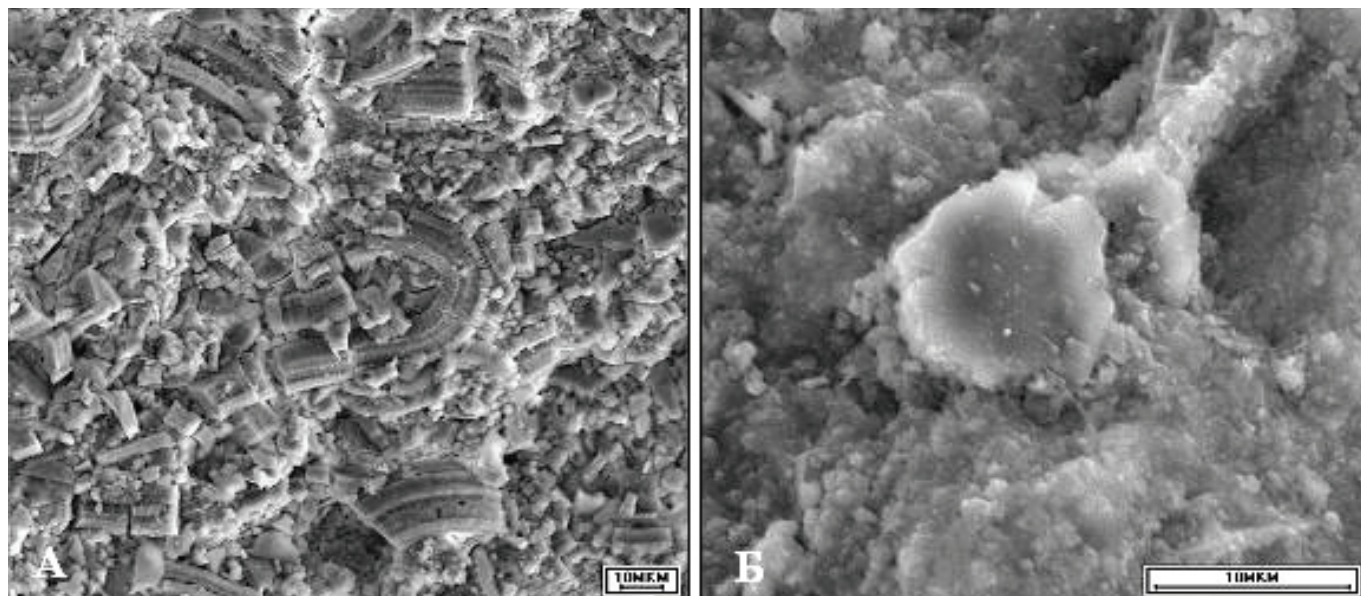


Рис. 3. А — червеобразные выделения каолинита, сформированные кристаллами столбчатой, чешуйчатой, пластинчатой формы; Б — каолинит таблитчатой формы. РЭМ

Иногда встречаются землистые руды, которые в различной степени литифицированы — от рыхлых до плотных. Структура руды псевдитовая. Тип цемента преимущественно базальный, по составу полиминеральный. Структура цемента псевдоаморфная. Первичные текстуры руды — бобовая и псевдоолитовая, первичные структуры — скрытокристаллическая и метаколлоидная, реже тонкокристаллическая. Вторичные текстуры — корковая, плёночная, каёмчатая, прожилковая. Вторичные структуры относятся к категории замещения: реликтовая, структура разведения, решётчатая и другие (рис. 4).

Крупные (более 10 мм) обломки конгломератов представляют собой преимущественно гётитовые гальки, плотные обломки руды существенно гётитового состава с переменным количеством гематита и магнетита, бобовины магнетита и неравномерно распределённые породообразующие минералы. В материале крупностью $-10+1$ мм происходит частичное раскрытие минеральных агрегатов. Присутствуют полиминеральные существенно гётитовые агрегаты, фрагменты магнетитовых и гематит-магнетитовых конгломератов, обломки серпентинитов, магнетитовые бобовины. Более тонкий материал ($-1+0.1$ мм) состоит из рудных и породообразующих агрегатов, реже присутствуют полиминеральные агрегаты с преобладанием гидроксидов железа. На долю самого тонкого класса (-0.1 мм) приходится 30 % руды, он представлен «свобод-

ными» зёрнами и агрегатами рудных и породообразующих минералов.

По минеральному составу руда относится к гематит-гётитовому типу. Главными рудными минералами являются гётит и гематит, второстепенными — магнетит, хромшпинелид, пирит, а также сидерит. В руде и продуктах ее обогащения обнаружены халькопирит, гидроксиды марганца, тальк, гиббсит, монтмориллонит, кальцит, циркон.

Гётит и гидрогётит присутствуют в тесной ассоциации друг с другом, что затрудняет их разделение. Агрегаты гётита и гидрогётита почти целиком слагают цемент конгломератов (рис. 5), имеют различную степень литификации.

Гётитом сложены гальки с резко подчинённым количеством других минералов. Иногда отмечается раскристаллизация минерала с по-

явлением элементов тонкокристаллического строения. Гётит галек характеризуется более высоким содержанием железа (58—60 %), чем гётит в цементе породы (56—58 %). Содержание хрома в гётите достигает 2.5 %. Присутствует он в виде хромшпинелида, образующего тонкие механические включения. Никель также встречается в гётите галек, в цементирующем материале он отмечается не всегда. Постоянное присутствие алюминия, кремния, иногда магния связано с механическими включениями породообразующих минералов.

Гематит представлен двумя разновидностями: скрытокристаллической, тонко- и мелкокристаллической, распределёнными в руде неравномерно. В бобовинах и гальках гематит в различной степени замещает магнетит. Полная мартитиза-

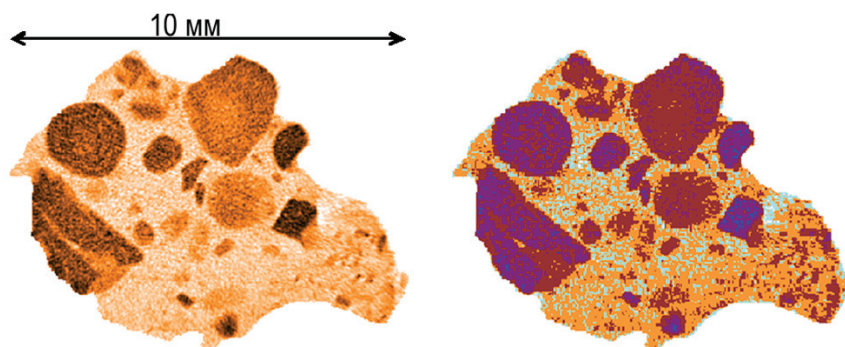


Рис. 4. Рентгенотомография бобово-конгломератовой железной руды Серовского месторождения: А — томограмма, Б — обработка по программе TomAnalysis. Пороодообразующие минералы: кварц, опал, халцедон — голубое, слоистые алюмосиликаты — желтое; рудные минералы: гётит, гидрогётит — оранжевое, гематит 2-х разновидностей — светло-коричневое, коричневое; магнетит 2-х разновидностей — синее, малиновое (хорошо окристаллизованный)

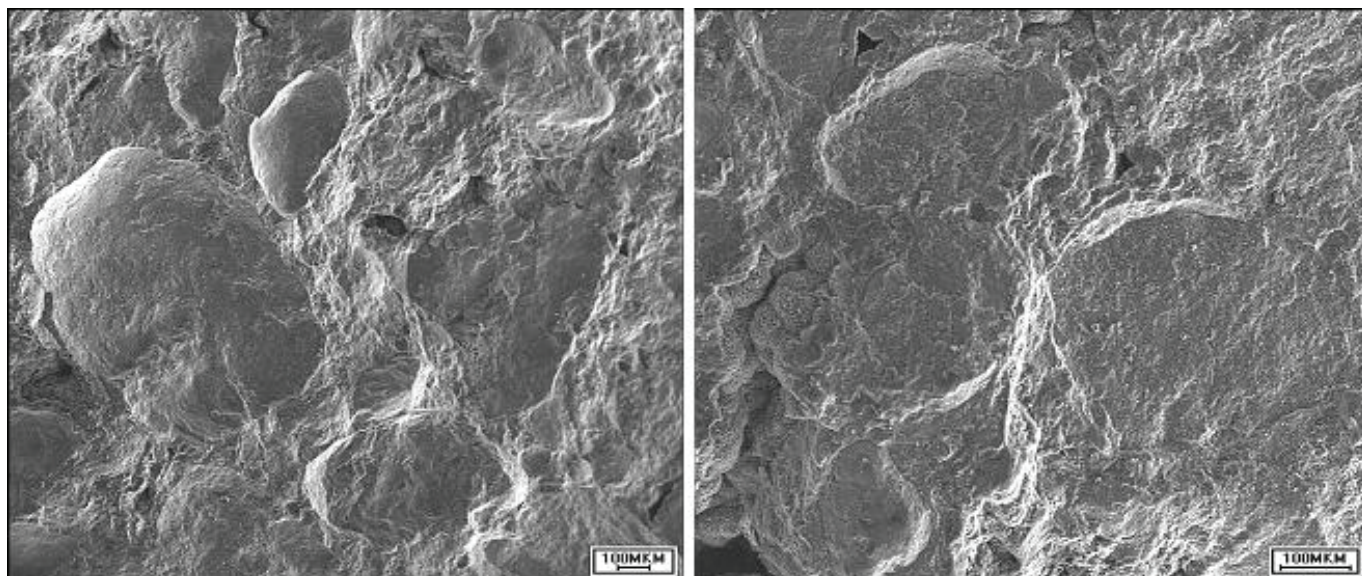


Рис. 5. Рудные бобы, сцементированные гетитом волокнистого микростроения с примесью слоистых силикатов. РЭМ

ция происходит по периферии бобовин, а в их центральных частях распространена неравномерно. В целом мартитизация проявлена не одинаково. По периферии бобовин образуется либо тонкая кайма, либо только пятнистая вкрапленность. В цементе гематит развит неравномерно и надёжно идентифицируется электронно-микроскопическими исследованиями. Форма зёрен гематита таблитчатая и пластинчатая. Гематит отличается низким содержанием железа за счёт включения порообразующих фаз. Максимальное содержание железа (65 %) отмечается в кристаллически зернистом гематите. В нем также присутствуют хром (до 5.6 % Cr_2O_3) и иногда титан (до 1.45 % TiO_2).

Магнетит распределён в руде неравномерно, в резко подчинённом количестве, отмечается в рудных гальках существенно гётитового состава в виде вкрапленности различного типа. В основном магнетит сосредоточен в рудных бобовинах различного размера и форм. Основная масса бобовин подвержена незначительной раскристаллизации, вследствие чего магнетитовые метаколлоидные агрегаты приобретают скрыто- и мелкокристаллическую структуру. Содержание железа в агрегатах существенно магнетитового состава составляет 56–58 %, что обусловлено значительной примесью других минералов. Непосредственно в магнетите содержится порядка 70 % железа, структурной примесью иногда является титан, количество которого может достигать 1.2 % (присутствие титана не повсеместно).

Хромшпинелид, представленный хромпикотитом, распределен в руде неравномерно. Присутствует в основном в виде обломков панидиоморфной, остроугольной, угловатой и частично ограниченной формы размером от 0.006 до 2 мм. Встречается в виде механической примеси в минералах железа и серпентинита. Особый интерес представляют зерна хромпикотита, в различной степени окаймленного магнетитом или гематитом. Это приводит к повышенной удельной магнитной восприимчивости хромшпинелида и вследствие этого к обогащению им магнитной фракции.

Породообразующие минералы бобово-конгломератовых руд представлены серпентином, кварцем, сидеритом, каолинитом, шамозитом. Серпентин присутствует в виде обломков и агрегатов различных размеров и форм, а также в виде галек, неравномерно изменён; продуктами изменения являются гидроксиды железа и опал. Сидерит образует тонко- и скрытокристаллические агрегаты, замещающие кварц вплоть до полных псевдоморфоз. Сидерит также присутствует в цементе в виде гнёзд — идиоморфными, пластинчатыми и неправильной формы зёрнами, плотно прилегающими друг к другу. Каолинит тесно ассоциирует с гидроксидом железа, формирует цемент руды. Установлено, что тонкодисперсный глинистый материал сформирован кристаллами каолинита пластинчатой, чешуйчатой формы размером менее 0.005 мм. Шамозит распространён в руде крайне неравномерно, представлен тонко и мел-

кокристаллическими агрегатами, образующими достаточно крупные гнезда серо-зеленого и грязно-зеленого цвета, цементирующие обломки кварца и ассоциирующие с гибситом (рис. 6).

Минералогические особенности **бобово-конгломератовых руд** являются неблагоприятными для обогащения. Методами глубокого обогащения, вероятно, удастся извлечь только часть рудных минералов, присутствующих в гальках, бобах и индивидуализированных зёрнах. При этом следует обратить внимание, что если рудные гальки в основном мономинеральные, то бобы отличаются различной степенью гетерогенности. Значительное количество рудных минералов, по-видимому, будет концентрироваться в хвостах. Учитывая высокую дисперсность цементирующей массы, тип цемента и его структурные особенности, можно предполагать, что значительное количество материала, в первую очередь гетит-гидрогетитового состава, будет сосредоточено в тонких классах руды.

Процесс неравномерной мартитизации негативно влияет на магнитные свойства магнетита и приводит к снижению значения удельной магнитной восприимчивости магнетита. Неоднородность гематита приводит к понижению плотности и удельной магнитной восприимчивости рудных агрегатов, сформированных преимущественно гематитом. Образование каём магнетита вокруг зёрен хромпикотита приводит к увеличению удельной магнитной восприимчивости хромпикотита



и способствует накоплению минерала в магнитных фракциях. Присутствие серпентина в агрегатах существенно гётитового состава (цемент) снижает их плотность, что приводит к частичной концентра-

ции рудных агрегатов в материале легких фракций. Морфологические особенности кристаллически-зернистого сидерита в целом благоприятно влияют на его раскрытие. Однако наличие коррозионных

структур обуславливает тесные срастания сидерита и кварца, которые не могут быть раскрыты методами глубокого обогащения.

Заключение

Минералогические особенности охристых и бобово-конгломератовых железных руд Серовского месторождения позволяют отнести их к одному технологическому типу.

Природная дезинтеграция руд, преобладание в них тонкодисперсного материала существенно гётитового (гидрогётитового) состава, тесно ассоциирующего с глинистыми минералами, присутствие железосодержащего хлорита, тесные срастания рудных минералов как между собой, так и с породообразующими фазами, нивелирующие физические (технологические) свойства конкретных минералов, негативно скажутся на обогащении руд физическими методами.

В то же время текстурно-структурные особенности руды в целом (высокая дисперсность подавляющей части руды, неоднородность, сложные взаимоотношения минералов, обусловленные развитием вторичных текстур и структур, наличие трещин усыхания и пр.) могут быть благоприятными для химического обогащения.

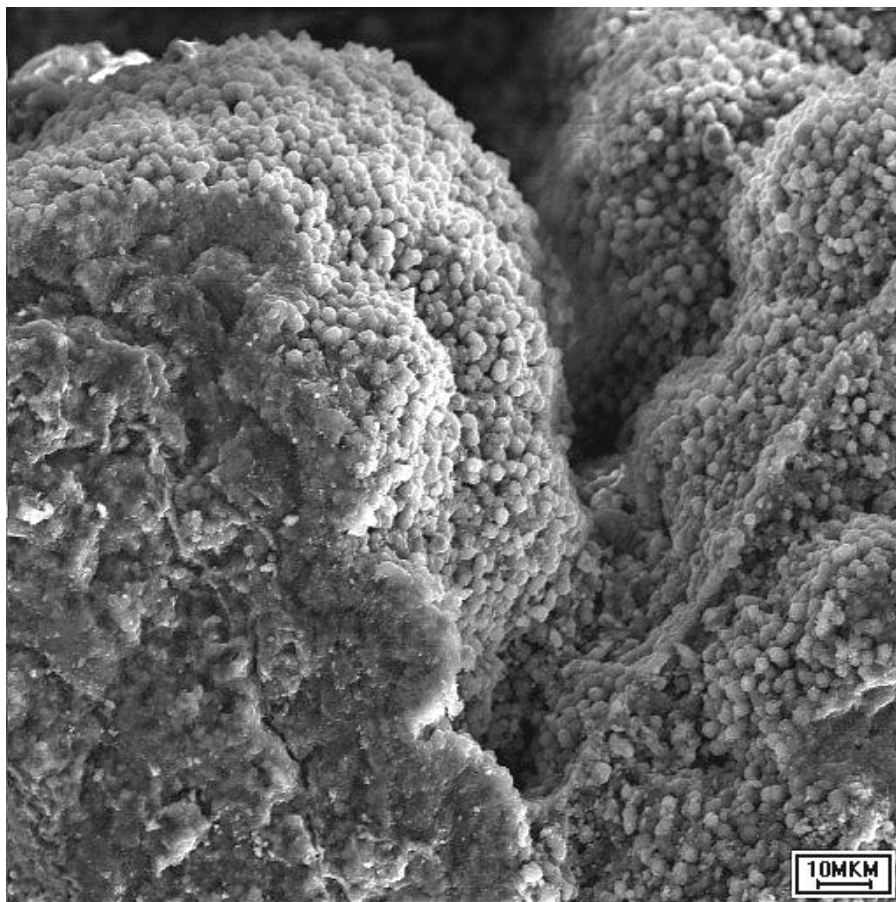


Рис. 6. Метаколлоидное образование гидроксидов железа (слева), ассоциирующее с шамозитом глобулярного микростроения. РЭМ

Литература

1. Вторушин А. В., Журавлёва Н. А. Мезозойские железные руды Серовского района на Северном Урале. М.: Недра, 1967. 140 с.
2. Вторушин А. В., Егорова Н. А. Вещественный состав и происхождение хромистых железных руд Серовского района // Геология и полезные ископаемые Урала: Тр. Свердловского горного института им. В. В. Вахрушева. Свердловск: Свердловское книжн. изд-во, 1961. Вып. 38. С. 67—93.
3. Сорокин Е. М., Иванова М. В., Астахова Ю. М. Минералогические особенности охристой железной руды Серовского месторождения, влияющие на технологические свойства и обогатимость // Новое в познании про-

цессов рудообразования: Материалы Четвёртой Российской молодёж. школы с междунар. участием. М.: ИГЕМ РАН, 2014. С. 263—264.

References

1. Vtorushin A. V., Zhuravleva N. A. *Mezozoiskie zheleznye rudy Serovskogo raiona na severnom Urale* (Mesozoic ferrous ores of Serov region in Northern Urals). Moscow: Nedra, 1967, 140 pp.
2. Vtorushin A. V., Egorova N. A. *Veschestvennyi sostav i proishozhdenie hromistyh zheleznykh rud Serovskogo raiona* (Material composition and genesis of chrome ferrous ores of Serov region) // *Geologiya i poleznye iskopaemye Urala*: Trudy Sverdlovskogo gornogo instituta imeni V. V. Vahrusheva. Ed. 38, Sverdlovsk:

Sverdlovskoe knizhnoe izdatelstvo, 1961, pp. 67-93.

3. Sorokin E. M. *Mineralogicheskie osobennosti ohristoi zheleznoi rudy Serovskogo mestorozhdeniya, vliyayushchie na tehnologicheskie svoystva i obogatimosti* (Mineralogical features of ochreous ferrous ore of Serov deposit affecting technological features and enrichment) // Sorokin E. M., Ivanova M. V., Astakhova Yu. M. / *Novoe v poznanii protsessov rudoobrazovaniya* (New in ore formation study). Moscow: IGEM RAN, 2014. pp. 263-264.

Рецензенты

д. г.-м. н. С. А. Светов,
к. г.-м. н. Т. П. Бубнова



Хроника, события, факты • Chronicle, events, facts

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ

За прошедший полевой сезон в Институте геологии было сформировано 17 отрядов. В экспедиционных работах участвовали — 147 человек (в том числе 47 студентов-практикантов). Полевые работы проводились в различных районах Республики Коми, на территории Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, в Кировской и Тюменской областях, Республике Крым. Полевые работы были начаты в середине мая и окончены в конце сентября. В состав отряда № 15 (нач. Лукин В. Ю.) входили сотрудники Британской компании «CASP» (Кембридж) в рамках соглашения между ИГ Коми НЦ УрО РАН и «CASP». Проводилось изучение последовательности фанерозойских отложений (карбон, пермь, триас), обнажающихся в верховьях реки Силова-Яха и по реке Халмерью с детальным исследованием палеонтологии, биостратиграфии, седиментологии, в ее среднем течении, а также геоисторических и структурных особенностей территории Пай-Хоя. Традиционно работали два студенческих отряда, сформированных совместно с кафедрой геологии Института естественных наук Сыктывкарского государственного университета.

FIELD TRIPS

17 field parties were formed during the past field season in the Institute of Geology. 147 specialists (including 47 students in practice) participated in the field trips. The field trips were organized in various regions of The Komi Republic, in the territory of Nenets, Yamal-Nenets and Khanty-Mansi autonomous districts, in Kirov and Tyumen regions, Crimea. The field trips began in the middle May and finished in the end of September. Field party No 15 (directed by Lukin V. Yu.) included scientists from British company CASP (Cambridge) within the agreement between the Institute of Geology and CASP. Phanerozoic sediments (Carboniferous, Permian and Triassic) were studied at the outcrop in the upper courses of the Silova-Yakha River and Khamer'u River with detailed studies of paleontology, biostratigraphy, sedimentology in its middle courses and also geohistoric and structural features of the Pay-Khoy area. Traditionally two student parties were engaged that were formed together with the Department of geology of the Institute of Natural sciences of Sykt'ykar State University.

Основные научные результаты экспедиционных работ

Геологический отряд № 1 (нач. отряда В. В. Удоратин). Полевые работы производились на территории Койгородского, Усть-Куломского, Корткеросского, Княжпогостского, Удорского районов Республики Коми; Нагорского, Белохолуницкого, Верхнекамского районов Кировской области. В пределах Кировско-Кажимского авлакогена отработаны

разломные зоны западного и восточного бортов северной и центральной частей структуры. В результате установлено, что западный и восточный борты авлакогена представлены сериями разломов сдвига-сбросового типа. Были отработаны участки разломов вблизи населенных пунктов западного Кировско-Кажимского разлома: Шошка, Кемъяр, Яснэг, Грива, Кузьель, Койгородок, Ком, Щучкино, Крутой Лог, Николаево,

Гогли, Совье, Кажим, Красная Речка, Маракулино, Полом, Слободской; восточного Кировско-Кажимского разлома: В. Турунью, Лесной, Михайлово, Иванцево, Ярославль, Усть-Черная, Лесной, Подрезчиха, Троица, Роговая; северного поперечного Кировско-Кажимского разлома: Визябож; центрального поперечного Кировско-Кажимского разлома: Шитово, Прокопье, Шестаково; Предтиманского разлома: Важкурья. В пределах Западно-Тиманского разлома надвигового типа отработаны участки вблизи населенных пунктов: Верхнемезенск, Мещура, Синдор, Богородск, Озяг, Усть-Кулом; в пределах Центрально-Тиманского разлома — участки вдоль автодороги Чиньяворык — бокситовый рудник. Всего за время полевых работ отработаны 235 пунктов наблюдения, на некоторых измерения проводились повторно. Значения объемной активности радона R222 (ОАР) варьируют от 0 до 2500 Бк/м³. Стандартные значения, показывающие нормальный фон, находятся в пределах 0—300 Бк/м³. Выделяются участки с аномально высокими значениями ОАР. В результате дальнейшей обра-



Полевая дискуссия на геологическом памятнике Сосновский, р. Ижма (ГО № 14)
(слева направо: аспирант А. Плотицын, старший геолог А. Ерофеевский, научный сотрудник П. Безносков)

Хроника января

16 января 50-летний юбилей д.г.-м.н. Натальи Юрьевны Никуловой

29 января на собрании совета молодых ученых выбран новый председатель СМУ к.г.-м.н. Кряжева Инна Владимировна

January chronicle

January, 16 - Natalya Yuryevna Nikulova's 50th Anniversary

January, 29 - New Head of Young Scientist Council Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy) Kryazheva Inna Vladimirovna was elected at the meeting of Young Scientist Council



Встреча двух отрядов на р. Пайвож

ботки и последующей интерпретации будут построены графики и карты распределения ОАР для отдельных структур и разломов.

Геологический отряд № 2 (нач. отряда А. Н. Плотицын). Полевые исследования проводились в верхнем течении р. Кожым (в 3.5 км от устья р. Сывью). Основной задачей являлась детализация литолого-стратиграфической колонки пограничных девон-каменноугольных отложений р. Кожым с отбором каменного материала на микрофаунистические, литологические и изотопно-геохимические анализы. Произведена послойная привязка депрессионных глинисто-кремнисто-карбонатных фамен-турнейских отложений. Максимально детально подобраны образцы и сколки для шлифов и изотопного (C^{13} и O^{18}) анализа. Отобраны пробы на микрофауну. Особое внимание уделено соответствию стратиграфических интервалов разреза глобальным событийным уровням, в частности верхнефаменскому Хангенбергскому глобальному геологическому и Среднетурнейскому событиям. Попутно производился пробоотбор перспективных на микрофауну визейских карбонатных отложений. Произведена детализация литолого-стратиграфической колонки опорного разреза пограничных девон-каменноугольных отложений. Произведен отбор проб на микрофауну в участках разреза, которые были наименее или вовсе не охарактеризованы.

Геологический отряд № 3 (нач. отряда Е. С. Пономаренко). Исследования проводились в бассейне р. Илыч и её правых притоках по руч. Заколаэль и р. Б. Косью, где вскрыты раннепалеозойские (поздний ордовик, силур) органогенные

постройки и вмещающие их отложения. Позднеордовикские отложения вскрываются в рифогенных и относительно глубоководных фациях. В строении рифового комплекса резко выделяются две последовательности: восточная, характеризующаяся сменной мелководных криноидных известняков и конгломератов глубоко-водными глинистыми известняками с несортированными рифовыми обломками, и западная со сменой криноидных известняков биогермными образованиями. Такая смена, по всей видимости, отражает тектоническое событие, вследствие которого произошла трансформация карадокско-раннеашгильской рампы в мелководную карбонатную платформу. В строении позднеордовикского рифа выявлено широкое развитие строматоплитово-гидроидной (фистулелловой) ассоциации. В верхней части рифового разреза появляются многочисленные колонии кораллов (гелиолитоидеи, ругозы, реже фавозитиды). Изучение верхнеазронских рифовых комплексов с системой рифов-бугров выявило сильное тектоническое дислоцирование этих толщ. Отмечается множество случаев сближения массивных рифогенных и слоистых доломитизированных известняков по тектоническим контактам. В связи с этим данный объект требует проведения специальных литологических, палеонтологических и тектонических исследований.

Геологический отряд № 4 (нач. отряда Д. В. Пономарев). Полевые работы проводились двумя группами на реках Цильме (первая группа работала на участке от устья р. Каюсной до урочища Щепяная гора) и Мыле (вторая группа — на участке от устья

р. Валсы до д. Мылы). Первая группа исследовала естественные выходы устьчиркинской, устьярегской и крайпальской свит верхнего девона на р. Цильме. Впервые для этих отложений отмечены комплексы ихнофоссилий, включающие такие таксоны, как *Cruziana*, *Chondrites*, *Planolites*, *Skolites*, *Diplichnites*, *Rhizocorallium*, *Thalassinoides*, *Undichna* и др. Очевидно, этот список будет расширен после дальнейшего, более детального изучения собранного фактического и фотоматериала. Получены данные о смене ихнофаий в исследованном разрезе. Собрана представительная коллекция макроостатков позднедевонских позвоночных, позволяющая дополнить и уточнить сведения об их разнообразии, распространении и морфологических особенностях отдельных таксонов. Выполнено литологическое описание двух обнажений крайпальской свиты, богато охарактеризованных ископаемой фауной и ихнофоссилиями. В числе прочего собрана представительная коллекция брахиопод, найдены раковины гониатитов, ранее неизвестные, из среднефранских отложений Среднего Тимана, а также крупный фрагмент крыши черепа артродиры *Plourdosteussp.*

В результате маршрутных исследований второй группой в береговых обнажениях известняков карбона были обнаружены две карстовые полости, в которых по ряду поисковых признаков вероятно обнаруже-



Коренные выходы пород туйвинской свиты. Приполярный Урал, устье р. Кожым

ние остатков позвоночных плейстоцена и голоцена. Раскопки проводились в кавернах, расположенных на левом берегу р. Мылы, в скалах известняков карбона (м. Камни, в 3 км выше д. Мылы). Гроты и ниши располагаются невысоко, примерно на высоте 3 м над урезом реки. Костные остатки были найдены только в одной из двух полостей. Каменноугольные отложения на р. Мыле отличаются от пород этого же возраста, из других обнажений Среднего Тимана, например на р. Пижме, тем, что они разбиты многочисленными трещинами и легко ломаются. При этом полости в известняках слишком быстро образовались и разрушались, и в них не успевали сформироваться богатые захоронения позднечетвертичных позвоночных.

Геологический отряд № 5 (нач. отряда А. Н. Сандула).

I этап. В ходе полевых работ группой под руководством А. Н. Шадрина было проведено детальное изучение визейских отложений в разрезах, расположенных в районе Уньинской пещеры. Здесь отмечается постепенная смена слоистых известняков, пелитоморфных и шламовых, биокластовыми, водорослево-биокластовыми и водорослевыми. Для уточнения характера этих изменений и положения границ стратиграфических подразделений были отобраны литологические образцы и пробы на микрофауну.

Группа А. Н. Сандулы исследовала строение верхнекаменноугольно-нижнепермских отложений в районе выхода Писаный камень.

Было изучено два профиля данных отложений. Один из них находится в непосредственной близости от Писаного камня, а второй — на противоположном берегу р. Унья, выше ур. Садофское озеро. Предварительно можно заключить, что верхнекаменноугольно-нижнепермские отложения в районе Писаного камня имеют сложное строение, отражающее неоднородность самой постройки и неоднозначность пространственных взаимоотношений этапов ее становления с окружающими фациями.

II этап. Геолого-съемочная практика у студентов второго курса кафедры геологии Института естественных наук Сыктывкарского университета проходила в Усть-Куломском районе Республики Коми. Базовый лагерь располагался около п. Асывож, в 25 км от с. Усть-Кулом на слиянии р. Асывож и руч. Изъяель. Основной целью практики было обучение студентов применению в полевых условиях теоретических знаний, полученных на лекциях и практических занятиях в университете, приемам и навыкам геологического картирования; знакомство с геологическим строением района исследований, обучение обработке в полевых условиях собранного материала, описанию палеонтологических образцов и минерального состава пород. В результате проведенных работ в отложениях джежимской свиты были выявлены тексты оползания, по которым было определено направление и угол падения склона осадочного бассейна джежимского времени. Опираясь на полученные выводы, по элемен-



Н. Ковальчук. Изучение пород няртинского комплекса. Руч. Николайшор, Приполярный Урал

там косой слоистости были сделаны предположения о направлениях палеотечений. В зоне контакта было выделено четыре комплекса отложений, последовательно сменяющих друг друга в разрезе, причем три из них сопряжены друг с другом поверхностями углового несогласия.

Геологический отряд № 6 (нач. отряда Т. П. Майорова). Работа отряда проходила в два этапа. На первом этапе проводилась геодезическая съемка одного из участков оползневого берега р. Сысолы. На втором — изучение геологического строения Горного Крыма и современных геологических процессов, протекающих на его территории. За время полевого сезона под руководством М. Г. Вахнина проведена геодезическая съемка трех новых участков оползневого берега р. Сысолы, проведены профили нивелирного хода, проведена теодолитная съемка нескольких замкнутых полигонов. Полученные данные позволяют оценить степень развития оползневых процессов в нижнем течении р. Сысолы, сопоставить результаты с данными геодезических работ прошлых лет по другому оползневому участку и проследить тенденции развития оползневых процессов в долине реки. В Горном Крыму изучены и описаны отложения всего стратиграфического разреза — от верхнетриасовых-нижнеюрских до четвертичных. Большое внимание уделялось формам и условиям залегания геологических тел: пластов осадочных горных пород, лавовых потоков, интрузивных массивов; характеру



А. Шуйский, О. Удоратина. Опробование вулканитов элькашорского комплекса. Хр. Янас-Тэре, Полярный Урал



Отпечатки раковин юрских двустворок. Р. Ижма, устье р. Дрещанки

контактов между разновозрастными, а также между интрузивными и вмещающими породами. Проведено изучение складчатых и разрывных нарушений, зон надвигов и меланжа. Исследованы проявления и результаты современных геологических процессов — поверхностного и подземного карста, работы рек и деятельности моря, гравитационных процессов, выветривания и работы ветра.

Геологический отряд № 7 (нач. отряда А. С. Шуйский).

I этап — изучение интрузивных комплексов Полярного Урала. Полевые экспедиционные работы проводились в пределах развития пород, слагающих Собский батолит на восточном склоне Полярного Урала с севера на юг: между реками Пирцесоим (на севере) и Кокпела (на юге), по лево- и правобережью р. Лагорты (включая нижнее течение рек Малая и Большая Лагорта). С запада район исследований ограничен выходами офиолитов Войкарского массива, а с востока — выходами вулканитов, развитых на вершинах г. Сев. Манюкую, Манюкую и хр. Янас-Тэре.

II этап — полевые исследования проводились в районе рек Б. Щучья, Паатарка, Пэсавэяха, а также их притоков с целью опробования гранитоидов Гердизского и Нодэягинского комплексов. Был произведен отбор черных сланцев минисейшорской свиты (R_{2mn}) и амфиболитов ханмейхойской свиты (PR_{1hn}) на химические, геохимические, микронзондовые и изотопно-геохимические анализы. Особое внимание было уделено контактам гранитоидов с вмещающими породами для выяснения их природы, т.к. на

данный момент имеются две точки зрения на их происхождение.

Геологический отряд № 8 (нач. отряда А. В. Панфилов). На западном склоне Приполярного Урала, в верхнем течении р. Кожым, в северной части няртинского гнейсо-мigmatитового комплекса и его рифейского обрамления выполнен сравнительный анализ метаморфических и метаморфизованных образований, выделяемых в современных стратиграфических схемах как няртинский метаморфический комплекс (PR_1), маньхобеинская (RF_1), шекурынская (RF_1) и пуйвинская (RF_2) свиты. Изучены разрезы по р. Кожым, в ее истоках и верхнем течении, ручьям Кожымвож, Николайшор, Игшор, Осею, Понью, Хасаварка. На восточном склоне Приполярного Урала, на правобережье р. Хулга, в пределах центральной части нер-

каюского эклогит-сланцевого комплекса основное внимание было уделено изучению эклогитов и продуктов их средне- и низкотемпературного диафореза. В результате полевых исследований на восточном склоне Приполярного Урала подтверждены более ранние представления о структуре неркаюского комплекса, получены новые данные по метаморфизму пород и впервые реконструирована последовательность проявления пликтивных деформаций в породах керешорского комплекса.

Для проведения комплексного исследования проявлений углеродсодержащих пород в метаморфических комплексах Североуральского региона, в которых были установлены аномально высокие концентрации золота и редкоземельная минерализация, были опробованы метаморфизованные вулканогенно-осадочные породы няртинского гнейсо-мigmatитового комплекса (Приполярный Урал). Изучены разрезы по р. Кожым в ее истоках и верхнем течении, ручьям Кожымвож, Николайшор, Игшор, Осею, Понью, Хасаварка.

Геологический отряд № 9 (нач. отряда И. В. Кряжева). Полевые работы проводились в районе комплексного заказника Адак на реках Большой Адак и Уса. В процессе маршрутных исследований проводился визуальный поиск местонахождений костных остатков позвоночных животных четвертичного возраста. Эти местонахождения, как правило, встречаются в местах, где пернатые и четвероногие хищники устра-



Б. Макеев и А. Панфилов. Ориентировка на местности



Коренные выходы гранитов, р. Кожым, Приполярный Урал

ивают логова или места отдыха (так называемые присады). В бассейне р. Уса обнаружено два местонахождения позднечетвертичных позвоночных. В результате раскопок был получен ископаемый материал — костные остатки позвоночных (мелких млекопитающих, птиц и рыб), предварительно датируемый средним и поздним голоценом. Для обширной территории Европейского Северо-Востока ввиду значительного широтного градиента природных условий важно охарактеризовать особенности формирования сообществ мелких млекопитающих каждой ландшафтной зоны и крупного района, а позднечетвертичная история приуральских таежных сообществ млекопитающих до сих пор остается крайне слабоисследованной. Поэтому изучение материала из новых местонахождений, несомненно, представляет большой интерес в плане выявления закономерностей исторической динамики формирования современных лесных экосистем в их зональном выражении.

Геологический отряд № 10 (нач. отряда Н. С. Бурдельная). Полевые исследования проводились на территории Койгородского и Сыктывдинского районов Республики Коми, где присутствуют волжские сланценозные отложения, обогащенные органическим веществом и достаточно широко развитые на территории Русской платформы. Верхнеюрские осадочные породы Сысольского сланценозного района являются незрелыми породами, находящимися на стадии протокатагенеза, что делает возможным

моделирование катагенеза на их материале. В настоящее время в лаборатории органической геохимии проводятся экспериментальные исследования, направленные на лабораторное моделирование катагенеза углеродистых толщ. При этом достигнутая стадия катагенеза соответствовала началу мезокатагенеза. Для дальнейшего продвижения по шкале катагенеза необходимо проведение экспериментальных работ при более высоких температурах (более 325°C). Наряду с органической геохимией отобранных проб предполагается исследование элементов-примесей в горючих сланцах. Для оценки содержания элементов-примесей и их распределения (возможно, формы нахождения) в горючих сланцах будет выполнен количественный спектральный анализ полученных проб.

Геологический отряд № 11 (нач. отряда В. А. Лютоев). Выполнена экспериментальная геофизическая съемка на полигоне, выбранном на основе визуальной оценки внешнего состояния жилых зданий в Эжвинском микрорайоне, с помощью электро- и сейсморазведки. Первоначальная интерпретация геофизических данных указывает на существование ослабленных зон в массиве подстилающих грунтов под фундаментами жилых домов. Были использованы электроразведочная аппаратура «Электротест-С» и вибросейсмическая аппаратура Z-048с. В результате проведения вибросейсмической съемки на территории г. Сыктывкара и его окрестностей были получены более полутора тысяч спектров смещений от вибраци-

онных воздействий в различных частях города. Съемкой было охвачено более 400 высотных зданий города. Регистрация вибросейсм проводилась по трем каналам с одновременной записью ускорений, скоростей и смещений почвы в виде скалярной и векторной формы. В ходе исследований были определены преобладающие спектры на всех пунктах наблюдений. Полученные данные позволяют построить карту вибросейсм города и карту преобладающих частот колебания зданий и автодорог в масштабе 1:10000. В дальнейшем, после сопоставления всего массива данных геологии и вибросейсмического районирования, можно будет сделать общее заключение о наличии или отсутствии зон ослабления несущих свойств грунтов, что имеет важную практическую значимость для строительной отрасли г. Сыктывкара.

Геологический отряд № 12 (нач. отряда Л. В. Соколова). Полевые работы проводились на территории Интинского района Республики Коми. Проведен отбор образцов для литологических, геохимических и палеонтологических исследований из отложений силурийского и девонского возрастов, вскрытых по берегам р. Кожым в устье р. Сывью. В результате установлены три типа ориктоценозов и прослежена их смена в разрезе: 1 тип — относительно разнообразные по таксономическому составу ориктоценозы, состоящие из представителей трех или четырех групп ископаемой фауны, характерной для силурийских отложений западного склона Приполярного Урала: табуляты, ругозы, строматопорой-



Отложения пуйвинской свиты, р. Кожым, Приполярный Урал



деи, брахиоподы, трилобиты, остракоды, гастроподы и криноидеи; 2 тип — обедненные ориктоценозы, представленные одной или двумя группами фауны: брахиоподовые, брахиоподово-криноидные, брахиоподово-остракодовые, остракодово-брахиоподовые, остракодовые; 3 тип — ориктоценозы типа «ракушечная мостовая», состоящие из разрозненных створок раковинной фауны. Изучены морфология и стратиграфическое распространение нижнесилурийских строматопороидей. Детально задокументирован разрез франского яруса. В этих отложениях предположительно был вскрыт и детально опробован событийный уровень Kellwasser. Собранный материал позволит уточнить последовательность биотических и абиотических событий различного ранга в опорном разрезе палеозоя на Западном склоне Приполярного Урала.

Геологический отряд № 14 (нач. отряда П. А. Безносков). В среднем течении р. Ижмы исследованы коренные выходы отложений девонской, каменноугольной, юрской и меловой систем. Из ухтинской и ижемской свит верхнего девона по рр. Ижма и Сюзью, а также нижнекаменноугольных отложений по руч. Аким-Ёль произведен сбор и фотодокументация ихнофоссилий, отобраны пробы на конодонты. Из отложений батского, кимериджского и волжского ярусов юрской системы и валанджинского яруса меловой системы собрана представительная коллекция остатков беспозвоночных, главным образом двустворчатых моллюсков и белемнитов. Установлено, что по ряду тафономических особенностей найденные В. В. Меннером кости ихтиозавра с наибольшей вероятностью происходят из пласта бухиевого ракушняка (слой 17 по Кравец и др., 1976), маркирующего средне-волжский подъярус верхней юры.

Геологический отряд № 15 (нач. отряда В. Ю. Лукин). Полевые работы проводились в юго-западной части Пай-Хоя на р. Халмерью и среднем течении р. Силоваяха с детальным исследованием палеонтологии, биостратиграфии, седиментологии, а также геоисторических и структурных особенностей территории Пай-Хоя. Были проведены работы по установлению выраженности пликтивных и дизъюнктивных структур на материалах космических съемок и заверка ре-

зультатов дешифрирования космоснимков наземными геологическими маршрутами. Опробовались разрезы пермских и триасовых отложений Коротаихинской впадины с целью изучения нефтегазоматеринских толщ, состава и степени преобразования рассеянного органического вещества (РОВ).

Геологический отряд № 16 (нач. отряда Т. П. Митюшева). Исследования полевого сезона были направлены на изучение поверхностных и подземных вод Тиманской гряды и Притиманья. Проведены маршрутные работы и исследования поверхностных вод в районе оз. Синдор (рр. Симва, Вис), в бассейне р. Елвы (рр. Нивью, Пытырью, оз. Черманты, оз. Большое и др. безымянные озера), рр. Выми, Весляны. Обследованы источники сероводородных минеральных вод на оз. Черманты и в долине р. Нивью (район д. Седьюдор). Проведенные исследования с отбором проб воды на полный химический, изотопный, радиологический состав позволят существенно дополнить существующие представления о распространении и формировании пресных и минеральных вод Европейского Северо-Востока, дать характеристику геоэкологической ситуации.

Геологический отряд № 17 (нач. отряда И. Н. Бурцев)

В ходе полевых работ выявлены выходы магматических образований неясного возраста в районе рр. Лунвож, Войвож, Изъель, Щугор, Косъель. Они представлены дайками, силлами, покровами. По составу отвечают нормальным и щелочным базальтам, пикритобазальтам. Опробован керн скважин, пробуренных на Верхнещугорском месторождении. В интервалах, сложенных туфобазальтами (по внешнему виду), выделены породы, отвечающие по составу лампроитам. На юго-восточной окраине пос. Тиман выявлено проявление магматических пород, представленных дайкой, рвущей покров долеритов (базальтов). На р. Мезень описаны породы пермского возраста, принимаемые некоторыми исследователями за магматические образования. Предварительные определения говорят о принадлежности этих кремнисто-известковых пород к группе палеопочвенных образований. На р. Косъель изучен район, определенный предшественниками как место возможного

проявления импактного события (ас-троблема Косъель по А. Х. Ходжаеву). В пробах, отобранных по рр. Ертом, Вашка, Н. Пузла, Мезень и др. были выявлены минералы — индикаторы кимберлитов (пироп, хромшпинелиды, хромдиопсид, оливин). На Чинья-Ворыкском месторождении доломитов описана и опробована северо-восточная стенка действующего карьера, а на р. Чиньяворык — грубозернистые отложения (пески с гравием и галькой), находящиеся в поле размыва пермских отложений. В пределах Обдырского поднятия геологическими маршрутами исследованы северные участки. В пробах обнаружены спутники, в том числе кубоиды, зерна с измененной в гипергенных условиях поверхностью. Отмечается большое количество оранжевых гранатов, относимых обычно к группе эклогитовых. Проведенными полевыми исследованиями подтверждается вывод о нижефранских отложениях (яранская свита, первая толща пашийско-кыновского горизонта) как о наиболее перспективном промежуточном коллекторе.

Геологический отряд № 18 (нач. отряда С. К. Кузнецов). Полевые работы проводились в Кыввожском районе Среднего Тимана и были направлены на изучение россыпной и коренной золотоносности. Проведено шливовое опробование аллювиальных отложений руч. Средний Кыввож. В верховьях ручья, в зоне развития черных сланцев золота отмечается редко и в единичных знаках. Ниже по течению при смене черных сланцев серыми кварц-хлорит-серицитовыми сланцами лунвожской и кыввожской свит золото встречается практически во всех пробах и в довольно большом количестве (до ста знаков и более). В связи с проблемой источников аллювиального золота изучены коренные породы, вскрытые в бортах ручья и в имеющихся горных выработках (траншеи, канавы). Задокументированы и опробованы зоны пиритизации, характерные для данного района и достаточно широко развитые. Эти зоны могут быть золотоносными, хотя видимое золото в полевых условиях не было обнаружено. В целом Кыввожский район может стать новым золотоносным рудно-россыпным районом на Среднем Тимане.

к.г.-м.н. И. В. Козырева



В ЗЕРКАЛЕ ПРЕССЫ

8 февраля – День российской науки. В поздравительном адресе от Главы РК, Государственного совета РК и Правительства РК отмечается, что наука сыграла огромную роль в освоении богатств нашего края. Поэтому этот день является одним из самых значимых праздников для всей республики. Мы по праву гордимся успехами наших ученых, авторитетными научными школами и достижениями Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, который внес значительный вклад в отечественную и мировую науку.

IN THE MIRROR OF MEDIA

February, 8 – Russian Science Day. The congratulatory address from the Head of Komi Republic, State Council and Government of Komi Republic states that science plays an outstanding role in the development of resources of our region. Therefore this holiday is one of the most meaningful holidays for the whole Republic. We are justly proud of our scientists' success, authoritative science schools and achievements of Komi Science center of Ural Branch of Russian Academy of sciences, which greatly contributed to Russian and world science.

В ноябре 2014 г. состоялось торжественное мероприятие, посвященное семидесятилетию со дня образования Коми НЦ УрО РАН. Участникам заседания был показан авторский фильм, посвященный истории создания Коми НЦ, открытию его институтов, развитию издательской деятельности, расширению библиотечного фонда, созданию музеев геологии, биологии и археологии (Республика. 2014. 4 декабря).

Академическую науку в Тимано-Североуральском регионе представляет Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. Исключительную роль имели исследования профессора А. А. Чернова, возглавлявшего «доинститутский» период деятельности черновской школы, который ознаменован фундаментальными результатами, среди которых важнейшими являются:

- научное обоснование Печорского угольного бассейна и открытия Воркутинского (Г. А. Чернов) и Интинского (Е. Д. Сошкина) угольных бассейнов;

- обоснование Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции;

- обобщение данных по геологии и минеральным ресурсам региона и издание специальной монографии «Производительные силы Коми АССР» (1953), определившей стратегию дальнейших геологических исследований.

Последователи и ученики А. А. Чернова внесли важный вклад в изучение бокситов и титановых руд Тимана. Изучен ряд золотоносных районов на Приполярном, Полярном Урале и Тимане. Проведена переоценка кварцевожильно-хрусталеносных месторождений Приполярного Урала, пригодных для оптики и электроники. Проведен широкий комплекс исследований в области минералого-тех-

нологической оценки и переработки минерального сырья, по разработке новых методов получения кристаллов, искусственных минералов и материалов на минеральной основе. Вопросы строительной индустрии, изучение подземных минеральных вод и многое другое формируют природный потенциал горнорудного комплекса Тимано-Уральского региона (Регион. 2014. № 4; Идущие впереди: Геологическая служба РК... Сыктывкар, 2014; Освоение минеральных ресурсов Европейского Севера России: V Северный инвестиционный форум. Сыктывкар, 2013).

Делегация Коми НЦ УрО РАН с 17 по 21 ноября 2014 г. находилась с визитом в Болгарии с целью восстановления научного сотрудничества между учеными РК и профильными институтами Болгарской академии наук. 18 ноября в Российском культурно-информационном центре в Софии прошла презентация научной деятельности институтов РК. От Института геологии в ходе презентации выступил И. Н. Бурцев – зам. директора ИГ Коми НЦ УрО РАН. Полную поддержку присутствующих получила идея проведения в 2015 г. конференции, посвященной прошлому, настоящему и будущему во взаимоотношениях Республики Болгарии и Республики Коми (Регион. 2014. № 12).

В Москве на 31-м этаже главного здания МГУ им. М. В. Ломоносова открылась выставка «Московский университет в Зырянском крае». На ней представлены материалы о выдающихся деятелях Коми земли, выпускниках Московского университета. Героями вернисажа стали профессор, начальник ЦСУ СССР В. Н. Старовский, основоположник финно-угроведения В. И. Латкин, зырянские этнографы профессор В. П. Налимов и его сын д. т. н. В. В.

Налимов, бывший ректор СыктГУ С. И. Худяев. В этом списке упомянут и Герой Социалистического Труда, профессор А. А. Чернов. Его сын Г. А. Чернов также выпускник МГУ. Следом на Север приехала д. г.-м. н., вице-президент Московского общества испытателей природы В. А. Варсанюфьева. Так что Московский университет богат талантами выходцев из Коми края, которые, подобно М. В. Ломоносову, выросли и вошли в науку из глубин земли Коми (Республика., 2014. 20 декабря).

24 апреля 2014 г. в Институте истории, естествознания и техники РАН состоялась научная конференция «История науки и техники в свидетельствах и памятниках». Сотрудники Института геологии Коми НЦ УрО РАН Л. Н. Жданова, А. А. Иевлев, И. Н. Бурцев представили на конференцию научный доклад «Палеонтологические объекты как памятники истории науки (на примере коллекций Геологического музея им. А. А. Чернова)» (Вопросы истории естествознания и техники. 2014. № 3. С. 185).

21–22 октября 2014 г. в Екатеринбурге прошло десятое Уральское литологическое совещание «Виртуальные и реальные литологические модели». Среди десяти лекций ведущих литологов страны была представлена и лекция д. г.-м. н. А. И. Антошкиной, авторитет которой в научном мире значительно вырос (Наука Урала. 2014. № 22–23).

Масштабные мероприятия по воспитанию будущих исследовательских кадров проводятся в Коми НЦ. Например, в Геологическом музее ИГ И. С. Астахова проводит занятия на темы: «Геологическое наследие Республики Коми» и «Полезные ископаемые Республики Коми» (Наука Урала. 2014. № 24).



Согласно последним новациям о структурных перестройках в РАН, российские научные организации будут сгруппированы по четырем направлениям: федеральные исследовательские институты, федеральные научные центры, национальные исследовательские институты и региональные научные центры. Власти республики и Президиум Коми НЦ УрО РАН заинтересованы

в том, чтобы Коми НЦ был сохранен как единый исследовательский комплекс (т. е. региональный научный центр). Об этом накануне Дня российской науки заявил председатель президиума Коми НЦ Асхаб Асхабов (Республика. 2015. 10 февраля).

Согласно Указу Главы РК (25 ноября 2014 г. № 178), За многолетний добросовестный труд награждена Почетной грамотой

Республики Коми Лысюк Галина Николаевна — руководитель лаборатории Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар (Республика. 2014. 2 декабря).

к. г.-м. н. Е. П. Калинин

СВЕДЕНИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДИССЕРТАЦИОННЫХ СОВЕТОВ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ

Состоялось четыре заседания диссертационного совета Д 004.008.01, на которых рассмотрены материалы диссертации О. В. Мартиросян «Факторы и механизмы структурной эволюции органических минералоидов», а также И. С. Астаховой «Мелкомасштабная топоминералогия Тимано-Североуральского региона (анализ минерального кадастра)». Диссертационный совет Д 004.008.02 провел три заседания, на которых были рассмотрены диссертации О. В. Граковой «Сравнительная характеристика и условия образования девонских алмазсодержащих отложений Южного и Среднего Тимана» и материалы диссертации И. С. Котика «Новейшая тектоника и прогноз локальных структур юга Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции», назначена дата публичной защиты.

INFORMATION ABOUT DISSERTATION COUNCILS OF THE INSTITUTE OF GEOLOGY

Four meetings of Д 004.008.01 dissertation council were held, where dissertations by Martirosyan Olga Vladimirovna «Factors and Mechanisms of Structural Evolution of Organic Mineraloids» and also Astakhova Irina Sergeevna «Small-scale topomineralogy of Timan-Northern Ural Region (mineral cadastre analysis)». Д 004.008.02 dissertation council had three meetings and reviewed dissertations by Grakova Oksana Vitalyevna «Comparative Characteristics and Formation Conditions of Devonian Diamond-bearing Sediments of South and Middle Timan». On December 25, 2014 the dissertation by I.S.Kotik «Newest Tectonics and Forecast of Local Structures of Southern Timan-Pechora Oil-gas-bearing Province» and the date of public defense was scheduled.

Отчет о работе диссертационного совета Д 004.008.01

Диссертационному совету решено принимать к защите диссертации по специальностям: 25.00.04 — «петрология, вулканология», 25.00.05 — «минералогия, кристаллография», 25.00.11 — «геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» по геолого-минералогическим наукам.

Состоялось четыре заседания совета. Были рассмотрены материалы диссертации О. В. Мартиросян «Факторы и механизмы структурной эволюции органических минералоидов», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 — «минералогия, кристаллография» (протокол № 1 от 20.06.2014). Диссертация принята к защите 27 июня 2014 года (протокол № 2), защита состоялась 18 ноября 2014 года (протокол № 3). А также были рассмотрены матери-

алы диссертации И. С. Астаховой «Мелкомасштабная топоминералогия Тимано-Североуральского региона (анализ минерального кадастра)», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 — «минералогия, кристаллография» (протокол № 1 от 20.06.2014). Диссертация принята к защите 27 июня 2014 года (протокол № 2), защита состоялась 18 ноября 2014 года (протокол № 4).

В течение года все члены диссертационного совета, кроме Н. И. Брянчаниновой, активно участвовали в работе совета.

Целью докторской диссертации О. В. Мартиросян было установление основных закономерностей строения органических минералоидов (на примере битумов и ископаемых смол) на молекулярном и надмолекулярном уровнях, условий и механизмов их структурной эволюции при термическом, радиационном и ударном воз-

действиях. При исследовании использованы методы инфракрасной спектроскопии, элементного анализа, дифференциального термического анализа, рентгеновской дифракции, атомно-силовой микроскопии, пиролитической газовой хроматографии и модельного эксперимента. Впервые выдвинут и обоснован единый механизм структурной эволюции органических минералоидов (твёрдых битумов и ископаемых смол). Рассмотрены закономерности их структурных изменений при термическом, радиационном и ударном воздействии. Выявлены специфичные фрагменты структуры ископаемых смол, которые служат их надежным диагностическим критерием. Разработана классификация ископаемых смол, опирающаяся на авторские и обобщенные данные об их генезисе и структуре. Практическая значимость работы определяется открытием новых возможностей для оценки уровня ре-



гионального и локального метаморфизма горных пород, значений палеотемпературы, стадии карбонизации органического вещества пород. Структурные данные могут применяться для получения на основе битумов технически важных композиционных углеродистых материалов. Диагностика ископаемых смол может быть использована для выявления их новых разновидностей, не включенных в известные классификации, а также имеет большое значение для химической промышленности.

В диссертации И. С. Астаховой исследованы особенности минеральной организации Тимано-Североуральского региона, выявлены закономерности распространения минеральных видов по минералогическим провинциям региона, установлена степень изученности территории. Научная новизна работы состоит в обобщении современных данных по геолого-минералогической изученности, составлении кадастра минералов Тимано-Североуральского региона, в том числе новых для региона минеральных видов и разновидностей, использовании статистических подходов к обработке региональных минералогических данных. В результате проведенного исследования определены принципы минеральной организации Тимано-Североуральского региона и установлены закономерности распределения минеральных типов, видов и разновидностей по геологическим мегаструктурам севера Уральского складчатого пояса и Восточно-Европейской платформы, а также по важнейшим мине-

ралогическим провинциям региона. Получены количественные оценки значений информационной энтропии, характеризующих кристаллохимическую и кристаллосимметричную организацию минералов Тимано-Североуральского региона. Выявлена корреляция обобщенных параметров минеральных ассоциаций с геологической историей и определен генеральный тренд их изменения в ходе геологического развития. Установлен ряд новых для Тимано-Уральского региона минералов, позволивших уточнить условия регионального минералообразования и формационную природу некоторых важнейших рудных месторождений. Усовершенствована система комплектования и изучения музейных фондов минералов в Геологическом музее имени А. А. Чернова.

Отчет о работе диссертационного совета Д004.008.02

Диссертационному совету разрешено принимать к защите диссертации по специальностям: 25.00.01 — «общая и региональная геология»; 25.00.02 — «палеонтология и стратиграфия»; 25.00.12 — «геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений» по геолого-минералогическим наукам.

В 2014 г. диссертационный совет Д 004.008.02 провел четыре заседания, на двух из которых были рассмотрены материалы кандидатской диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук О. В. Граковой «Сравнительная характеристика и условия образования девонских ал-

мазосодержащих отложений Южного и Среднего Тимана» по специальности 25.00.01 — «общая и региональная геология». Утвержден текст автореферата, удовлетворяющего установленным требованиям; назначены официальные оппоненты, ведущее предприятие и дата защиты — 01 июля 2014 г. (протокол № 1, и № 2 от 17.05.2013). На третьем заседании диссертационного совета была проведена защита диссертации О. В. Граковой (протокол № 3 от 01.07.2014).

В кандидатской диссертации О. В. Граковой с достаточной полнотой, на основе выполненных многочисленных аналитических работ и исследований получены новые и подтверждены ранее имевшиеся доказательства осадочного происхождения тиманских алмазоносных россыпей. Выводы были представлены в многочисленных работах, в том числе и рецензируемых ВАК.

На четвертом заседании диссета 25 декабря 2014 г. были рассмотрены материалы диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук И. С. Котика «Новейшая тектоника и прогноз локальных структур юга Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции» по специальности 25.00.12 — «геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений», а также текст автореферата и назначены эксперты, официальные оппоненты, ведущее предприятие и дата защиты диссертации.

Доктора г.-м. н. В. Ракин,
Т. Безносова

Календарь конференций на 2015 г.

11–14 июня — Российское совещание с международным участием «Геология рифов»

Октябрь — Российское совещание «Минерально-сырьевые ресурсы арктических территорий Республики Коми и Ненецкого автономного округа»

Октябрь — XVIII научная конференция «Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе»

1 Ноябрь — XXIX Черновские чтения

24–26 Ноябрь — XXIV научная конференция «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента»

Ответственные за выпуск
М. Н. Буравская, А. Н. Плотицын

Редактор издательства
О. В. Габова

Компьютерная верстка
А. Н. Отлогов

Свид. о рег. средства массовой информации
ПИ № ФС77-56817 от 29.01.2014
Подписано в печать 20.03.2015

Тираж 250  Заказ 964
Редакция:
167982, Сыктывкар, Первомайская, 54

Тел.: (8212) 24-56-98
Факс: (8212) 24-53-46
E-mail: vestnik@geo.komisc.ru