

# Вестник



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

## Содержание

### Научные статьи

- Флюидные включения в кварце золоторудных жил проявления Секущий (Чукотка)  
*Н. В. Сокерина, С. К. Кузнецов,  
С. И. Исаенко, Р. С. Ковалевич* ..... 3

- Включения омфацита, глаукофана и фенгита в рутиле ультрамафитов Булдынского массива (Южный Урал)  
*П. М. Вализер, А. И. Русин,  
А. А. Краснобаев, Н. Н. Банева* ..... 7

Годичная сессия по итогам 2013 года:

- Фенестровые известняки — специфика позднедевонских морей (Тимано-Североуральский регион)  
*А. И. Антошина Е. С. Пономаренко,  
Н. А. Канева* ..... 22

- Метеорит Челябинск. Результаты минералого-геохимических и спектроскопических исследований  
*В. И. Силаев, В. П. Лютов, И. И. Голубева,  
Ю. С. Симакова, В. А. Петровский, А. Ф. Хазов* ..... 22

- Катагенез керогена доманиковых отложений по спектральным и изотопным данным  
*Д. А. Бушнев, Н. С. Бурдельная* ..... 23

- Иттрийсодержащие цирконы из псефитов россыпепроявления Ичетью  
*Б. А. Макеев, Ю. В. Глухов, Д. А. Варламов,  
С. С. Шевчук, С. И. Исаенко* ..... 11

- Металлургия железа на Европейском Северо-Востоке России: горные промыслы и производства. Часть 2  
*А. А. Иевлев* ..... 17

\* \* \*

- Февральские чтения — 2014 (Геологический семинар)  
*Т. Майорова, А. Иевлев,  
И. Голубева, Е. Терентьева* ..... 24
- В зеркале прессы  
*Е. П. Калинин* ..... 26
- Академическая лыжня — 2014  
*В. В. Удоратин* ..... 28
- Новые издания ..... 30

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

### Редакционный совет 2014:

- А. И. Антошина, Сыктывкар, Россия  
М. А. Т. М. Брокман, 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. Мельгарехо, Барселона, Испания  
Д. В. Паранин, Ухта, Россия  
А. М. Пыстин, Сыктывкар, Россия  
О. В. Удоратина, Сыктывкар, Россия

## Хроника

8 февраля — День науки. Торжественное заседание в Институте биологии Коми НЦ, посвященное А. И. Таскаеву.

12 февраля — Февральские чтения.

14 февраля — Академическая лыжня — 2014.

18 февраля — Годичная сессия Института геологии.

19 февраля — посещение Геологического музея им. А. А. Чернова делегацией компании «РУСАЛ» во главе с директором глиноземного дивизиона В. А. Матвиенко.



# Vestnik

February, No 2 (230), 2014



Institute of Geology of Komi Science Center of Ural Branch RAS

Scientific information edition founded by Academician N. P. Yushkin in 1995

## Content

### Scientific articles

- Fluid inclusions in quartz of gold ore veins of deposit Sekuschiy (Chukotka)  
*N. V. Sokerina, S. K. Kuznetsov, S. I. Isaenko, R. S. Kovalevich* ..... 3

- Omphacite, glaucophane and phengite inclusions in rutile from the buldym ultramafic massif (South Ural)  
*P. M. Valizer, A. I. Rusin, A. A. Krasnobaev, N. N. Baneva* ..... 7

\* \* \*

#### 2013 Annual Results Meeting:

- Fenestrous limestones – specific features of Late Devonian seas (Timan-Northern Ural region)  
*A. I. Antoshkina, E. S. Ponomarenko, N. A. Kaneva* ..... 22
- Chelyabinsk Meteorite. Results of mineralogical-geochemical and spectroscopic studies  
*V. I. Silaev, V. P. Lyutoev, I. I. Golubeva, Yu. S. Simakova, V. A. Petrovsky, A. F. Khazov* ..... 22
- Domanik kerogen catagenesis according to spectral and isotope data  
*D. A. Bushnev, N. S. Burdelnaya* ..... 23

- Yttrium-bearing Zircons from psephites of Ichet'yu placer-like occurrence

- B. A. Makeev, Yu. V. Glukhov, D. A. Varlamov, S. S. Shevchuk, S. I. Isaenko* ..... 11

- Iron metallurgy in the European North-East of Russia: mining works and manufactures. Часть 2

- A. A. Ievlev* ..... 17

#### Geological Seminar – February 2014

- T. Mayorova, A. Ievlev, I. Golubeva, E. Terentyeva* ..... 24

#### In the Mirror of Media

- E. P. Kalinin* ..... 26

#### Academic Ski Run – 2014

- V. V. Udaratin* ..... 28

- New Publications ..... 30

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

#### 2014 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. Paranin, Ukhta, Russia  
Alexander M. Pystin, Syktyvkar, Russia  
Oksana V. Udaratina, Syktyvkar, Russia

## Chronicle

February, 8 — Science Day. Ceremonial meeting in the Institute of Biology of Komi SC devoted to A. I. Taskaev.

February, 12 — February Seminar — 2014.

February, 14 — Academic Ski Run — 2014.

February, 18 — Annual Session of Institute of Geology.

February, 19 — the delegation of company RUSAL, headed by the director of Alumina Division V. A. Matvienko, visited the exposition of Geological Museum named after A. A. Chernov.



УДК 553.065.12



## ФЛЮИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В КВАРЦЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ЖИЛ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕКУЩИЙ (ЧУКОТКА)

**Н. В. Сокерина<sup>1</sup>, С. К. Кузнецов<sup>1</sup>, С. И. Исаенко<sup>1</sup>, Р. С. Ковалевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

<sup>2</sup>Сыктывкарский государственный университет, Сыктывкар

*sokerina@geo.komisc.ru*

Проведено исследование флюидных включений в кварце золоторудного проявления Секущий. Установлено, что температура гомогенизации большинства включений равна 340—350 °С. В газовой фазе включений преобладает углекислый газ, в меньшей степени присутствуют азот и метан. Высказано предположение о разнотипных флюидных растворах, которые участвовали в минералообразовании.

Ключевые слова: *флюидные включения, золоторудная минерализация, гомогенизация, рамановская спектроскопия*.

## FLUID INCLUSIONS IN QUARTZ OF GOLD ORE VEINS OF DEPOSIT SEKUSCHIY (CHUKOTKA)

**N. V. Sokerina<sup>1</sup>, S. K. Kuznetsov<sup>1</sup>, S. I. Isaenko<sup>1</sup>, R. S. Kovalevich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Geology Komi SC UB RAN, Syktyvkar

<sup>2</sup>Syktiykar State University, Syktyvkar

Investigation of quartz fluid inclusions from gold occurrence Sekuscheye were studied. It was established that the homogenization temperature of most inclusions is about 340—350 °C. Carbon dioxide is the main component of the gas phase of inclusions; nitrogen and methane are present in smaller amounts. It is suggested that there are different types of fluid solutions that are involved in mineral formation.

Keywords: *fluid inclusions, gold mineralization, homogenization, Raman spectroscopy*.

Золоторудное проявление Секущий расположено на севере Чукотки в пределах Алярмагтынского рудного поля и охватывает территорию верхнего течения р. Куэквунь. Сведения о геологическом строении района и рассматриваемого проявления, рудных телах, условиях рудообразования изложены в работах В. А. Войнова и других геологов [1, 2]. Нами проведено изучение флюидных включений в кварце золотоносных жил и дополнены данные о минеральном составе руд.

Рудные тела проявления Секущий представляют собой кварцевые, кварц-карбонатные жилы север-северо-западного простирания с наложенной сульфидной минерализацией и

зоны прожилково-вкрашенной сульфидной минерализации северо-западного и субширотного простирания, прослеживающиеся в углисто-глинистых филлитизированных сланцах иультинской свиты поздней перми-триаса. Золото находится в ассоциации с сульфидами, представленными главным образом пиритом, арсенопиритом, галенитом, халькопиритом, сфалеритом. В составе руд также встречаются монацит, ксенотит и другие минералы, в которых присутствуют редкоземельные элементы.

Изучение флюидных включений в жильном кварце проводилось в двуполированных пластинах методами гомогенизации и криометрии с использова-

нием термокриостолика THMSG600 фирмы Linkam, позволяющего проводить измерения при температурах от —196 до 600 °C. Кроме того, методом рамановской спектроскопии оценивался состав газовой фазы включений (спектрометр LabRam HR800 — Horiba Jobin Yvon). Спектры снимались при комнатной температуре, для их регистрации была задействована решетка спектрометра 600 щ/мм, размер конфокального отверстия составлял 300 мкм, щель — 100 мкм, мощность возбуждающего излучения Ar+ лазера — 120 мВт (514.5 нм).

Присутствующие в жильном кварце флюидные включения весьма разнообразны по форме, величине,

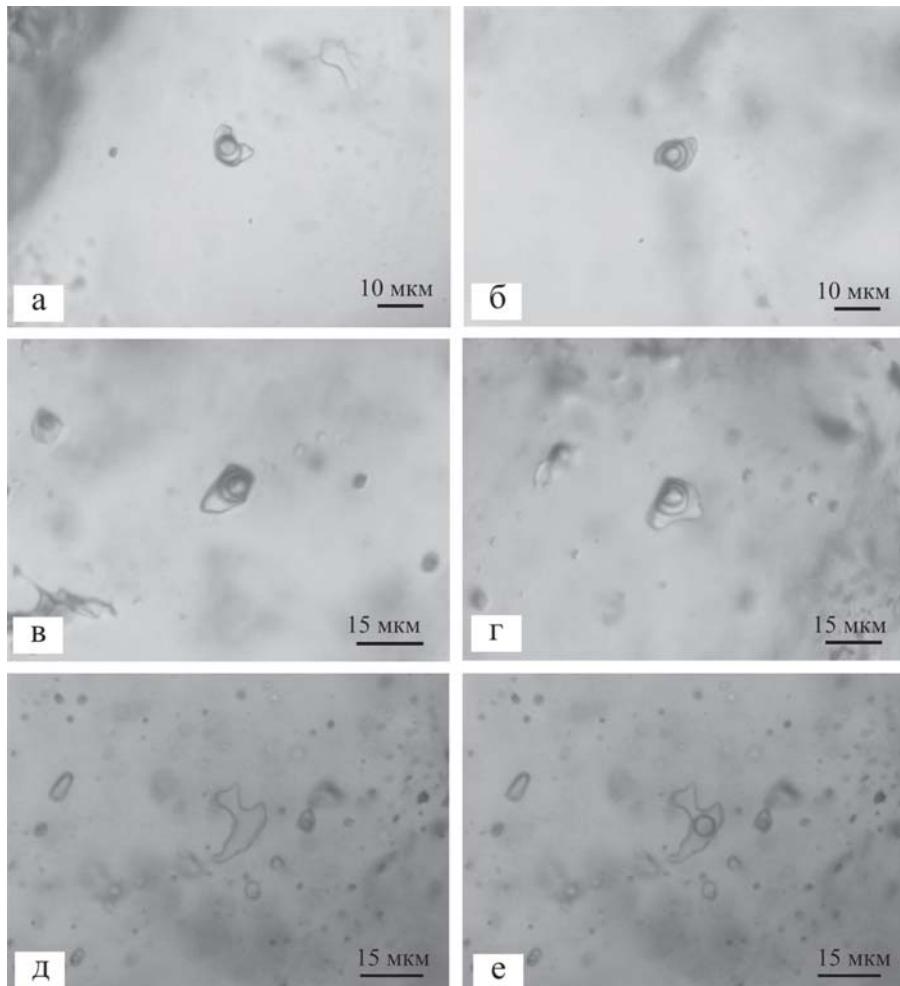


Рис. 1. Флюидные включения в золотоносном кварце рудопроявления Секущий: а—г — трехфазовые включения ( $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{Ж}_{\text{CO}_2}+\Gamma_{\text{CO}_2}$ ), д, е — двухфазовые включения с жидким углекислотой (д — при комнатной температуре, е — при  $-25^{\circ}\text{C}$ )

содержанию газовой и жидкой фаз. По особенностям локализации можно выделить первичные и первично-вторичные и — реже — вторичные включения. Первичные включения распространены относительно равномерно в объеме минерала и имеют площадное распространение; первично-вторичные, как правило, располагаются в трещинах, не выходящих за пределы зерен. Первичные и первично-вторичные включения всегда содержат жидкую углекислоту, что довольно часто отмечается в золоторудных жилах [3, 5, 6, 7, 8]. Условно их можно подразделить на следующие типы.

1. Трехфазовые включения с содержанием газовой фазы 50–70 об. % (рис. 1, а–г). Они имеют разнообразную форму, часто неправильную, реже с элементами огранки, и форму обратного кристалла. Размер включений не превышает  $10\times7$  мкм. В составе включений наблюдаются три фазы, представленные водным раствором ( $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}$ ), жидким углекислотой ( $\text{Ж}_{\text{CO}_2}$ ) и газообразной углекислотой ( $\Gamma_{\text{CO}_2}$ ). При замораживании во

включениях всегда происходит образование газогидратов. Плавление газогидратов происходит при температуре  $7.1\text{--}8.8^{\circ}\text{C}$ , что свидетельствует о том, что давление внутри включений во время эксперимента приблизительно равно 4 МПа [4]. Плавление углекислоты происходило при температуре  $-56.6\text{...}-58.6^{\circ}\text{C}$ . Известно, что температура плавления жидкой углекислоты равна  $-56.6^{\circ}\text{C}$ . Более низкие значения температуры свидетельствуют о присутствии в составе газовой фазы низкокипящих газов. Включения гомогенизируются в газовую фазу в диапазоне температуры  $342\text{--}369^{\circ}\text{C}$  (преимущественно при  $340\text{--}350^{\circ}\text{C}$ ). Частичная гомогенизация (переход жидкой углекислоты в газовую фазу) происходит при  $26.8\text{--}29.0^{\circ}\text{C}$ . Полная гомогенизация также происходит в газовую fazu.

2. Трехфазовые включения с содержанием газовой фазы 25–70 об. %, обычно 50–60 об. %. Они имеют разнообразную форму, часто неправильную, реже с элементами огранки, и форму обратного кристалла. Размер

включений, как и в предыдущем случае, не превышает  $10\times7$  мкм. В составе включений также наблюдаются три фазы, представленные водным раствором ( $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}$ ), жидким углекислотой ( $\text{Ж}_{\text{CO}_2}$ ) и газообразной углекислотой ( $\Gamma_{\text{CO}_2}$ ). При замораживании во включениях всегда происходит образование газогидратов. Плавление газогидратов происходит при температуре  $7.1\text{--}8.0^{\circ}\text{C}$ , что свидетельствует о том, что давление внутри включений во время эксперимента приблизительно равно 4 МПа [4]. Плавление углекислоты происходит при температуре  $-56.6\text{...}-59.9^{\circ}\text{C}$ . Температура частичной гомогенизации равна  $8.5\text{--}27.9^{\circ}\text{C}$ , гомогенизация всегда идет в жидкую fazu. Температура полной гомогенизации равна  $317^{\circ}\text{C}$  (удалось замерить только одно включение, остальные взорвались). Гомогенизация идет в жидкую fazu.

3. Двухфазовые включения, полностью состоящие из жидкой и газообразной углекислоты (рис. 1, е, д). Часто при комнатной температуре наблюдается только одна фаза, вторая появляется при замораживании. Включения имеют разнообразную форму, иногда с элементами огранки. Размер включений обычно не превышает  $15\times15$  мкм. Температура плавления углекислоты  $-56.9\text{...}-57.3^{\circ}\text{C}$ . Температура гомогенизации углекислоты  $15.8\text{--}28.8^{\circ}\text{C}$ . Гомогенизация всегда идет в жидкую fazu.

Как уже было отмечено выше, в кварце встречаются вторичные включения (табл. 1). Условно их также можно подразделить на следующие разновидности:

— двухфазовые включения, содержащие газовую fazu не более 10 об. %. В их составе присутствует водный раствор ( $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}$ ) и газообразная углекислота ( $\Gamma_{\text{CO}_2}$ ). Такие включения имеют обычно неправильную форму. Размер включений не превышает  $5\times5$  мкм. Температура гомогенизации равна  $139\text{--}281^{\circ}\text{C}$ ;

— однофазовые водные включения встречаются крайне редко. Они имеют неправильную форму и размер не более  $3\times3$  мкм. Так же редко наблюдаются двухфазовые включения, в составе которых присутствуют только вода и пар ( $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}+\Gamma_{\text{H}_2\text{O}}$ ).

Газовый состав включений изучался методом рамановской спектроскопии. По её данным, в составе флюидных включений преобладает углекислый газ, содержание которого изменяется в интервале 85.2–



Таблица 1

## Результаты изучения флюидных включений в золотоносном кварце проявления Секущий

№	Тип вклю-чения	ГФ, %	Т пл. CO <sub>2</sub>	Т пл. газогид, °C	Т гом., CO <sub>2</sub> , °C	Т полн. гом., °C	Т декр., °C	Удельный объем, CO <sub>2</sub> , см <sup>3</sup> /г	Плотность CO <sub>2</sub> , г/см <sup>3</sup>	Краткая характеристика
1	Ж <sub>H2O</sub> + +Ж <sub>CO2</sub> + +Г <sub>CO2</sub>	50—70	—56.6... ...—58.6	7.1—8.8	26.8—29.0	342—369 350*	—	1.479—1.573	0.2720—0.313	Трехфазовые включения с жидкой углекислотой. При нагревании частичная гомогенизация CO <sub>2</sub> происходит в газовую фазу, полная гомогенизация также происходит в газовую фазу
2	Ж <sub>H2O</sub> + +Ж <sub>CO2</sub> + +Г <sub>CO2</sub>	25—60	—56.6... ...—59.9	7.1—8.0	8.5—27.9	317 (остальные взорвались)	250—300	1.145—1.515	0.657—0.875	Трехфазовое включение с жидкой углекислотой, вероятно первичное. При нагревании частичная гомогенизация CO <sub>2</sub> происходит в жидкую фазу. Часто декрепитация происходит до температуры полной гомогенизации
3	Ж <sub>CO2</sub> + +Г <sub>CO2</sub>	100	—56.9... ...—57.3	—	15.8—28.8	—	—	1.229—1.567	0.629—0.816	Двухфазовые включения с жидкой углекислотой. При нагревании гомогенизация CO <sub>2</sub> происходит в жидкую фазу
4	Ж <sub>H2O</sub> + +Г <sub>CO2</sub>	до 10	—	—	—	136—281	—	—	—	Двухфазовые включения, вероятно, вторичные

Примечание: \* — наиболее типичны.

100 мол. %. В некоторых случаях газовая фаза полностью состоит из углекислого газа, но чаще всего встречаются незначительные примеси таких газов, как азот и метан (табл. 2, рис. 2). Содержание азота колеблется в интервале 0—11.2 мол. % и в среднем составляет 6.6 мол. % (табл. 2). Метан присутствует в очень незначительных количествах — 0—3.6 мол. %, в среднем 1.6 мол. %. Соотношение CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> в среднем равно 60.1, что свидетельствует об окислительных условиях минералообразования.

Результаты изучения флюидных включений в жильном кварце рудопроявления Секущий свидетельствуют о том, что формирование зо-

лото-сульфидно-кварцевых жил происходило при температуре 300—350 °C. Обращают на себя внимание широкие вариации соотношения жидкой и газовой фаз во включениях, наличие трехфазных включений с жидкой углекислотой, гомогенизация включений как в жидкую, так и газовую фазы. Можно полагать, что рудообразующая система была неоднородна по составу и фазовому состоянию. В системе присутствовали два флюида: водно-углекислотный с незначительными примесями азота и метана и существенно газовый углекислотный с незначительными примесями азота, метана и воды. Возможно, происходило вскипание

растворов с отделением углекислоты и других компонентов вследствие проявления тектонических подвижек и падения давления в трещинных полостях. Соотношение содержаний CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> в газовой фазе включений, обычно использующееся для оценки окислительно-восстановительного потенциала, достаточно высокое — в среднем 60.1, что свидетельствует об окислительных условиях минералообразования.

Следует заметить, что значительная газонасыщенность флюидных растворов, повышенное содержание углекислоты характерны для золото-сульфидно-кварцевых месторождений [3, 5, 6, 7, 8]. В связи с этим полу-

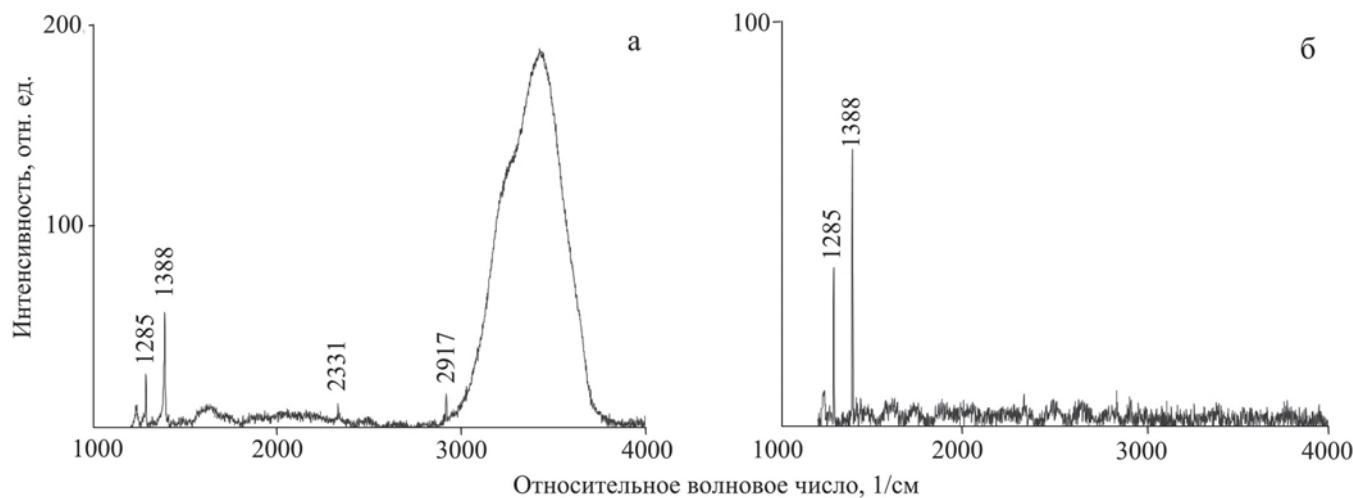


Рис. 2. Рамановские спектры газовой фазы флюидных включений золотоносного кварца проявления Секущий: а — смесь CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>; б — CO<sub>2</sub>



**Состав газовой фазы флюидных включений золотоносного кварца  
проявления Секущий (по данным рамановской спектроскопии)**

№	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> / CH <sub>4</sub>	Примечание
	МОЛ. %				
1	87.1	10.6	2.3	37.9	Трехфазовое включение $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{Ж}_{\text{CO}_2} + \Gamma_{\text{CO}_2}$
2	100	0	0	—	Однофазовое газовое включение $\text{Ж}_{\text{CO}_2}$
4	93.0	6.6	0.4	232.5	Трехфазовое включение $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{Ж}_{\text{CO}_2} + \Gamma_{\text{CO}_2}$
5	93.8	4.6	1.5	62.5	Трехфазовое включение $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{Ж}_{\text{CO}_2} + \Gamma_{\text{CO}_2}$
6	85.2	11.2	3.6	26.4	Трехфазовое включение $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{Ж}_{\text{CO}_2} + \Gamma_{\text{CO}_2}$
Среднее	93.8	6.6	1.6	60.1	—

ченные нами данные косвенно свидетельствуют о золотоносности Алярмагтынского рудного поля.

*Работа выполнена при финансовой поддержке НШ 4795.20142; Программы: УрО и ДВО РАН № 12-С-5-1006, Президиума РАН № 12-II-5-1027; УрО РАН 12-5-6-016-АРКТИКА, Президиума РАН АРКТИКА.*

#### Литература

1. Бортников Н. С., Брызгалов И. А., Кривицкая Н. Н., Прокофьев Ю. В., Викентьев О. В. Майское многоэтапное прожилково-вкрапленное золото-сульфидное месторождение (Чукотка, Россия): минералогия, флюидные включения, стабильные изотопы и условия образования // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46. № 6. С. 475–509.

2. Войнов В. А. и др. Поисково-оценочные работы на золото в пределах Алярмагтынского рудного поля (Чукотский АО): Информационный геологический отчет о результатах и объемах работ, выполненных в 2011 году по объекту. Певек, 2011.

3. Долгов Ю. А., Томиленко А. А., Гибшер Н. А. Флюидный режим формирования и термобарогеохимические критерии золотоносности кварцевых жил в метаморфических породах // Термобарогеохимия минералообразующих процессов. Новосибирск, 1990. С. 7–19.

4. Истомин В. А. Якушев В. С. Газовые гидраты в природных условиях. М.: Недра, 1992. 236 с.

5. Сокерина Н. В., Шанина С. Н. История формирования кварцевых жил и эволюция гидротермальных минера-

лообразующих растворов Приполярно-уральской хрусталеносной провинции // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2002. № 10. С. 13–15.

6. Сокерина Н. В., Шанина С. Н., Исаенко С. И. Газовый состав рудообразующего флюида золоторудного проявления Синильга, Приполярный Урал // Там же. 2012. № 3. С. 12–15.

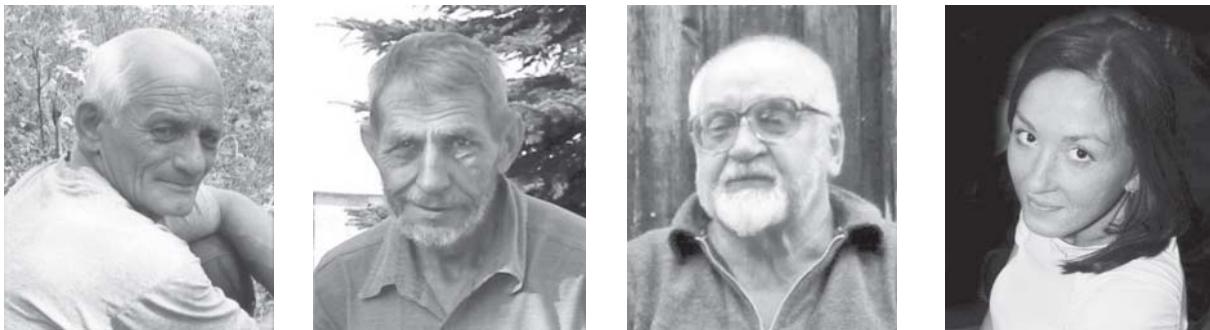
7. Сокерина Н. В., Шанина С. Н. Геохимические условия формирования золоторудного проявления Караванное, Приполярный Урал // Там же. 2007. № 5. С 2–4.

8. Сокерина Н. В., Шанина С. Н., Зыкин Н. Н., Исаенко С. И., Пискунова Н. Н. Условия формирования золоторудной минерализации на проявлении Синильга, Приполярный Урал (по данным изучения флюидных включений) // ЗРМО. 2013. № 6. С. 89–105.

Рецензент  
д. г.-м. н. В. В. Мурзин



УДК 552.16:552.48 + 549.6



## ВКЛЮЧЕНИЯ ОМФАЦИТА, ГЛАУКОФАНА И ФЕНГИТА В РУТИЛЕ УЛЬТРАМАФИТОВ БУЛДЫМСКОГО МАССИВА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

П. М. Вализер<sup>1</sup>, А. И. Русин<sup>2</sup>, А. А. Краснобаев<sup>2</sup>, Н. Н. Банева<sup>2</sup><sup>1</sup>Ильменский государственный заповедник им. В. И. Ленина УрО РАН, Миасс  
valizer@ilmeny.ac.ru<sup>2</sup>Институт геологии и geoхимии им. А. Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург  
rusin@igg.uran.ru, krasnobaev@igg.uran.ru, atlantida21@mail.ru

Выполнено минералогическое изучение серпентинизированного дунита Булдынского массива (Ю. Урал). Установлен широкий спектр минералов: оливин, энстатит, серпентин, хромшпинелиды, пирит, рутил, чермакит — роговая обманка, корунд, доломит, плагиоклаз, барит, гранат. В рутиле определены микровключения омфакита, глаукофана, фенгита и титанита. Такая ассоциация микровключений в акцессорном рутиле ультрамафитов обнаружена впервые. Равновесие ассоциации Omp + Gln + Ph + Ttn определяется параметрами  $T = 500\text{--}600^\circ\text{C}$  и  $P \geq 15$  кбар, отмечающими, вероятно, промежуточную стадию эволюции щелочно-ультраосновной породной ассоциации.

Ключевые слова: *Булдынский массив, ультрамафит, омфакит, глаукофан, фенгит.*

## OMPHACITE, GLAUCOPHANE AND PHENGITE INCLUSIONS IN RUTILE FROM THE BULDYM ULTRAMAFIC MASSIF (SOUTH URAL)

P. M. Valizer<sup>1</sup>, A. I. Rusin<sup>2</sup>, A. A. Krasnobaev<sup>2</sup>, N. N. Baneva<sup>2</sup><sup>1</sup>Ilmeny State Reserve UB RAS, Miass<sup>2</sup>Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Yekaterinburg

Mineralogy of the Buldymskiy serpentinitized dunite massif (South Ural) was studied. A wide variety of minerals including: olivine, enstatite, serpentine, Cr-spineles, pyrite, rutile, tschermakite — hornblende, corundum, dolomite, plagioclase, barite and garnet was identified. The omphacite, glaucophane, phengite and titanite inclusions were determined in rutile for the first time. The equilibrium Omp + Gln + Ph + Ttn assemblage is caused by  $T$  from 500 to 600  $^\circ\text{C}$  and  $P \geq 15$  kbar, that probably marks an intermediate evolution stage of alkaline-ultramafic rock association.

Keywords: *Buldym massif, ultramafic rocks, omphacite, glaucophane, phengite.*

Ильмено-Вишневогорский комплекс представляет собой уникальный геологический объект, мировую известность которому принесли богатейшая самоцветная и редкометалльная минерализация пегматитов, а также широкое развитие щелочных пород — нефелиновых сиенитов. При значительной степени изученности комплекса вопрос о природе щелочного магматизма до сих пор остается дискуссионным. Известная палингенетико-метасоматическая модель образования миаскит-карбонатитовой ассоциации

[5] отрицает ее связь с глубинным мантийным магматизмом. В то же время геохимические особенности мафит-ультрамафитовых пород и данные по изотопии Nd и Sr [1, 7, 8] со всей определенностью свидетельствуют об их принадлежности к щелочно-ультраосновной ассоциации [11], глубинным источником вещества которой являлись обогащенные мантийные резервуары типа EM-1 и EM-2. Сохранность в основных метафойдалитах реликтовых гроспидитовых парагенезисов [9] позволила на основе эксперименталь-

ных данных зафиксировать давление в 22—27 кбар. Впервые обнаруженный высокобарический парагенезис микровключений в рутилах ультрамафитов дает дополнительную информацию об условиях декомпрессионного подъема глубинного блока, предшествующих его включению в нижнюю кору.

Краткая геологическая характеристика комплекса

Ильмено-Вишневогорский комплекс, представленный различными



метаморфическими и магматическими образованиями, слагает узкую субмеридиональную зону от Ильменских до Вишневых гор протяжённостью более 100 км (рис. 1). Метаультрамафиты и ассоциирующие с ними мафиты широко развиты как в осевой зоне комплекса, так и в его восточной части среди кварцитосланцевых толщ сайтовской серии. Они образуют крупные серпентинитовые массивы (Няшевский и другие) или представлены мелкими будинообразными и линзовидными телами оливин-энстатитовых, энстатитовых, тальк-антрофиллитовых, тальк-карбонатных, tremolite-антрофиллитовых пород и разнообразных амфиболитов. В 70-е годы сформировалось представление о принадлежности этих тел к раннегеосинклинальной офиолитовой ассоциации. Позже, в работах А. С. Варлакова [3 и др.], было выдвинуто предположение о позднедокембрийском рифтогенном генезисе мафит-ультрамафитовой ассоциации, а В. Я. Левин с соавторами [5] допускали возможность отнесения гипербазитов к стратиформным аптовулканическим образованиям («метакоматитам»). В наших работах [1, 9, 11] ультрамафиты, ассоциированные с высокобарическими метафойдалитами, рассматриваются как фрагменты щелочно-ультраосновной интрузии центрального типа, дезинтегрированной в зоне Ильмено-Вишневогорского постколлизионного сдвига.

Булдынский массив представлен крупными ультрамафитами, залегающими в фенитизированных бластомилюнитах, выделявшихся ранее в вишневогорскую «метаосадочную свиту» [7, 8]. Массив имеет изометричные очертания и линзообразную форму размером до 1 км и мощностью до 250 м (рис. 1). Сложен оливиновыми и энстатит-оливиновыми породами с вкрапленностью флогопита и tremolita и вторичными лизардитовыми серпентинитами [3]. В экзоконтактах отмечаются гранат-амфиболовые породы, а к его средней части приурочена зона развития слюдитов с флогопит-рихтеритовыми метасоматитами и карбонатитами. Изохронный Sm–Nd-возраст метасоматизированных ультрамафитов и карбонатитов Булдынского массива составляет  $602 \pm 24$  млн лет [8]. В единичных зернах цирконов ультрамафитов сохраняются реликтовые мезопротерозойские ( $1352 \pm 14$  млн лет) и силурийские ( $428.9 \pm 2.1$  млн лет) датировки. Отчетливо проявлен возрастной кластер (250–270 млн лет), отмечающий

время формирования постколлизионного сдвига [4].

### Методика исследований

Микрозондовый анализ состава минералов выполнен на растровом микроскопе РЭММА-202М с микронализатором в лаборатории физических методов анализа минерального вещества Института минералогии (аналитик В. А. Котляров). Ускоряющее напряжение 20 кВт, ток на образце  $H \cdot 10^{-10}$  А. Стандарты: AstJMEScientific Limited MJNM 25–53 Mineral Mount serial № 01–044. Содержания петрогенных элементов в ультрамафите определено рентгенфлуоресцентным методом на СРМ — 18.25, VRA — 30, РЗЭ и РЭ на масс-спектрометре с индуктивно

связанной плазмой ELAN — 9000 в ЦКП ИГГ УрО РАН «Геоаналитик».

### Минералогия

Серпентинизированный ультрамафит желтовато-зеленого цвета, массивной текстуры, пятнистой структуры, пятна образованы оливином и пироксеном. Структура основной массы петельчатая. Сложен оливином (5 %), пироксеном (5 %), антигоритом, хризотилом и серпифитом (86 %), хлоритом (2 %), карбонатом и магнетитом (2 %).

Редкие минералы представлены рутилом, включениями в нем омфаита, глаукофана, фенгита и титанита, амфиболами, гранатом, корундом, плагиоклазом и баритом.



**Рис. 1.** Схематическая геологическая карта района Ильменских — Вишневых гор (а): 1 — Селянкинский комплекс — амфиболит-гнейсово-плагиомигматитовый, 2 — массивы миаскитов, 3 — бластомилюниты гранитоидного и сиенитового состава, 4 — милюниты Кыштымского сдвиганадвига, 5 — «ланчиковская серия пластиносланцев и мигматитов инъекционного типа», 6 — сайтовская метатерригенная серия, 7 — зеленосланцевые осадочно-вулканогенные комплексы Западно-Магнитогорской и Арамильско-Сухтелинской зон, 8 — Увильдинский монцонит-гранитный комплекс, 9 — гнейсовидные граниты Кисегачского комплекса, 10 — метагипербазиты. Схема геологического строения Булдынского массива гипербазитов (б): 1 — гнейсы, кварциты, амфиболиты Вишневогорской свиты; 2 — карбонатиты и ассоциирующие с ними флогопитовые и флогопит-рихтеритовые породы; 3 — миаскиты; 4 — серпентинизированные энстатит-оливиновые, оливиновые породы; 5 — послерудные разломы; 6 — местоположение, номер пробы



**Оливин** наблюдается в виде неправильных зерен размером 0.4–0.5 мм. Магнезиальность варьирует от 0.90 до 0.94, содержание никеля до 0.01 к. ф. (см. таблицу). Зерна чаще всего серпентинизированы, в отдельных зернах по оливину развит доломит ( $Mg_{46}Ca_{52}$ ). А. С. Варлаков с соавторами [3] подчеркивает его вторичную природу, т. е. образование в процессе оливинитизации.

**Энстатит** образует призматические зерна размером 0.6–0.8 мм, замещается серпентином и хлоритом. Отмечаются включения чермакита (рис. 2, а). Он характеризуется колебанием магнезиальности от 0.88 до 0.91, содержит до 0.08 к. ф. алюминия и до 0.07 к. ф. хрома.

**Серпентин** развит по оливину и пироксену, замещая их. В основном представлен мелкими пластинчатыми

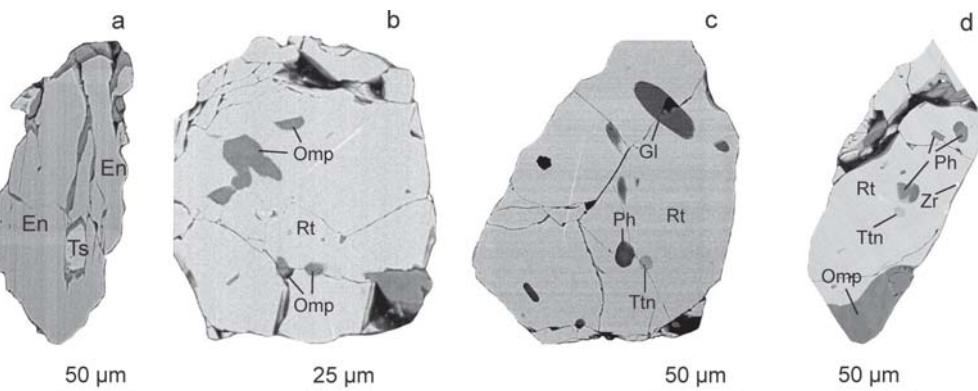


Рис. 2. Микрофотографии зерна энстатита с включениями чермакита (а) и зерен рутила с включениями омфацита, глаукофана, фенгита, циркона и титанита (б–д) из серпентинизированного дунита Булдынского массива

зернами антигорита, по трещинкам в оливине и пироксене соответствует хризолиту, а в центре серпентинитовых петель встречается серпофит. По составу антигорит высокомагнезиальный (# Mg = 0.96–0.94), содержит алюминий (до 0.14 к. ф.).

**Рутил** — кристаллы и округлые зерна с разной интенсивностью окраски, темно-светло-коричневого цвета,

размером от 0.1 до 1.2 мм. В его составе регистрируются колебания содержаний:  $Cr_2O_5$  — от 0.03 до 1.26 мас. %;  $V_2O_5$  — от 0.45 до 1.92 мас. %;  $Nb_2O_5$  — до 1.53 мас. %. Содержит включения титанита, циркона, омфацита, глаукофана, фенгита (рис. 2, б, с, д).

**Титанит** во включениях в рутиле содержит оксид алюминия (до 1.1 мас. %), в основной массе породы содержание

#### Результаты микрозондового анализа минералов серпентинизированного дунита

Оксиды	Rt	Omp		Rt	Gln		Ph	Ol		Mgs	En	Ttn	
$SiO_2$		55.7	56.3		56.5	55.4	49.6	41.2	41.7	0.00	57.4	30.4	28.6
$TiO_2$	99.3	1.79	0.84	98.6	0.00	1.80	3.05	0.00	0.00	0.00	0.05	37.3	43.1
$Al_2O_3$		15.5	15.9		12.7	12.0	26.6	0.00	0.00	0.00	1.06	3.10	1.14
$Cr_2O_3$	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
FeO	0.19	6.57	6.62	0.32	12.1	11.6	3.31	8.94	8.65	1.46	6.26	0.57	0.08
MnO		0.00	0.00		0.00	0.00	0.10	0.21	0.05	0.00	0.17	0.00	0.00
MgO		4.51	3.91		9.76	9.75	3.34	49.2	48.9	19.4	34.6	0.00	0.00
CaO		5.71	5.79		0.75	0.69	0.10	0.00	0.18	31.0	0.17	28.3	26.5
$Na_2O$		9.95	10.2		6.43	6.62	0.56	0.00	0.00		0.19	0.00	0.00
$K_2O$		0.00	0.00		0.00	0.14	9.89	0.00	0.00		0.05	0.00	0.00
$V_2O_5$	0.39				0.42			0.44	0.00				
$Nb_2O_5$					0.41								0.16
$\Sigma$	99.90	99.73	99.56	99.78	98.24	98.00	96.55	99.99	99.48	51.86	99.97	99.67	99.58

(Продолжение таблицы)

Оксиды	En	Ts		Hbl			Srp		Grt		Pl		
$SiO_2$	58.2	46.7	43.8	46.7	53.0	48.6	44.4	44.1	38.3	39.5	61.90	53.8	58.2
$TiO_2$	0.00	0.22	1.22	0.54	0.08	0.15	0.00	0.00	0.33	0.05	0.00	0.00	0.00
$Al_2O_3$	0.37	11.7	11.9	11.6	5.71	10.2	0.61	1.19	14.9	18.9	24.1	29.3	26.2
$Cr_2O_3$	0.00	0.61	0.00	0.47	0.33	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	5.70	4.83	16.1	5.00	3.41	4.84	3.85	3.05	11.0	5.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.11	0.02	0.14	0.00	0.00	0.00	0.12	0.20	0.49	0.03	0.00	0.00	0.00
MgO	35.4	19.7	10.5	19.4	22.5	20.3	40.2	40.8	0.58	0.57	0.00	0.00	0.00
CaO	0.16	12.0	12.5	11.8	12.2	12.1	0.25		34.4	35.0	5.71	11.7	8.47
$Na_2O$	0.00	2.19	1.06	1.90	0.91	1.63	0.00		0.00	0.00	7.52	4.70	6.31
$K_2O$	0.00	0.11	1.07	0.13	0.07	0.13	0.00		0.00	0.00	0.46	0.13	0.20
$V_2O_5$													
$Nb_2O_5$													
$\Sigma$	99.94	98.08	98.29	97.54	28.21	98.51	89.43	89.34	100.0	99.05	99.69	99.53	99.38

Примечание. Индексы минералов: En — энстатит, Gln — глаукофан, Grt — гранат, Hbl — роговая обманка, Mgs — магнезит, Ol — оливин, Omp — омфацит, Ph — фенгит, Pl — плагиоклаз, Rt — рутил, Srp — серпентин, Ttn — титанит, Ts — чермакит.



оксида алюминия более высокое (до 3.1 мас. %).

**Включения омфацита** (до 8–15 мкм) прямоугольной формы характеризуются высоким содержанием жадеитового (60–71 %) и низким акмитового (5–7 мол. %) компонентов (см. таблицу). По составу сопоставимы с омфацитами жадеитсодержащего эклогита и жадеит-кварц-альмандиновой породы максютовского комплекса и омфацитами кианитовых «корундовых» эклогитов марункеуского комплекса.

**Включения глаукофана** имеют округлую или прямоугольную форму размером до 12–15 мкм. Для его состава характерно невысокое содержание  $\text{Si}^{4+}$  (7.47–7.65 к. ф.) и  $\text{Al}^{\text{VI}}$  (1.46–1.67), железистость от 39 до 41 %. Позиция А вакантна, В не заполнена (см. таблицу). По составу сопоставим с глаукофаном гранат-глаукофановых зон Урала и другими.

Для **фенгита** отмечается низкое содержание  $\text{Si}^{4+}$  (3.27–3.29 к. ф.), вариации натрия — от 0.07 до 0.11 к. ф. и железистости — от 23 до 36 % (см. таблицу).

**Амфиболы** представлены чермакитом и роговой обманкой. Чермакит развит в виде включений в энстатите, для его состава характерна низкая железистость ( $F = 13\%$ ) и повышенное содержание натрия (до 0.6 к. ф.). В ассоциации с титанитом амфибол представлен железистой разновидностью (46 %). Для роговой обманки характерна низкая железистость ( $F = 9–12\%$ ), вариации содержания алюминия — от 0.03 до 0.08 к. ф. и натрия — до 0.44 к. ф. Часто по роговой обманке развивается серпентинит.

**Плагиоклаз** по составу соответствует олигоклаз-анортиту ( $\text{Ab}_{42–78}\text{An}_{57–19}$ ).

**Гранат** представлен андродит-грассуляром ( $\text{Py}_2\text{Alm}_2\text{Sps}_1\text{Ca-comp}_{95}$ ),  $F = 83–92\%$ , неоднороден с замещением  $\text{Al} \rightarrow \text{Fe}$  от центра к краю зерна (см. таблицу).

#### Условия формирования

Включения в рутиле омфацита, глаукофана, фенгита и титанита, вероятно, представляют раннюю минеральную ассоциацию, которая типоморфна для глаукофансодержащих пород высокобарических комплексов Урала. Р–Т-параметры ее образования по содержанию жадеитового компонента в омфаците [12], кремнезема

и натрия в фенгите [2, 13] определяются температурой более 600 °С и давлением не менее 14–15 кбар. Для чермакита из включений в энстатите по амфиболовому термобарометру [6] рассчитана температура от 650 до 675 °С при давлении 8.5–8.7 кбар. Образование оливина и энстатита, по данным А. С. Варлакова с соавторами, отвечают условиям гранулитовой и амфиболитовой фаций [3]. Область формирования роговой обманки определяется температурой 550–620 °С при давлении 5.5–7 кбар.

#### Выводы

Обнаружение высокобарической ассоциации микровключений в ультрамафитах Булдынского массива важно для реконструкции термодинамических параметров формирования щелочно-ультраосновной ассоциации Ильмено-Вишневогорской зоны. Принято считать, что становление интрузий центрального типа происходит в гипабиссальных условиях, а генерация исходных расплавов — в глубинных мантийных резервуарах, что подтверждается изотопно-геохимическими данными. Анализ парагенезисов Уразбаевской щелочно-ультраосновной ассоциации Ильмен позволил сделать вывод о гроспидитовом уровне генерации исходных расплавов [9–11]. Новые данные по Булдынскому массиву могут быть интерпретированы как свидетельство декомпрессионного подъема ультрамафитового материала из глубинного мантийного источника.

#### Литература

1. Банева Н. Н., Медведева Е. В., Русин А. И. Геохимические особенности ультрамафитов Ильменогорской сдвиговой зоны // Ежегодник-2008. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. С. 115–119.
2. Вализера П. М. Светлая слюда максютовского эклогит-глаукофан-сланцевого комплекса (Южный Урал) // ЗРМО. 2012. № 2. С. 52–64.
3. Варлаков А. С., Кузнецова Г. П., Кораблев Г. Г., Муркин В. П. Гипербазиты Вишневогорско-Ильменогорского метаморфического комплекса (Южный Урал). Миасс: ИМин УрО РАН, 1998. 195 с.
4. Краснобаев А. А., Вализера П. М., Русин А. И., Бушарина С. В., Медведева Е. В. О цирконах гипербазитов Бул-
- дымского массива // Ежегодник-2012: Тр. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург, 2013. Вып. 160. С. 300–302.
5. Левин В. Я., Роненсон Б. М., Самков В. С., Левина И. А., Сергеев Н. С., Киселев А. П. Щелочно-карбонатитовые комплексы Урала. Екатеринбург: Уралгеолком, 1997. 274 с.
6. Мишкин М. А. Амфиболовый геотермобарометр для метабазитов // Докл. АН СССР, 1990. Т. 312. № 4. С. 944–946.
7. Недосекова И. Л. Новые данные о возрасте, источниках вещества и генезисе ультрабазитов и карбонатитов Булдынского массива (Ильмено-Вишневогорский комплекс, Урал) // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. Т. 2. С. 70–72.
8. Недосекова И. Л. Возраст и источники вещества Ильмено-Вишневогорского щелочного комплекса (Урал, Россия): Геохимические и изотопные Rb–Sr, Sm–Nd, U–Pb, Lu–Hf данные // Литосфера. 2012. № 5. С. 77–95.
9. Русин А. И., Вализера П. М., Краснобаев А. А., Банева Н. Н., Медведева Е. В., Дубинина Е. В. Природа гранат-анортит-клинопироксен-амфиболовых пород Ильменогорского комплекса (Ю. Урал) // Литосфера. 2012. № 1. С. 91–109.
10. Русин А. И., Краснобаев А. А., Вализера П. М. Геология Ильменских гор: ситуация, проблемы // Тр. ИГЗ УрО РАН. Миасс, 2006а. С. 3–19.
11. Русин А. И., Краснобаев А. А., Русин И. А., Вализера П. М., Медведева Е. В. Щелочно-ультраосновная ассоциация Ильменских — Вишневых гор // Геохимия, петрология, минералогия и генезис щелочных пород. Миасс: УрО РАН, 2006б. С. 222–227.
12. Holland T. J. B. The experimental determination of activities in disordered and short-range ordered jadeitic pyroxenes // Contrib. Miner. Petrol., 1983. V. 82. P. 214–220.
13. Massonne H. J., Schreyer W. Phengite geobarometer based on the limiting assemblage with K-feldspar, phlogopite and quartz // Contrib. Miner. Petrol., 1987. V. 96. № 2. P. 212–224.

Рецензент  
д. г.-м. н. А. Б. Макеев



УДК 549.514.81:551.734:553.068.5(234.83)



## ИТРИЙСОДЕРЖАЩИЕ ЦИРКОНЫ ИЗ ПСЕФИТОВ РОССЫПЕПРОЯВЛЕНИЯ ИЧЕТЬЮ

**Б. А. Макеев, Ю. В. Глухов, Д. А. Варламов\*, С. С. Шевчук, С. И. Исаенко**

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

*Glukhov@geo.komisc.ru*

\* Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка

*dima@iem.ac.ru*

Приводятся результаты изучения эпигенетически модифицированных иттрийсодержащих цирконов из девонских конглобрекций пижемской свиты ( $D_2pg$ ) россыпепроявления Ичетью (Средний Тиман). Предполагается, что продукты эпигенетической модификации иттрийсодержащих цирконов и ассоциирующие с ними фосфорсодержащие редкоземельные акцессорные минералы (ксенотим, монацит, флоренсит) связаны с одной и той же Тиманской металлогенической формацией, образовавшейся в результате гидротермально-метасоматических преобразований региональных докембрийских (метаморфических) комплексов пород.

Ключевые слова: иттрийсодержащие цирконы, ксенотим, монацит, фосфорсодержащие редкокометалльные и редкоземельные минералы, девонские псефиты, россыпепроявление Ичетью, Средний Тиман.

## YTTRIUM-BEARING ZIRCONS FROM PSEPHITES OF ICHEΤ'YU PLACER-LIKE OCCURRENCE

**B. A. Makeev, Yu.V. Glukhov, D. A. Varlamov\*, S. S. Shevchuk, S. I. Isaenko**

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

\* Institute of Experimental Mineralogy RAS, Chernogolovka

Study results of epigenetically modified yttrium-bearing zircons from Devonian conglobreccia horizons of Pizhemskaya suite ( $D_2pg$ ) of Ichet'yu placer-like occurrence (Middle Timan) are represented. It is supposed that products of epigenetic modifications of yttrium-bearing zircons and associated phosphorus-bearing rare earth accessory minerals (xenotime, monazite, florencite) have paragenetic relation with the same Timanian metallogenetic formation, developed as a result of hydrothermal-metasomatic alterations of regional Precambrian (metamorphic) complexes of rocks.

Keywords: yttrium-bearing zircons, xenotime, monazite, phosphorus-bearing rare and rare earth minerals, Devonian psephites, Ichet'yu placer-like occurrence, Middle Timan.

При изучении акцессорных минералов комплексного среднетиманского золото-алмазно-редкокометалльного россыпепроявления Ичетью<sup>1</sup> [1, 2, 7, 8] были обнаружены необычные эпигенномодифицированные иттрийсодержащие цирконы. Сведения по этим цирконам, по нашему мнению, могут быть важны для выяснения генезиса редкокометалльной формации, продукты разрушения которой

аккумулировались в девонских псефитах пижемской свиты ( $D_2pg$ ) на Среднем Тимане. В данной статье мы излагаем результаты их изучения.

### Методы исследований

Рентгенофлюoresцентный анализ (РФА) цирконов проводился в режиме «полуколичественного определения» на энергодисперсионном спектрометре Horiba MESA-500W (анали-

тик С. Т. Неверов). Структурные характеристики были получены методом спектроскопии комбинационного рассеяния (СКР) на спектрометре LabRam HR800 (Horiba Jobin Yvon), в условиях комнатной температуры использовались красная линия 633 нм (Не–Не-лазер мощностью 20 мВт) или зелёная линия 515 нм (Аг-лазер мощностью 120 мВт). Кроме того, был сделан рентгеновский дифракционный анализ (условия: камера Дебая–Шerrer радиусом 28.65 мм, УРС –

<sup>1</sup>Прежнее название Ичет-Ю.



55, Си-анод, сила тока 10 mA, напряжение 30 kV, фильтрование не проводилось). Параметры элементарной ячейки рассчитывались методом наименьших квадратов. Элементный состав и морфология неотпрепарированных зёрен и сколов исследовались на электронном сканирующем микроскопе Tescan VEGA 3LMN и энергодисперсионном спектрометре INCA Energy 450. Полированные препараты изучались в ИЭМ РАН на микрозондовой аппаратуре, включающей: цифровой электронный сканирующий микроскоп Tescan VEGA-II XMU с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy 450, цифровой электронный сканирующий микроскоп CamScan MV2300 (VEGA TS 5130MM) с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy 350, а также систему рентгеноспектрального микроанализа Link INCA Energy (рабочее напряжение 20 kV).

#### Результаты исследований

Непохожие на обычные цирконы, иттрийсодержащие цирконы обнаруживались в россыпепроявлении Ичетью, как правило, во всех шлиховых пробах девонских конглобекций и песчаников в количестве от нескольких единиц до десятка зёрен на 0.01 м<sup>3</sup> исходной пробы. Размеры индивидов варьировались в диапазоне 0.2–0.5 мм. Непрозрачные иттрийсодержащие цирконы имеют белёсый цвет с оттенками коричневато-серого (кремового). По цветовой гамме иттрийсодержащие цирконы Ичетью нередко напоминают флоренситы, но отличаются от них ясно выраженной матированностью поверхности (у флоренситов она обычно идеально гладкая, глянцевая, «леденцовая»).

Иттрийсодержащие цирконы имеют чаще всего округлую форму (рис. 1, а1, а2). У некоторых из них едва различим призматический габитус. Весьма редки иттрийсодержащие цирконы с ясными гранными формами. Один из таких идиоморфных кристаллов (рис. 1, б1, б2) отличается специфическим жёлто-оранжево-коричневым цветом и аномально высокой трещиноватостью.

Поверхность зёрен иттрийсодержащего циркона механически сильно изношена. У индивидов призматического габитуса это заметно по характерному округлению рёбер. Не исключено, что общая округлость зёрен циркона вполне могла быть вызвана также и процессами растворе-

ния. На это указывает наличие у циркона участков весьма гладкой, по-видимому некогда единой поверхности и явно более поздних участков (выбоин) с грубым бугорчато-ямчатым микрорельефом.

Микротрещиноватость — характерный признак иттрийсодержащих цирконов. На сколах и срезах индивидов отчётливо видна пронизывающая их сеть трещин. У упомянутого выше

трещиноватого идиоморфного кристаллика плотность трещин заметно выше вблизи поверхности, что видно на сколе (рис. 1, б3).

На срезах многих округлых индивидов иттрийсодержащих цирконов обнаруживается их сложное неоднородное строение (рис. 1, а3). Судя по изменению атомной плотности, внутреннее строение цирконов напоминает мелкополикристаллический агрегат.

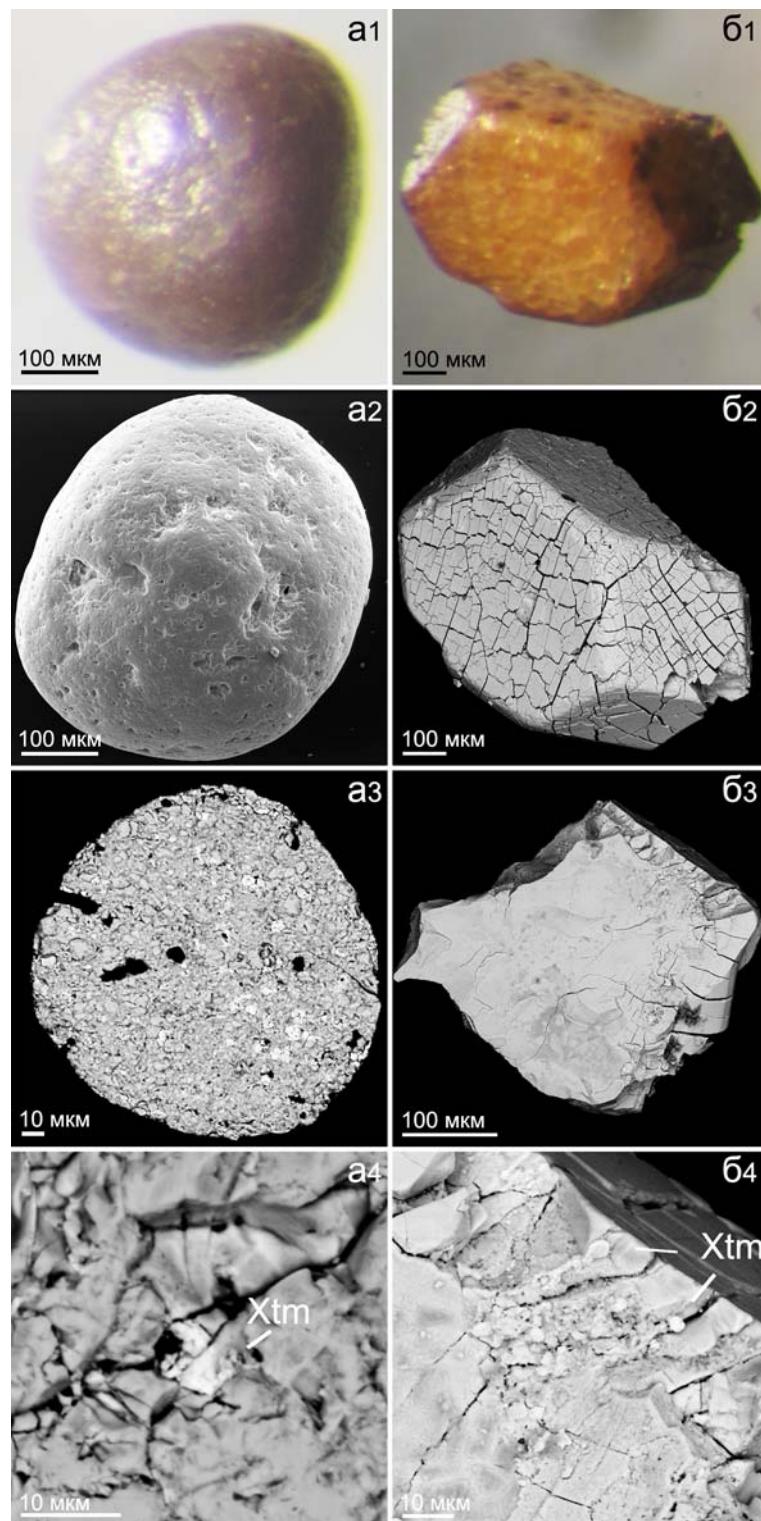


Рис. 1. Эпигенетически модифицированные округлый (а) и эвгедральный (б) иттрийсодержащие цирконы с аномальной окраской. Вверху (а1, б1) — изображение под оптическим бинокулярным микроскопом, остальные — растровое изображение (СЭМ)



Основная масса индивидов разбита микротрещинами на обломки (своего рода «микродетрит») размером от первых единиц до первых десятков микрометров, которые как бы «сцементированы» по этим самим трещинам менее плотным веществом (более тёмный цвет в режиме обратно-рассеянных электронов). Кроме того, в данном макроагрегате обнаруживается множество микроминеральных включений (кварц, силикаты, фосфаты) и пустот размером от первых единиц до нескольких десятков микрометров. В редких случаях у иттрийсодержащих цирконов наблюдается такая же реликтовая зональность, как у обычных розовых и тёмно-вишнёвых радиационно-окрашенных цирконов из отложений пижемской свиты. Подробными сведениями по ним мы пока не располагаем.

По данным РФА, содержание иттрия в иттрийсодержащих цирконах обычно не превышает первые массовые проценты  $\text{Y}_2\text{O}_3$ . При повышенном содержании иттрия в спектрах рентгеновской флюоресценции этих цирконов также регистрируются и линии фосфора. Спорадически отмечается присутствие следов гафния и железа.

По данным микрозондового анализа, сама матрица цирконов содержит небольшое количество иттрия — от следовых значений до первых единиц мас. %. Характерно постоянное присутствие гафния (первые массовые проценты). В нескольких анализах на поверхности цирконов фиксировались следовые содержания иридия и платины, требующие аналитического уточнения.

Высокие концентрации иттрия в цирконах коррелируются с эпигенетическими выделениями (около микрометра) ксенотитовых фаз, которые находятся в микротрещинах или образуют корки на поверхности цирконов (рис. 1, а4, б4). Помимо иттрия в составе ксенотитов постоянно присутствует некоторое количество тяжёлых лантаноидов — самария, гадолиния, диспрозия, голмия, эрбия, иттербия (см. таблицу). В ксенотитовой фазе на их долю в сумме приходится примерно около 50 % от массы иттрия (в пересчёте на  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ). В одной из проб был обнаружен ксенотит с необычно повышенным содержанием гадолиния (см. таблицу). В спектрах постоянно регистрируется торий (первые массовые проценты  $\text{ThO}_2$ ). Спорадически отмечаются следы скандия, кальция, железа, алюминия, европия, тербия и урана. Кроме ксенотита в иттрийсодержащем цирконе также присутству-

ют микровыделения монацита неодим-лантан-цириевого состава.

По данным спектроскопии комбинированного рассеяния, иттрийсодержащие цирконы характеризуются более низкой степенью кристалличности по сравнению с обычными радиационно-окрашенными тёмно-вишнёвыми цирконами россыпепроявления Ичетью. Соответствующие пики в спектрах иттрийсодержащих цирконов ( $202, 220, 345, 431, 995 \text{ см}^{-1}$ ) заметно уширены, а их максимумы сдвинуты в сторону низких частот (рис. 2, б). В их спектрах КР выделяется широкая структурированная полоса с двумя основными диффузными максимумами в области  $1000—3000 \text{ см}^{-1}$ , обусловленная наличием слабоупорядоченного углеродного вещества. Такая же полоса оказалась характерной для тёмных пигментных пятен, имеющихся на изученных зёрнах ксенотита. Присутствие углеродсодержащей примеси рассматривается нами в качестве одной из возможных причин устойчиво низких сумм компонентов в некоторых микрозондовых анализах. По данным КР, в углублениях на поверхности одного из зерен иттрийсодержащего циркона есть ярозит (охристые жёлто-коричневые землистые выделения). На это указывают линии  $138, 221, 433, 623, 1006, 1100 \text{ см}^{-1}$  в спектре КР (рис. 2, в).

При проведении дифрактометрического рентгеноструктурного анализа существенных отличий между иттрийсодержащим и обычным радиационно-окрашенным цирконом обнаружить не удалось. Параметры элементарной ячейки иттрийсодержащего циркона в пределах погрешностей анализа соответствуют справочным данным. Следует отметить, что в одной из дифрактограмм зафиксированы линии примесного ксенотита.

### Обсуждение результатов

Тесные кристаллогенетические взаимоотношения фосфатных эпигенных минералов с цирконами неоднократно отмечались при изучении акцессорных минералов Тимана. Так, О. С. Кочетков [3] отмечал ксенотитовые каймы на регенерированных и нерегенерированных цирконах из метаосадочных пород докебрийских комплексов. Ксенотит-монацитовые каймы им были обнаружены у некоторых редких цирконов из девонских кварцевых песчаников травянской свиты на Северном Тимане.

Сростки циркона с ксенотитом и реже с монацитом повсеместно наблюдались в среднедевонских отложениях Среднего Тимана (в Среднетиманской терригенно-минералогической провинции — по О. С. Кочеткову). По мнению О. С. Кочеткова, источниками обломочного материала и акцессорных минералов (в том числе ксенотитов и монацитов) для этой провинции служили местные породы метаморфического комплекса, в состав которых входили метасоматиты, аналогичные тем, что имеют выходы на рр. Бобровая, Косью и Мезень.

А. Б. Макеев и его коллеги [5] при изучении коренных щелочных метасоматитов и марганцевосных продуктов их выветривания на самом возвышенном месте Тимана — Четласском Камне — и в его восточном обрамлении отмечали эпитаксические нарастания ксенотита на кристаллических индивидах циркона (Ворыквинская площадь). Также наблюдалась как полное обрастание ксенотитом зерен циркона, так и сложные сростки отдельных кристаллов циркона с агрегатами ксенотита. Подобные формы срастания ксенотита и циркона были встречены в том числе на Светленской и Павьюгской площадях. По данным А. Б. Макеева и его коллег, при интенсивном метасоматозе аллотигенные цирконы, находящиеся в алевропланцах и кварцитопесчаниках рифейских метаморфических комплексов, подвергаются специфичным преобразованиям. В том числе для них характерны малаконизация, регенерация с образованием циртолитов желто-оранжевых, коричневых, розовато-коричневых, серых и мутнобелых тонов. Для всех этих метасоматически образованных цирконов характерно повышенное содержание микропримесей — редких земель, гафния, тория, урана и свинца.

По данным другой работы А. Б. Макеева и его соавторов [4], среди цирконов из девонских конглобрекций Ичетью есть разновидности с повышенным содержанием «ксенотитового компонента» в отдельных зонах роста. Кроме того, в этих же конглобрекциях встречаются малаконы (ямагучилиты) также с весьма высоким содержанием «ксенотитового компонента» (30—55 %), которые отличаются поликристаллической текстурой, метамиктным строением, нерегулярной пятнистой белой катодолюминесценцией. В выборке, изученной этими авторами, были обна-



**Состав индивидов эпигенетически модифицированных иттрийсодержащих цирконов и микровключений в них ксенотима и монацитита (данные микрозондового анализа, непрепарированная поверхность), мас. %**

Компонент	2559-ИЧЕ-12/47			2559-ИЧЕ-12/63			2561-ИЧЕ-12/499				2567-ИЧЕ-12/138	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.40*	—	—	1.25*	—	—	0.37*	5.11*	1.12*	7.53*	—	—
SiO <sub>2</sub>	23.61	2.97*	2.61*	25.89	7.86*	3.83*	27.35	10.58*	12.02*	21.90*	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.42	31.41	21.46	1.22	31.77	30.19	0.75	18.35	20.28	12.14	33.89	28.84
K <sub>2</sub> O	—	—	—	—	0.36*	—	—	—	—	0.90*	—	—
CaO	0.96*	—	0.78*	1.08*	0.24*	0.33*	0.18*	0.83*	0.49*	0.32*	0.15*	0.21*
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0.18	—	—	—	—	0.24	0.31	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	0.51*	—	—	—
FeO	1.24*	—	—	0.88*	0.49*	—	0.28*	0.73*	0.73*	0.84*	—	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.53	36.73	23.84	1.69	32.38	34.98	0.17	18.47	24.69	1.61*	26.32	24.09
ZrO <sub>2</sub>	53.67	5.65*	—	60.00	—	7.40*	57.02	24.57*	25.26*	27.63*	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.66	0.22	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	0.79	—	12.35	—	—
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.08	—	0.13
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.71	0.04	—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0.49	0.82	—	0.90	0.68	—	—	0.47	0.70	2.55	0.96
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0.75	—	—	—	—	—	—	—	2.55	0.73
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	4.78	4.25	—	4.24	4.57	—	1.32	1.70	—	19.78	5.18
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0.71	—	—	—	—	—	—	—	2.10	1.12
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	5.86	5.55	—	5.37	5.46	—	2.16	3.28	—	6.72	5.50
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0.89	—	1.09	1.24	—	—	—	—	—	—
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3.43	2.46	—	3.18	3.02	—	1.83	2.46	—	2.26	1.59
Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3.31	1.78	—	2.91	2.69	—	1.56	2.42	—	1.07	2.12
PbO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.11	0.46
PtO <sub>2</sub>	—	—	2.68*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HfO <sub>2</sub>	1.23	—	—	1.86	—	—	1.69	—	0.01*	0.94*	—	—
IrO <sub>2</sub>	—	—	—	2.69*	—	—	—	—	—	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	—	—	0.60	—	1.23	1.38	—	1.26	1.58	1.04	0.50	0.98
UO <sub>2</sub>	—	—	0.46	—	—	—	—	—	—	—	0.33	0.32
Сумма	84.06	94.63	69.82	96.56	92.02	95.77	87.81	87.80	97.33	100.35	98.59	72.36

**Кристаллохимические формулы микровключений**

2559-ИЧЕ/47 (2)	(Y <sub>0.77</sub> Dy <sub>0.08</sub> Gd <sub>0.06</sub> Er <sub>0.04</sub> Yb <sub>0.04</sub> Sm <sub>0.01</sub> )PO <sub>4</sub>
2559-ИЧЕ/47 (3)	(Y <sub>0.68</sub> Dy <sub>0.09</sub> Gd <sub>0.08</sub> Er <sub>0.04</sub> Yb <sub>0.03</sub> Sm <sub>0.02</sub> Sc <sub>0.01</sub> Eu <sub>0.01</sub> Tb <sub>0.01</sub> Ho <sub>0.01</sub> Th <sub>0.01</sub> U <sub>0.01</sub> )PO <sub>4</sub>
2559-ИЧЕ/63 (5)	(Y <sub>0.74</sub> Dy <sub>0.08</sub> Gd <sub>0.06</sub> Er <sub>0.04</sub> Yb <sub>0.04</sub> Ho <sub>0.02</sub> Sm <sub>0.01</sub> Th <sub>0.01</sub> )PO <sub>4</sub>
2559-ИЧЕ/63 (6)	(Y <sub>0.76</sub> Dy <sub>0.07</sub> Gd <sub>0.06</sub> Er <sub>0.04</sub> Yb <sub>0.03</sub> Ho <sub>0.02</sub> Sm <sub>0.01</sub> Th <sub>0.01</sub> )PO <sub>4</sub>
2561-ИЧЕ/499 (8)	(Y <sub>0.77</sub> Dy <sub>0.05</sub> Er <sub>0.05</sub> Yb <sub>0.04</sub> Gd <sub>0.03</sub> Ce <sub>0.02</sub> Sc <sub>0.02</sub> Th <sub>0.02</sub> )PO <sub>4</sub>
2561-ИЧЕ/499 (9)	(Y <sub>0.77</sub> Dy <sub>0.06</sub> Er <sub>0.05</sub> Yb <sub>0.05</sub> Gd <sub>0.03</sub> Sc <sub>0.02</sub> Th <sub>0.02</sub> Sm <sub>0.01</sub> )PO <sub>4</sub>
2561-ИЧЕ/499(10)	(Ce <sub>0.47</sub> La <sub>0.30</sub> Nd <sub>0.14</sub> Pr <sub>0.04</sub> Sm <sub>0.03</sub> Th <sub>0.02</sub> )PO <sub>4</sub>
2567-ИЧЕ/138(11)	(Y <sub>0.52</sub> Gd <sub>0.24</sub> Dy <sub>0.08</sub> Sm <sub>0.03</sub> Eu <sub>0.03</sub> Tb <sub>0.03</sub> Er <sub>0.03</sub> Yb <sub>0.01</sub> La <sub>0.01</sub> U <sub>0.01</sub> Nd <sub>0.01</sub> Pb <sub>0.01</sub> Th <sub>0.01</sub> )PO <sub>4</sub>
2567-ИЧЕ/138(12)	(Y <sub>0.67</sub> Gd <sub>0.09</sub> Dy <sub>0.09</sub> Er <sub>0.03</sub> Yb <sub>0.03</sub> Tb <sub>0.02</sub> Sm <sub>0.01</sub> Eu <sub>0.01</sub> Ca <sub>0.01</sub> Pb <sub>0.01</sub> Pr <sub>0.01</sub> Tm <sub>0.01</sub> Th <sub>0.01</sub> U <sub>0.01</sub> )PO <sub>4</sub>

Примечание. В верхнем ряду таблицы — номера образцов, под ним — номера анализов. Все пробы отобраны из конглобрек-чевого интервала пижемской свиты (D<sub>2</sub>pg) на участке К-100 россыпепроявления Ичетью. Анализы 1, 4, 7 — циркон, 10 — мона-цит, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 — ксенотим. Звездочкой отмечены значения, связанные с цирконовой матрицей или примесными фазами.

руженые редкие зональные индивиды циркона, аномально обогащённые примесями P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, UO<sub>2</sub>, ThO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO и CaO. Суммарное содержание примесных компонентов находится в интервале от 6 до 15 %. По мнению А. Б. Макеева и его коллег, источником циркона в конглобрекчевых горизонтах Ичетью могли быть редкоме-талльные метасоматиты и породы кристаллического фундамента.

В литературе приводятся описания иттрийсодержащих цирконов из других регионов. Так, к примеру, совсем недавно С. Г. Скублов и его коллеги [6] сообщили о находке циркона, аномально обогащённых иттрием и редкоземельными элементами, в породах Балтийского щита. Причём повышенные содержания иттрия, по сведениям этих авторов, были характерны для однородных кайм специфичной неметасоматической приро-

ды. Они предполагали, что эти каймы представляют собой поздние ростовые зоны в минерале. Кстати, похожие зональные цирконы имеются в девонских псефитах Ичетью.

Большая часть изученных нами ичетьюских иттрийсодержащих цирконов с аномальной кремовой окраской имеет, очевидно, несколько иное происхождение. Подобные цирконы в вышеуказанной работе [6] относятся к гидротермально-метасоматичес-



ким образованиям. В самом деле, описанные нами округлые иттрийсодержащие цирконы с неоднородным строением больше всего подходят именно под это определение. Их своеобразное анатомическое строение обусловлено процессом замещения, весьма характерным для индивидов минералов, подвергшихся метасоматозу. Специфичная окраска (последствия термообесцвечивания?) иттрийсодержащих цирконов появилась в результате гидротермально-метасоматического воздействия.

Характерной особенностью метасоматически переработанных цирконов считается специфическая, сложная форма реакционных каём. У большинства округлых кремовых ичетьюских иттрийсодержащих цирконов мы таких каём не наблюдали, очевидно вследствие того, что они представляют собой полнотельные псевдоморфозы. Отмеченный нами выше сильно трещиноватый кристалл циртолитоподобного циркона — это, возможно, какой-то отдельный частный случай кратковременного воздействия высокотемпературного флюида на иттрийсодержащий циркон. Внешние части этого циркона отличаются от центра обилием микротреции и акцессорных микроминералов. Последние в изобилии встречаются и у округлых иттрийсодержащих цирконов.

Причины аномального концентрирования иттрия (и тяжёлых REE) в цирконах досконально пока ещё не изучены, однако мы склоняемся к версии о первоначальном глубинном происхождении иттрийсодержащих цирконов, встречающихся в конглобекциях и песчаниках Ичетью. Именно для глубинных цирконов характерно концентрирование гафния, которое отмечается и у ичетьюских цирконов. Трещиноватость данных цирконов однозначно указывает на то, что минералы глубинного происхождения, которым свойственно напряжённое состояние, оказались вблизи земной поверхности вследствие скоротечного вулканического процесса. Соответствующие глубинным обстановкам высокие значения температуры и давления первоначально обеспечивали вхождение иттрия и других примесей в структуру циркона во время его кристаллизации.

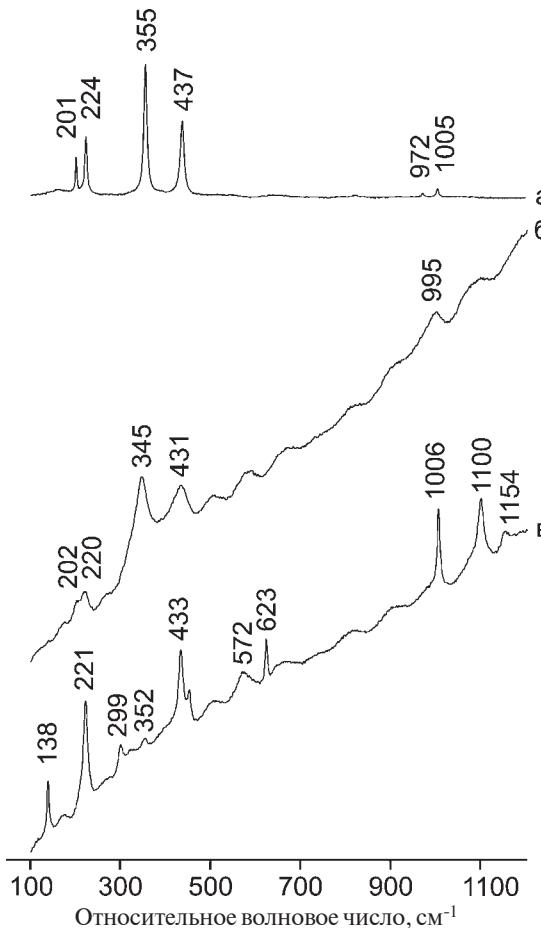


Рис. 2. Спектры КР циркона: тёмно-вишнёвого радиационно-окрашенного (а), эпигенетично-модифицированного иттрийсодержащего (б) и ярозита (в)

В связи с присутствием урана и тория в составе этих цирконов в начале их минералогической истории, у них могли быть определённые изменения метамиктного характера. Вероятно, отчасти поэтому для эпигенетично-модифицированных иттрийсодержащих цирконов характерна несколько пониженная степень кристалличности, выявленная методом спектроскопии КР. В то же время называть данные цирконы метамиктными или малаконами в полном значении этих терминов не представляется возможным как раз из-за наличия у них настоящей кристаллической структуры. К тому же низкая степень кристалличности могла возникнуть совсем по другой причине, например вследствие их метасоматической переработки. Вместе с этим, учитывая выводы коллег [6], поздние наложенные процессы, наоборот, можно рассматривать как фактор, способствующий окристаллизации и возвращению метамиктных (т. е. радиационно-аморфизованных) цирконов к состоянию их исходной структуры, после того как они утратили со временем радиоактивные элементы вследствие распада последних.

К основным признакам метасоматических преобразований цирконов относится наличие в них примесей акцессорных минералов [6]. В иттрийсодержащих цирконах обнаружены эпигенетические микровыделения кварца, силикатов, ксенотима и монацита. Присутствие в них таких же выделений фосфора, ксенотима и монацита не выглядит случайным. Практически во всех работах по иттрийсодержащим цирконам [6] упомянут механизм компенсации дефицита заряда, образующегося в структуре минерала вследствие гетеровалентного изоморфного замещения  $Zr^{4+}$  на  $Y^{3+}$ , путем внедрения в структуру циркона  $P^{5+}$  («ксенотимовая схема изоморфизма»). Таким образом, есть все основания полагать, что фосфор, так же как и иттрий, присутствовал в составе исходных цирконов. Последующее гидротермально-метасоматическое воздействие, очевидно, привело к глубокой трансформации исходной структуры иттрийсодержащих цирконов, а в результате изменения термобарических условий появились самостоятельные ксенотимовые фазы. При этом, по-видимому, мог образоваться циркон, свободный от структурных примесей иттрия и фосфора. Естественно, какая-то часть пород, вмещающих глубинные цирконы, как правило, не входила в область гидротермально-метасоматического воздействия. По-видимому, по этой причине среди цирконов Ичетью также выделяется группа реликтовых (зональных?) цирконов с иттрием, не подвергавшихся существенным эпигенетическим изменениям.

### Заключение

Заканчивая обсуждение результатов изучения акцессорных эпигенетично-модифицированных иттрийсодержащих цирконов из среднедевонских терригенных отложений пижемской свиты россыпепроявления Ичетью и учитывая ранее опубликованные материалы [3–5], мы с полным основанием можем утверждать, что происхождение этих цирконов и ряда акцессорных фосфатных минералов (ксенотима, монацита и флоренсита) во многом может быть генетически связано с тектономагматической (и металлогенической) активизацией на самом Тимане, сопровождавшейся рудоформирующими гидротермально-



метасоматическими процессами, которые охватывали, возможно, в додевонское время метаморфические комплексы пород Тиманского кряжа.

Иттрийсодержащие цирконы Ичетью — это, несомненно, перспективный объект дальнейшего минералогического исследования. В частности, необычные по облику кремовые эпигенетично-модифицированные ксенотимитрийсодержащие цирконы, по-видимому, могут рассматриваться в качестве объектов, пригодных для датирования абсолютного возраста формирования гидротермально-метасоматической редкометальной формации на Тимане.

Авторы признательны своим коллегам А. Е. Сухареву, В. А. Петровскому и А. Ф. Хазову, благодаря которым были успешно проведены полевые работы на россыпепроявлении Ичетью, а также С. Т. Неверову, оперативно осуществлявшему рентгенофлюоресцентный анализ акцессорных минералов.

*Исследования проводились при финансовой поддержке Программы Прези-*

*диума РАН № 27 (проект УрО РАН 12-П-5-1027), гранта НШ-4795.2014.5, гранта РФФИ: 14-05-00592а.*

### Литература

1. Библиография по алмазоносности Урала / Сост. Т. В. Харитонов. 4-е изд., доп. Пермь, 2011. 836 с.
2. Дудар В. А. Рассыпи Среднего Тимана // Руды и металлы, 1996. № 4. С. 80—90. <http://zoloto-almazy.narod.ru>
3. Кочетков О. С. Акцессорные минералы в древних толщах Тимана и Канина. Л.: Наука, 1967. 120 с.
4. Макеев А. Б., Борисовский С. Е., Жиличева О. М. Типоморфизм циркона из конглобрекций Ичетью // Рудообразующие процессы: от генетических концепций к прогнозу и открытию новых рудных провинций и месторождений: Материалы Всероссийской конференции (с международным участием), посвященной 100-летию со дня рождения акад. Н. А. Шило (1913—2008). Москва: ИГЕМ РАН, 2013. С. 217.

5. Макеев А. Б., Лебедев В. А., Брянчанинова Н. И. Магматиты Среднего Тимана. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 348 с.

6. Первая находка аномально (Y+REE)-обогащенных цирконов в породах Балтийского щита / С. Г. Скублов, Ю. Б. Марин, О. Л. Галанкина и др. // Доклады АН, 2011. Т. 441. № 6. С. 792—799.

7. Плякин А. М., Ершова О. В. История открытия и изучения Умбинско-Средненского полиминерального месторождения // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011. № 7 (199). С. 25—29. [http://www.geo.komisc.ru/images/stories/vestnik/2011/199/199\\_25-29.pdf](http://www.geo.komisc.ru/images/stories/vestnik/2011/199/199_25-29.pdf)

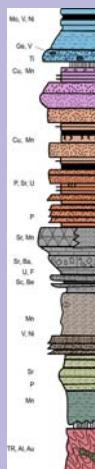
8. Тиманский кряж / Ред.-сост.: Л. П. Шилов, А. М. Плякин, В. Ч. Алексеев: В 2 т. Т. 1. История, география, жизнь: Монография. Ухта: УГТУ, 2008. 339 с.

### Рецензент

чл.-корр. В. Н. Анфилогов

Российская академия наук  
Институт геологии  
Коми научного центра УрО РАН  
Российское минералогическое общество  
Литологический комитет

Всероссийское совещание  
с международным участием  
**ГЕОХИМИЯ**



## ЛИТОГЕНЕЗА

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Российское минералогическое общество и Уральские секции Межведомственного Литологического комитета ОНЗ РАН проводят 17–19 марта 2014 г. в г. Сыктывкаре Российское совещание с международным участием по теме «Геохимия литогенеза» и приглашают вас принять участие в его работе.

Информация о конференции размещена на сайте <http://geo.komisc.ru/news/conférence>

### ОРГКОМИТЕТ

Председатель:  
академик РАН Асхабов А. М.

#### Сопредседатели:

к. г.-м. н. Салдин В. А.,  
д. г.-м. н. Юдович Я. Э.

#### Заместитель председателя:

к. г.-м. н. Козырева И. В.

Секретарь:  
Рыбина Н. В.

### АДРЕС ОРГКОМИТЕТА

Институт геологии  
Коми НЦ УрО РАН  
Ул. Первомайская, д. 54,  
Сыктывкар, Республика Коми, 167982

Телефоны:

(8212)245353 – приемная директора

Факсы:

(8212) 240970, 45346

Электронный адрес

для отправки материалов:

[EYuYa@Yandex.ru](mailto:EYuYa@Yandex.ru)

(Яков Эльевич Юдович).

В «Теме» электронного письма укажите:

Геохимия литогенеза.

Электронные адреса для переписки  
по организационным вопросам:

[kozyreva@geo.komisc.ru](mailto:kozyreva@geo.komisc.ru)

(Ирина Владимировна Козырева),

тел. (8212)447151.

[nvrybina@geo.komisc.ru](mailto:nvrybina@geo.komisc.ru)

(Наталья Валерьевна Рыбина),

тел. (8212)245416

Оргкомитет с благодарностью примет предложения о финансовой и организационной поддержке совещания.

### Научная программа

На совещании предполагается обсудить широкий круг вопросов, касающихся геохимических индикаторов литогенеза в широком понимании этого термина (от мобилизации материала до катагенеза, гипергенеза и рециклизации). В тематику совещания входят геохимические индикаторы (породообразующие компоненты, элементы-примеси, изотопы) процессов на всех стадиях литогенеза:

1. Выветривание в разных климатических обстановках.

2. Седиментация и фации в осадочных бассейнах разного типа.

3. Диагенез в осадочных бассейнах разного типа.

4. Катагенез и рассольный катагенез.

5. Повторный гипергенез и рециклизация.

6. Вулканогенно-осадочный литогенез.

7. Флюидный литогенез.

### Контрольные сроки

Представление докладов

до 15 декабря 2013 г.

Рассылка программы

до 1 февраля 2014 г.

Заезд и регистрация участников

17 марта 2014 г.

Открытие совещания

18 марта 2014 г.



УДК 622.341.1 : 669.013 (470.1) (09)

# МЕТАЛЛУРГИЯ ЖЕЛЕЗА НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ: ГОРНЫЕ ПРОМЫСЛЫ И ПРОИЗВОДСТВА. Часть 2

А. А. Иевлев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар  
museum@geo.komisc.ru

Воссоздана история возникновения, функционирования и упадка горных промыслов и производств, связанных с добычей и переработкой железных руд на Европейском Северо-Востоке России. Древними рудознатцами были разработаны методика поиска железной руды и технологические приемы ее предварительной подготовки и обогащения, создавались различные печи для плавки руды.

Добыча железных руд и производство железа в XVI—XVIII вв. являлись широко распространенными и повсеместными занятиями крестьян в юго-западной и южной частях изучаемого региона. В Кomi крае такие занятия не имели массового характера.

Во второй половине XVIII в. в Кomi крае возникли крупные железоделательные предприятия (Кажимский, Нючимский и Нючпасский заводы) благодаря инвестициям устюжских купцов. Местная рудная база обеспечила работу заводов на срок более полутора веков. Последней попыткой создания в регионе железоделательного завода на местной рудной базе была постройка в 1899 г. Усть-Бердышского завода, закрытого вследствие по экономическим причинам.

Ключевые слова: *Европейский Северо-Восток России, горные промыслы, металлургия железа.*

## IRON METALLURGY IN THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA: MINING WORKS AND MANUFACTURES

### Part 2

A. A. Ievlev

Institute of Geology, Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The history of the origin, functioning and decline of rock works and manufactures associated with the mining and processing of iron ores in the European North-East of Russia is reconstructed. Ancient ore experts developed the technique of the iron ore searching and technological methods of the ore pretreatment and enrichment. Different types of furnaces for ore smelting were created.

In the 16<sup>th</sup>—18<sup>th</sup> centuries the iron ore mining and iron production were widespread and common job of peasants in the south-western and southern parts of the region. Such activities did not have a mass character in the Komi district.

In the last half of the 18<sup>th</sup> century a large-scale iron-making metallurgy (the Kazhymsky, Nyuvchimsky and Nyuchpassky plants) appeared in the Komi region due to investments of merchants from the Ustyug town. The local ore base provided functioning of these plants for more than one and a half century.

In 1899 the building of the Ust-Berdysh plant was the latest attempt of ironworks creation on the local mineral base in the region. The plant was closed by economic reasons.

Keywords: *the European North-East of Russia, mining, iron metallurgy.*

#### Железоделательные заводы Коми края

На территории Кomi края ремесло, связанное с добычей и переработкой железа, получило свое развитие в XVI—XVIII вв., но оно не было масштабным и значительным. В писцовых книгах 1586 г. перечислены всего пять кузнецов [10], в переписной книге 1646 г. указаны девять кузнецов и один серебрянник, а в 1653 г. по распоряжению правительства яренский воевода А. П. Акинфов отправил всех кузнецов, живших в уезде, на работу в Моск-

ку [16]. В 1670—1690-х гг. кузнец Максим Татарин на р. Выми держал на оброке болото с железной рудой [16, 18]. В XVIII в. почти в каждом селении были кузнецы, работавшие на металле, получаемом примитивным способом из местной железной (болотной, дерновой) руды [10].

В 1730 г. К. Модянов совместно с П. Москательниковым построили в Жешартской волости молотовый завод с восьмью горнами. Ряд исследователей считает это предприятие первым железоделательным заводом

Коми края [7, 10, 13, 14]. В 1736 г. эти же предприниматели начали постройку второго такого же завода на берегу о. Светик в Пустынской волости. Но собственных средств у них не хватало, и к строительству был привлечен владелец Сереговского сользавода И. И. Исаев. В 1743 г. К. Модянов уступил свою заводскую долю вдове И. И. Исаева. Со временем к ней полностью перешли оба молотовых завода. В 1745 г. Жешартский завод Исаевой произвел 1736 пудов чугуна, а также в меньшем количестве полосовое



железо, которое шло на изготовление цренов для Сереговского сользавода. На заводе было четыре действующих сырорудных печи и столько же «праздных». В 1746 г. А. С. Исаева продала заводы в Жешартской и Пустынской волостях вологодским купцам Рыбниковым, которые в 1748 г. уступили их устюжским посадским людям И. А. Смольникову и Г. Ф. Оконишникову. На Светицком заводе тогда имелся амбар с двумя молотами, приводимыми в движение водой, плотина, водяная мельница, мастерские и амбары для припасов. Рудокопами и заготовщиками угля были местные крестьяне [10, 17]. И. Смольников в 1750 г. уступил свою долю устюжским купцам Обуховым [7, 10, 16]. По другим данным, в 1763 г. Г. Оконишников продал молотовой завод у Жешартского погоста А. Ф. Турчанинову. Вскоре деятельность завода прекратилась, не выдержав конкуренции с более мощными сысольскими (Кажимскими) заводами [17, 18].

Во второй половине XVIII в. на р. Сысоле появились крупные железоделательные заводы [7, 10, 16]. В 1750 г. устюжские купцы А. В. Панов и А. А. Плотников нашли по берегам рр. Сысолы, Большой и Малой Визинги месторождения железной руды и в августе 1754 г. обратились в Берг-коллегию с просьбой разрешить строительство *Нювчимского завода* (рис. 1). 15 марта 1756 г. разрешение было дано. Для изготовления необходимых инструментов и припасов на период строительства завода было разрешено временно построить в Чукальской волости четыре ручных горна для выплавки криц и перековки их в железо, а также один молот, приводимый в движение водой, на р. Вепре. Нювчимскому заводу было отведено 26 рудников.

Строительство Нювчимского завода началось в 1757 г., в 1758 г. построили молотовую фабрику и возвели плотину, в 1759 г. наладили производство кирпича. В 1760 г. было закончено возведение домны, в 1761 г. — строительство кричного цеха. Завод имел четыре действующих и два запасных молота. В 1762 г. на заводе выплавили 16147 пудов чугуна и выковали 7193 пуда железа. В 1771 г. на заводе были доменная печь, шесть молотов и пильная мельница. В 1772 г. здесь выплавили 25508 пудов 38 фунтов чугуна, выковали 19424 пудов 3 фунта железа. В 1789 г. Нювчимскому заводу были отведены 43 новых рудных места, в 1790 г. — еще 11.



Рис. 1. Развалины Нювчимского завода. Фото автора, 2006 г.

Одновременно с А. В. Пановым и А. А. Плотниковым интерес к рудам р. Сысолы проявили устюжские купцы И. Я. Курочкин и А. Ф. Юринский, ставшие в 1750 г. владельцами Кирсинского завода в Слободском уезде (ныне Кировская область). В 1755 г. они просили Берг-коллегию разрешить постройку железоделательного завода на р. Кажим (ныне Койгородский район Республики Коми) с одной домной, четырьмя действующими и двумя запасными молотами. Получив разрешение, они в том же году начали строительство *Кажимского завода* (рис. 2). В 1757 г. заводовладельцы обратились в Берг-коллегию с просьбой перенести строительство домны на р. Нючпас, так как в Кажиме место строительства домны затоплялось весенними па-

водками. К этому времени в Кажиме уже были построены плотина и молотовая фабрика с шестью горнами и четырьмя молотами. 9 октября 1757 г. Берг-коллегия разрешила построить домну на р. Нючпас и именовать новый завод *Нючпасским*. В октябре 1757 г. Кажимский завод начал работать на привозном чугуне с Кирсинского завода.

В 1759 г. *Нючпасский завод* (рис. 3) начал работу. К нему было отведено 12 рудников и 5 приисков. Получаемый чугун отправляли на Кажимский завод для перековки его в железо. В 1759 г. было выковано 8000 пудов железа. На самом Нючпасском заводе ковка железа производилась только весной и осенью (не более двух недель в году на двух горнах) из-за маловодности р. Нючпас.



Рис. 2. Развалины Кажимского завода. Фото автора, 2011 г.



Рис. 3. Остатки Нючпасского завода. Фото автора, 2011 г.

В 1777 г. устюжский купец А. Попов начал строительство *железоделательного завода* на р. Малой Нюле в Спаспорубской волости (урочище «Завод» близ с. Занулье), но постройка затянулась. В 1790 г. владельцы Кажимского завода, заинтересованные в новых рудных местах, приобрели у наследника А. Попова недостроенный завод с плотиной, постройками и рудниками [7, 10].

В начале 1780-х гг. наблюдался спад производства на сысольских заводах (Кажимском, Нючпасском и Нювчимском). В годы русско-турецкой войны (1787–1791 гг.) на эти предприятия было возложено выполнение правительственные заказов по изготовлению пушечных ядер и корабельного балласта для Архангельского порта [10].

Сысольские заводы использовали три типа руды. К первому относились дерновые руды полуболотного характера, залегающие под травяным покровом. Их мощность обычно составляла 5–10 см. Этот тип руды распространен на р. Сысоле и преимущественно разрабатывался Нювчимским заводом. Вторым типом руды был бурый железняк или песчаники, сцементированные гидратной окисью железа. Он преимущественно развит на р. Лопью и разрабатывался Нючпасским заводом. К третьему типу относилась глубинная руда. В ее состав входят продукты выветривания бурого железняка и сидеритовые конкреции. Различали также пластовую «карбонатную» руду, залегающую в сине-серых мергелистых глинах, и «ядровую» руду, состоящую из шарообразных и эллипсоидальных линзовидных стяжений. В небольшом количестве такую руду добывали для

Нювчимского завода, но основная ее часть потреблялась Нючпасским и Кажимским заводами. Разрабатывались месторождения руды этого типа неглубокими шурфами и выработками по берегам рек. На Осиновском руднике Кажимского завода была пробита штольня длиной несколько десятков метров [2].

Кажимский и Нючпасский железоделательные заводы просуществовали до середины 1920-х гг. и были закрыты из-за нерентабельности. Нювчимский завод проработал до середины 1990-х гг. как железоплавильное предприятие, действовавшее на привозном уральском железе. В годы Великой Отечественной войны была предпринята неудачная попытка повторно запустить в действие Кажимский завод [8].

#### Легенда о добыче железных руд англичанами в бассейне р. Вычегды

Вычегодские месторождения болотной железной руды привлекли внимание иностранцев в XVI в. [10]. Существует устойчивое мнение в исторической литературе Коми края, что этот интерес был реализован на практике, и английские промышленники добывали и вывозили железную руду с р. Вычегды в Англию.

По свидетельству Н. М. Кармзина, в 1567–1569 гг. Иван IV позволил английским купцам завести селение на р. Вычегде, искать там железную руду и плавить ее с условием выучить россиян этому искусству [11].

П. Г. Любомиров об этом написал так: «Попытка англичан наладить выработку железа на Вычегде, где им с этой целью был отведен участок зем-

ли в конце 1560-х годов, по-видимому, окончилась неудачей; по крайней мере, об этом «заводе» мы ничего не знаем ни из русских источников, ни от англичан, много писавших о Московии во второй половине XVI и в начале XVII в.» [12, с. 287]. Историки В. В. Данилевский, Ф. Бублейников и А. В. Хабаков тоже подтверждали, что эта затея так и не была осуществлена [5, 6, 23].

П. Г. Любомиров отмечал, что все металлургические предприятия России возникли вблизи рудных богатств, так как переброска руды на значительные расстояния была делом очень громоздким и дорогим [12]. Странно было бы ожидать, что промышленники Англии в XVI в. строили свои заводы в расчете на поставку руды с края известного им тогда света — из глубин Московии. Корабли англичан заходили лишь в устье Северной Двины и некоторых других рек, а единственными сухопутными транспортными средствами в России были телеги летом и сани зимой. Грузоподъемность подводы при одноконной запряжке определялась в 15–25 пудов, скорость передвижения — тремя верстами в час. А доставка железа (даже не руды) в Архангельск по рекам и в XVII в. считалась дорогой затеей [5]. По данным С. М. Соловьева [21], в конце XVI в. на проезд от гавани св. Николая (в устье Северной Двины, где приставали суда англичан) до Вологды водою следовало потратить 14 суток; в летнюю пору сухим путем здесь нельзя было ездить из-за болот; зимою на санях от Белого моря до Вологды можно было проехать за восемь дней. В свете всего изложенного транспортировка железной руды с берегов р. Вычегды к берегам туманного Альбиона выглядит весьма сомнительной.

Особенно невероятной представляется перевозка болотной руды из района р. Вычегды в Англию, если вспомнить описанную выше технологию предварительной подготовки болотной железной руды для последующей ее переработки в горнах и домницах, а именно длительную сушку на воздухе, обжиг на кострах, в процессе чего первоначально добывая из болота руда многократно теряла в весе. Никакой промышленник не повезет за тысячи миль руду с низким содержанием железа, так как это невыгодно. Именно поэтому железную руду всегда перерабатывали на предприятиях, построенных вблизи рудных полей.



Стоит вспомнить и о грузоподъемности судов того времени. Корабли английских купцов, впервые достигших Московии в 1553 г., имели небольшое водоизмещение: «*Vona Esperanza*» (Добрая надежда) — 120 т, «*Eduard Bonaventura*» (Эдвард-удалец) — 160 т и «*Vona Confidentia*» (Добрая доверенность) — 90 т [25]. Перевозить на таких небольших судах на далекие расстояния руду с низким содержанием в ней полезного компонента было невыгодно.

Известна торговая книга XVI в содержащая исчерпывающую номенклатуру («главник») товаров, вывозимых англичанами из России. В этом «главнике» имеется перечень 59 товаров, в том числе «нефть черная», «нефть белая», «слюда оконичная», но нет никакого упоминания о руде [22].

О неудаче англичан начать железоделательное производство на Вычегде во времена Ивана Грозного свидетельствуют и данные С. М. Соловьева. В «Истории России с древнейших времен» он пишет о приезде в Москву английского посла Д. Флетчера к царю Федору Иоановичу осенью 1588 г. Цель визита состояла в подтверждении у царя ранее жалованных английским купцам грамот. Как и 20 лет назад, речь шла о дозволении «англичанам на Вычегде двор поставить, руды железной искать и железо выделывать, и лесу дать им верст на семь или восемь около тех мест, где станут дворы и мельницы железные ставить, за что англичане будут платить тамги по московке за каждый фунт» [21, с. 248]. Послу отвели, что царь этим англичанам пожалует. Очевидно, если бы речь шла об уже осуществленном начинании, то следовало просить царя не о дозволении организовать дело, а о разрешении продолжить.

Точку в дискуссии могли бы поставить данные русской таможни. К сожалению, в имеющихся в государственном архиве Архангельской области фондах таможенных учреждений (Холмогорской таможенной избы, Архангельской таможни и таможенной экспедиции Архангельской казенной палаты) самые ранние документы датированы лишь 1633 г., т. е. относятся к более позднему периоду. В них сведений о перевозке руды из бассейна р. Вычегды в Англию не имеется.



Рис. 4. Схема расположения домны Усть-Бердышского завода и месторождения железной руды на р. Унье [4]

### Усть-Бердышский металлургический завод

На р. Унье (приток р. Печоры) в дер. Усть-Бердыш Троицко-Печорского района Республики Коми сохранились остатки небольшого предприятия, построенного в 1899 г. и просуществовавшего несколько лет. Попытка организовать и запустить в действие завод на р. Унье на местной рудной базе исторически является последней на территории Европейского Северо-Востока России в современном понимании его границ [9].

Железную руду возле д. Усть-Бердыш нашел крестьянин Дьяков из дер. Ныроб. Образцы железной руды он показал чердынским купцам, но интерес его находка не вызвала [3].

В 1895 г. по поручению владельца Соликамского солеваренного завода в район Усть-Бердыша ездил А. Н. Чернов (отец профессора А. А. Чернова — знаменитого исследователя минерально-сырьевых богатств Печорского края) для выяснения перспектив здешнего месторождения бурого железняка [1].

В 1898 г. нижегородский купец М. И. Лукьянин приобрел право на разработку усть-бердышских руд. Обладая небольшим капиталом, он приступил к строительству на месторождении чугунолитейного завода на две домны, предполагая довести выплавку чугуна до 60 тыс. т в год. Работы начались в середине 1899 г., а в апреле 1900 г. была построена первая домна. После пуска домны М. И. Лукьянин уехал ходатайствовать о получении льгот (отсрочки по платежам налогов и т. п.) и денежной субсидии на расширение производства. Однако получить их ему не

удалось, и доменная печь была остановлена в конце декабря 1900 г. Всего на заводе было выплавлено 896 т чугуна, из которых 650 т было отправлено баржами на Сормовский завод [19].

С точки зрения организации производства попытку М. И. Лукьянинова следует признать удачной, поскольку завод произвел и реализовал часть своей продукции. Однако общая экономическая обстановка в России того периода, а также отсутствие финансовой поддержки начинания М. И. Лукьянинова привели в итоге к ликвидации этого предприятия.

### Заключение

Таким образом, на территории Европейского Северо-Востока России с незапамятных времен возникали горные промыслы и производства, связанные с добычей и переработкой местных железных руд. Древние рудознатцы разработали систему поиска железных руд, а также технологическую методику предварительной подготовки и обогащения добытой руды. Как правило, добыча и первичная переработка руды в полуфабрикат (крицу) осуществлялась одними и теми же людьми. Для получения полуфабриката были разработаны и созданы различные примитивные печи-плавильни (сыродутные печи, горны с мехами, домницы).

Промыслы и производства, связанные с добычей железных руд и производством из них железа, в XVI—XVIII вв. были широко распространены и повсеместными занятиями крестьян, населявших обширные территории на юге и юго-западе изучаемого региона. Среди населения Коми края занятия,



связанные с добычей и переработкой железных руд, не имели массового характера. Упадок крестьянского железноделательного производства на Европейском Северо-Востоке России в конце XVIII в. был связан с широким выходом на внутренний российский рынок дешевого уральского железа.

Во второй половине XVIII в. устюжские купцы, обладавшие необходимым капиталом, построили группу Кажимских (Кажимский, Нювчимский, Нючпасский) железноделательных заводов в бассейне р. Сысолы. Они являлись крупными и современными по техническому оснащению того периода предприятиями [15]. Местная рудная база позволила этим предприятиям вести работу на протяжении более полутора веков, вплоть до середины 1920-х гг. Это опровергает устоявшийся вывод о том, что сырьевая база железноделательных районов Европейского Северо-Востока России «была недостаточной, не пригодной для развития здесь крупного производства» [20, с. 235].

Последней реализованной попыткой создания металлургического предприятия на местной рудной базе на территории Европейского Северо-Востока России являлась постройка Усть-Бердышского завода. Из-за финансовых проблем срок действия предприятия оказался непродолжительным.

Известно, что после обнаружения высококачественных углей на р. Воркуте в 1930 г. и развертывания промышленной добычи угля в Печорском угольном бассейне в период 1930—1950-х гг. были организованы целенаправленные поисковые работы на железные руды с целью создания крупного металлургического производства вблизи имевшейся топливной базы [24]. Однако они не привели к желаемому результату, и новые железноделательные предприятия не появились.

## Литература

1. Александр Александрович Чернов / Ред.-составитель А. И. Елисеев. СПб.: Наука, 1995. 255 с.
2. Астахова И. С. Чугунолитейное производство на территории Республики Коми в XV—начале XX вв. // Структура, вещества, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 15-й науч. конф. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 8—10.
3. Белдыцкий Н. В парме: Очерки северной части Чердынского уезда. Пермь, 1901. 127 с.
4. Белов А. В. Месторождение железной руды на р. Уни // Горный журнал, 1932. № 10. С. 59—60.
5. Бублейников Ф. История открытий ископаемых богатств нашей страны. М.: ОГИЗ, 1948. 342 с.
6. Данилевский В. В. Русская техника. Л., 1948. 547 с.
7. Жеребцов И. Л., Сметанин А. Ф. Кomi край: очерки о десяти веках истории. Сыктывкар: Кomi кн. изд-во, 2003. 368 с.
8. Иевлев А. А. Закрытие Кажимского и Нючпасского железноделательных заводов. Сыктывкар, 2011. 96 с.
9. Иевлев А. А. Усть-Бердышский металлургический завод: история со-зования и деятельности предприятия // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия «Естественные науки», 2013. № 2. С. 12—17.
10. История Кomi с древнейших времен до современности / Под общ. ред. И. Л. Жеребцова, А. А. Попова, А. Ф. Сметанина. Сыктывкар: ООО «Анбур», 2011. Т. 1. 544 с.
11. Карамзин Н. М. История государства Российского. М.: Книга, 1989. Кн. III. 867 с.
12. Любомиров П. Г. Очерки по истории русской промышленности. М.—Л.: Гос. изд-во полит. литературы, 1947. 763 с.
13. Лукошинов В. А. Яренск. Сыктывкар, 1994. 60 с.
14. Мацук М. А., Юшкин Н. П. Истоки горнодобывающей и горно-металлургической промышленности России (горные промыслы в Кomi крае в XV—XIX вв.) // Известия вузов. Горный журнал, 2002. № 3. С. 184—191.
15. Металлургическая промышленность России первой половины XIX в.: Сборник документов и материалов / Под ред. Н. М. Арсентьева. Саранск: Мордовское кн. изд-во, 2006. 424 с.
16. Очерки по истории Кomi АССР / Под ред. К. В. Сивкова, А. А. Зимины, Л. И. Суриной. Сыктывкар: Кomi кн. Изд-во, 1955. Т. 1. 352 с.
17. Политов В. В. Промышленность Кomi края в XVIII веке: Дис. канд. истор. наук // Научный архив Кomi НЦ УрО РАН, ф. 5, оп. 2, д. 250. 162 л.
18. Политов В. В. Развитие металлической промышленности в XVIII в. в Кomi крае: Доклад на заседании Президиума Кomi филиала АН СССР // Научный архив Кomi НЦ УрО РАН, ф. 5, оп. 2, д. 273. 55 л.
19. Семенов И. М. Из истории металлургического производства на Верхней Печоре // Известия Кomi филиала Всесоюзного географического общества, 1959. № 5. С. 177—179.
20. Сербина К. Н. Крестьянская железноделательная промышленность Северо-Западной России XVI — первой половины XIX в. Л.: Наука, 1971. 264 с.
21. Соловьев С. М. Сочинения: В 18 кн. Кн. IV. История России с древнейших времен. М.: Мысль, 1989. Т. 7—8. 752 с.
22. Трапезников В. Торговые сношения англичан с Россией через Северный край в XVI—XVII веках // Северный край. Январь-февраль, 1922. № 1. С. 1—10.
23. Хабаков А. В. Очерки по истории геолого-разведочных знаний в России (Материалы для истории геологии). Ч. I. М.: МОИП, 1950. 212 с.
24. Чернов А. А. Геологическое строение и полезные ископаемые Кomi АССР // Материалы совещания по итогам геологических и геологоразведочных работ, проведенных различными организациями на территории Кomi АССР за период 1948—1953 гг. Сыктывкар: Кomi кн. изд-во, 1955. С. 9—20.
25. Четырехкратное путешествие в Северный Ледовитый океан, совершенное по повелению императора Александра I на военном бриге «Новая Земля» в 1821, 1822, 1823 и 1824 годах флота капитан-лейтенантом Федором Литке с присоединением путешествий лейтенанта Демидова в Белое море и штурмана Иванова на реку Печору. С.-Петербург, 1828. 630 с.

Рецензенты:

к. и. н. И. О. Васкул,  
д. г.-м. н. О. Б. Котова



# ГОДИЧНАЯ СЕССИЯ ПО ИТОГАМ 2013 ГОДА

## ФЕНЕСТРОВЫЕ ИЗВЕСТНИКИ – СПЕЦИФИКА ПОЗДНЕДЕВОНСКИХ МОРЕЙ (ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКИЙ РЕГИОН)

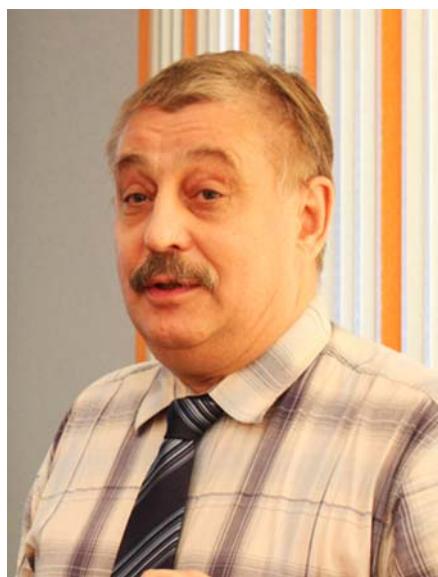
А. И. Антошкина, Е. С. Пономаренко, Н. А. Канева  
[antoshkina@geo.komisc.ru](mailto:antoshkina@geo.komisc.ru)

В рифогенных толщах разных регионов мира развиты Фенестровые известняки разного возраста: позднедевонско-турнейского, позднепермского, мезозойского. С фаменскими карбонатами этого типа связаны нефтепроявления в Хорейверской впадине Тимано-Печорской провинции, поэтому изучение их как возможных резервуаров углеводородов представляет не только научный, но и практический интерес. Были исследованы более 200 образцов и шлифов из разрезов Южного Тимана, центральной части Хорейверской впадины, гр. Чернышева и Северного Урала. Многие исследователи рассматривают верхнедевонские фенестровые известняки как рифовые образования, однако эту точку зрения поддерживают не все. Для выявления условий образования этих своеобразных пород проводились исследования изотопного состава углерода, кислорода и органического вещества в карбонатах, структуры органического вещества, состава

минеральных фаз и их структурных взаимоотношений. Наличие первичной пористости и проницаемости фенестровых известняков изучалось методом рентгеновской томографии. В результате проведенных исследований установлено, что основными структурными компонентами фенестровых известняков являлись фенестры, пелайды, кальцисферы и спорадический микрозоо- и фитобентос. Темная микротовая оболочка на раковинах кальцисфер является их структурной особенностью и представляет собой минерализованную растительную слизь, что объясняется приспособленностью кальцисфер к планктонному типу обитания. Среди кальцисфер установлены представители радиолярий, харовых и зеленых жгутиковых (вольвоксовых) водорослей, возможны фораминиферы. Трофическая система включает пять уровней. В данном биотопе организмами-эдификаторами, чья деятельность создавала или серьезно изменяла окру-



жающую среду, были гетеротрофные бактерии-редуценты пятого трофического уровня. Карбонатные илы накапливались в относительно мелководной и лагунной обстановке, где росли в основном микробиальные маты и периодически ограниченная циркуляция вод приводила к возникновению аноксидных придонных условий. Присутствие аноксидных придонных вод, влияние сульфатредукции и пресных вод определили своеобразный палеоценоз фенестровых известняков, которые не могли строить биогенные каркасы.



## МЕТЕОРИТ ЧЕЛЯБИНСК. РЕЗУЛЬТАТЫ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В. И. Силаев, В. П. Лютоев, И. И. Голубева,  
Ю. С. Симакова, В. А. Петровский, А. Ф. Хазов  
[silaev@geo.komisc.ru](mailto:silaev@geo.komisc.ru)

очень пологим углом, не более 14°, со скоростью 18 км/с, начало разрушаться на высоте 35 км и взорвалось на высоте 23 км. Размеры этого тела в настоящее время оцениваются в 15–20 м. Изотопный возраст вещества метеорита Челябинск по разным оценкам варьируется от 3.8 до 4.35 млрд лет. Исследованные нами фрагменты метеорита представляют собой округлые, угловато-округленные или неправильные по форме тела, сложенные светлым с желтоватым оттенком (петрологический тип А) или темно-серым (петрологический тип В) материалом (см. рисунок). Под микроско-

пом обломки метеорита обнаруживают брекчиевидное строение, будучи сложенными цельными и раздробленными хондрами, хаотично распределенными в связующей массе. Пропорция между хондрами и цементом оценивается как 30/70, размер хондр колеблется от 0.2 до 2 мм.

По петрохимическим свойствам метеоритное вещество отвечает маймечитам. В нем выявлены 48 микротипов, содержания которых варьируются от первых десятков мг/т до первых сотен г/т. По сравнению с земной корой избыточными являются именно те элементы, которые в зем-

15 февраля 2013 г. в 9:20 в Челябинской области выпал метеоритный дождь, обусловленный входением в земную атмосферу астероида 2012 DA14 класса «Апполон». Метеорное тело вошло в атмосферу Земли под



ной коре считаются второстепенными. Это указывает на то, что вещество метеорита Челябинск не претерпевало геохимической дифференциации, характерной для земного вещества. В метеорите обнаружено также углеродистое вещество, представленное алмазной фазой и стеклоуглеродом. Изотопный состав углерода и азота в этом веществе определяется соответственно как  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -26.0...-23.9$  и  $\delta^5\text{N}_{\text{Air}} = -2.1...2.9 \text{‰}$ . К настоящему времени в обломках диагностированы и исследованы более 20 минералов, в том числе самородные металлы, сульфиды, оксиды, силикаты, фосфаты, карбонаты. По всему комплексу петрологических и минералого-геохимических свойств метеорит Челябинск может быть уверенно



Крупный обломок метеорита Челябинск с двумя петрологическими типами метеоритного вещества

отнесен к группе LL, петрологически му типу 5 маложелезистых пироксен-оливиновых обыкновенных хондри тов. Характер обломочной структуры, мозаичное погасание зерен оливина и планарные элементы в зернах плагиоклазов подтверждают вывод об ударном событии в истории метеорита, ха

рактеризовавшемся нагрузками в 25—35 ГПа. Многие из минералов обнаруживают признаки кристаллохимической неупорядоченности, что может быть результатом их быстротечной кристаллизации и закалки, исключившей эффективное проявление посткристаллизационного кинетического упорядочения. Резкий дефицит трехвалентного железа в минералах, преобладание среди моносульфидов троилита и присутствие хибингита сви дельствуют о резко восстановительных условиях образования метеоритного вещества. Значительный интерес пред ставляют данные о присутствии в метеорите органических соединений и об изотопно-легком составе углерода и азота, имеющих, скорее всего, внеземное происхождение.

## КАТАГЕНЕЗ КЕРОГЕНА ДОМАНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ И ИЗОТОПНЫМ ДАННЫМ

Д. А. Бушнев, Н. С. Бурдельная  
bushnev@geo.komisc.ru

Представлены результаты изучения катагенеза доманиковых отложений, происходящего в естественных условиях, и его моделирования в условиях гидротермального эксперимента.

Породы доманикового горизонта обогащены органическим углеродом, его содержание в разрезе доманика 4—8%. Углеводородный потенциал сланцев из разреза среднего франа обычно высокий и составляет 88 кг УВ/т породы (17 определений). Органическое вещество относится ко II типу, а его катагенетические изменения по диаграмме НИ от  $T_{\text{max}}$  отвечают тренду характерных для II типа керогена изменений. В настоящее время факт аноксидных обстановок в бассейне седиментации является доказанным путём подтверждения присутствия в составе битумоида арилкаротиноидов — производных изорениератена, который является биомаркером массы зелёных серных бактерий рода *Chlorobiaceae*. Были получены изотопные свидетельства генетической связи обнаруженных в битумоиде доманика арилизопреноидов и зелёных серных бактерий, выражающиеся в утяжелении углерода

в них на 10‰ и более по сравнению с нафтилинами и *n*-алканами.

Совокупность изотопных данных относящихся к углероду керогена отдельных фракций битумоида исходных пород, термобитума, полученного при гидротермальном эксперименте, свидетельствует об определённых тенденциях изменения изотопного состава углерода керогена, битумоида в целом, алифатической и ароматической его фракций при катагенезе органического вещества. Среди методов  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопии твёрдого тела наиболее детально раскрывают структуру керогена спектры  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  НЕТСОР. Они отражают пространственное взаимодействие между протонами и атомами углерода. При этом в зависимости от условий ЯМР-эксперимента могут учитываться взаимодействия как непосредственно связанных атомов, так и пространственно удалённых друг от друга. Нами обнаружено изменение химического сдвига по углероду, кросс-пика между протонами алифатических цепей и углеродом ароматических ядер. Увеличение температуры гидротермального воздействия на породу, содержащую органическое вещество, приво

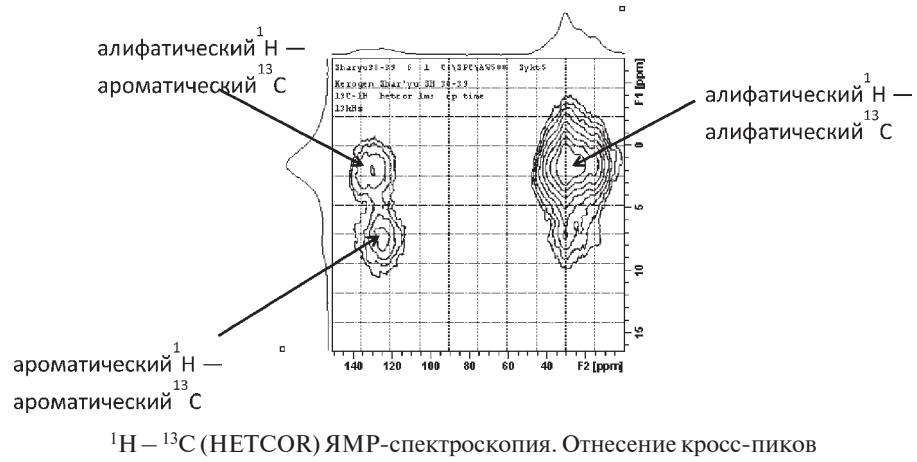


дит к смещению последнего в сильное поле. Химический сдвиг по углероду меняется от 133 до 128 ppm в случае доманиковых пород, от исходного образца (р. Чуть) до прогретого при температуре 325 °C. Это изменение химического сдвига соответствует изменению отвечающего за зрелость органического вещества значения  $T_{\text{max}}$  от 413 °C для исходной породы до 427 °C для породы после автоклавирования.

Нами показано, что и естественный, и искусственный катагенез ведут к односторонним изменениям в структуре ароматических ядер керогена. Эти изменения заключаются в трансформации алкилзамещенного углерода в углерод межциклический. Важно указать, что скорости этого



процесса относительно изменений значения  $T_{max}$  для естественного катагенеза и его автоклавного моделирования не эквивалентны. Очевидно, что перестройка ароматической структуры керогена в условиях модельного эксперимента происходит быстрее по сравнению с природным катагенезом в шкале значений  $T_{max}$  по пиролизу Rock-Eval. С другой стороны, вполне возможно, что шкала  $T_{max}$  для природного катагенеза имеет определенные особенности в интерпретации для искусственного повышения зрелости органического вещества.



$^1\text{H} - ^{13}\text{C}$  (HETCOR) ЯМР-спектроскопия. Отнесение кросс-пиков

## ФЕВРАЛЬСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2014 (ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЕМИНАР)

В Сыктывкарском государственном университете прошла научная сессия — Февральские чтения, традиционно приуроченная ко дню основания университета. Как всегда, она включала пленарное заседание, на котором председательствовала ректор М. Д. Истиховская, и работу по секциям в институтах и на факультетах, охватив-

Научная программа секции геологии включала следующие доклады:

1. **Иевлев А. А. с. н. с., директор геологического музея им. А. А. Чернова, ИГ Коми НЦ УрО РАН.** «История образования Института геологии в Коми филиале АН СССР».

2. **Голубева И. И. доц., СыктГУ, Терентьева Е. И. асп., СыктГУ.** «Пет-

ла АН СССР за счет выпускников различных вузов, приглашения опытных специалистов из других научных учреждений, а также перевода в Сыктывкар архангельских геологов. Привлечение к работе в отделе геологии В. А. Варсаноффевой значительно укрепило научные позиции сыктывкарской геологической группы и позволило начать



Открытие заседания — А. М. Асхабов и А. М. Пыстин

шую все направления научной деятельности преподавателей университета.

Кафедра геологии Института естественных наук и базовая кафедра геологии СыктГУ в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН провели совместное заседание в рамках геологического семинара, приняв участие в Февральских чтениях университета уже в тринадцатый раз.

В заседании секции геологии и геологического семинара в качестве докладчиков приняли участие сотрудники Института геологии и преподаватели кафедры геологии вместе с аспирантами.



Участники Февральских чтений

ро- и геохимические особенности до-кембрийских черных сланцев паунской свиты (Средний Тиман)».

3. **Майорова Т. П. доц., СыктГУ.** «Рентгеновская микротомография — новые возможности изучения рудных месторождений».

В докладе А. А. Иевлева проанализирована кадровая политика руководства Базы по изучению Севера (в дальнейшем Коми филиала) АН СССР и руководителя сектора (в дальнейшем отдела) геологии А. А. Чернова в 1941—1958 гг. В период 1951—1957 гг. произошло существенное увеличение геологического коллектива Коми филиа-

подготовку аспирантов геологических специальностей непосредственно в Коми филиале. Но не только существенный рост численности отдела геологии Коми филиала АН СССР послужил причиной организации в его составе Института геологии. Катализатором этого процесса стал 80-летний юбилей профессора А. А. Чернова, ставший важным событием как для республиканской и отечественной науки, так и для государственной власти Коми АССР и СССР. Работа по подготовке широкомасштабных мероприятий по празднованию юбилея А. А. Чернова позволила не только в очеред-



ной раз подчеркнуть выдающуюся роль ученого в изучении и освоении недр Печорского края, но и показать результаты многолетнего научного труда возглавляемого им отдела геологии, который способен решать важные практические задачи, стоявшие перед Коми АССР, а также обосновать необходимость преобразования авторитетного научного коллектива из отдела в академический институт, отвечавший бы за весь комплекс геологических проблем региона.

В докладе И. И. Голубевой (составитель Е. И. Терентьева) приведены новые данные по петрографии и геохимии рифейских черных сланцев паунской свиты Среднего Тимана. Они характеризуются повышенным содержанием сульфидной минерализации, поэтому к ним постоянно проявляется интерес. Черные сланцы паунской свиты в основном представлены терригенно-углеродистым литотипом, в меньшей степени карбонатно-углеродистым. Углеродистое вещество, подчеркивающее унаследованную осадочную текстуру, распределяется равномерно, но чаще в виде слоев (рис. 1). Его количество, по аналитическим данным, колеблется в пределах от 0.42 до 3.98 %. Температуры максимумов эндотермического эффекта фазового превращения углеродистого вещества (409–500 °C) в серицит-хлоритовых сланцах не соответствуют термодинамическим условиям образования пород, отвечающим зеленосланцевой фации метаморфизма (100–250 °C), поэтому полученные данные термического анализа углеродистого вещества характеризуют только само вещество. Изотопные характеристики  $\delta^{13}\text{C}$  ( $-19.7 \pm -26.9 \text{‰}$ ) отвечают значениям



Выступление А. А. Иевлева

типичного углеродистого вещества органического происхождения.

По литохимической классификации черные сланцы соответствуют силилитам или сиаллитам. Породы характеризуются относительно высоким титановым модулем (в среднем — 0.05), свидетельствующим о присутствии базитового компонента в источнике сноса, что также подтверждают значения модулей ФМ (0.07–0.15) и НКМ (0.20–0.38). Низкое содержание редкоземельных элементов в обоих литотипах черных сланцев (г/т): 36.0–67.0 в углеродисто-карбонатных, 97.0–109.0 в углеродисто-терригенных (рис. 2), а также значения отношений индикаторных элементов Th/Co (0.6–1.2), Th/Sc (0.29–0.8) подтверждают эти выводы. Наиболее интересными по геохимическим характеристикам оказались карбонатно-углеродистые сланцы, в которых обнаружены повышенные содержания Ta (до 6.2 г/т), Nb (до 6.9 г/т) и Th (до 4.8 г/т). Это объясняется их расположением в районе проявления щелочного метасоматоза в подстилающих карбонатных толщах с редкометалльной минерализацией. Содержания остальных элементов-

примесей (B, Ba, Rb, V, Cs, Cr, Co, Cu, W, Mo, Cd, Zn, Ga, Te, Sb, Zr, U и др.) в черных сланцах паунской свиты независимо от их литотипа имеют значения ниже кларковых или находятся на уровне геохимического фона. Низкие концентрации элементов-примесей являются характерной геохимической чертой черных сланцев паунской свиты и обусловлены, по-видимому, невысокими содержаниями углеродистого вещества и примесью вулканогенного базитового материала.

В докладе Т. П. Майоровой представлены результаты экспериментального исследования руд золото-кварц-сульфидных проявлений Верхненияюское-2 и Нияхское-2 (Полярный Урал) методом рентгеновской микротомографии. Рентгеновская компьютерная томография — метод неразрушающего исследования внутренней структуры объекта, который дает возможность получать изображение непрозрачных объектов в трехмерной проекции с высоким пространственным разрешением. Этот метод пока не получил массового применения при изучении рудных месторождений, поэтому в задачи входило опробование методики и возможностей использования рентгеновской микротомографии в первую очередь для анализа распределения мелкого и тонкодисперсного золота и его морфологии в рудах, а также для выявления их текстурно-структурных и других особенностей. Были опробованы разные виды и режимы съемки: 1) получение рентгенограмм образцов в отдельных сечениях и сериях сечений; 2) трехмерные проекции (3D); 3) томограммы трехмерных изображений (3D) распределения



Рис. 1. Реликтовая слоистость в рифейских черных сланцах паунской свиты, обусловленная примесью тонкодисперсного углеродистого вещества (микрофотография без анализатора)

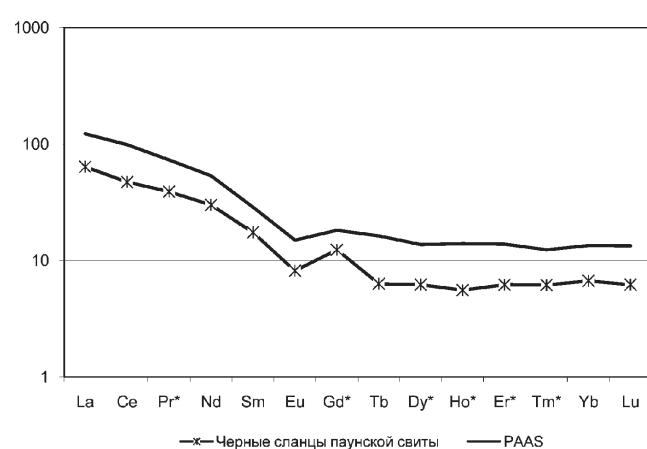


Рис. 2. Нормированные на хондрит спектры распределения РЗЭ в рифейских черных сланцах паунской свиты (средние значения по 12 образцам) и в PAAS (постархейские метапелиты Австралии, источником сноса для которых послужила кислая кора)



ния золота и других рудных минералов в рудах и вмещающих породах (рис. 3).

Проведенное исследование показало эффективность применения рентгеновской томографии для изучения микротекстурных особенностей сульфидных руд с тонкодисперсным золотом, визуализации характера его распределения в рудах в трехмерных проекциях, а также морфологии частиц тонкого золота. Выявлены существен-

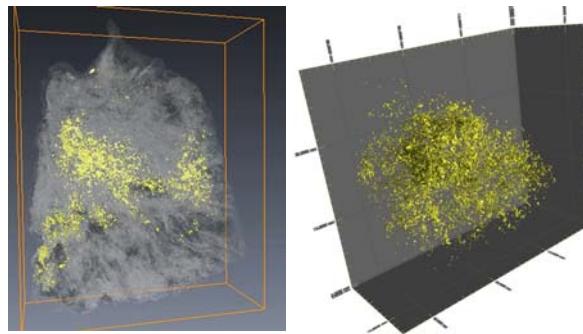


Рис. 3. Трехмерная визуализация распределения золота в рудах проявлений Верхненяюского-2 (обр. 14184) и Нияхойского-2 (обр. 19001-3) (разрешение 68 и 82 мкм соответственно)

ные отличия в текстурно-структурных особенностях руд, характере распределения золота и его морфологии проявлений Верхненяюское-2 и Нияхойское-2.

Все доклады вызвали интерес, сопровождались живым обсуждением и дискуссией. Совместное заседание секции геологии и геологического семинара в рамках Февральских чтений прошло успешно, и сложившаяся традиция будет продолжена.

Т. Майорова, А. Иевлев,  
И. Голубева, Е. Терентьева

## В ЗЕРКАЛЕ ПРЕССЫ

8 февраля 2014 г. в День российской науки Правительство, Госсовет и Глава Республики Коми поздравили работников науки РК с профессиональным праздником ученых. В поздравлении отмечено: «...благодаря неустанному труду и преданности ученых своему делу Республика является регионом с развитым научно-техническим потенциалом. Мы по праву гордимся вашими достижениями, авторитетными научными школами и достижениями Коми научного центра УрО РАН, который внес значительный вклад в отечественную и мировую науку... Правительство Республики и впредь будет делать все возможное для поддержки перспективных кадров и создания в регионе достойных условий для научной деятельности... С профессиональным праздником! Крепкого здоровья, личного счастья и благополучия, смелых научных поисков и новых открытий!» (Республика. 2014. 8 февраля).

Сенсации — 80 лет! 20 января с. г. на сайте БНКоми была размещена «сенсационная» новость: в Интинском и Воркутинском районах возможно выявление новых залежей нефти и газа. На самом деле этой «новости» скоро исполнится 80 лет. Еще 8 мая 1934 г. профессор А. А. Чернов, выступая на бюро Полярной комиссии АН СССР, сказал: «Мы намечаем еще один новый район для постановки бурения — это район Воркуты, так что возможно, что на Воркуте не только будет уголь, но и нефть... Нужно заложить скважину от 600 до 1000 м глуби-

биной... Может быть, мы будем иметь новый нефтеносный район... далеко на Севере. Это было бы большим достижением». В основе «сенсации» лежит большая работа специалистов ухтинского ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», которые подтвердили предвидение



А. А. Чернова о возможном наличии значительных запасов нефти и газа в малоизученных районах северо-востока Республики (Красное знамя. 2014. 30 января).

Накануне Нового года Вячеслав Гайзер и президент ЗАО «Руститан» Анатолий Ткачук подписали соглашение о сотрудничестве в строительстве вертикально-интегрированного горно-металлургического комплекса по переработке титановых руд и кварцевых (стекольных) песков Пижемского месторождения. Интересно отметить, что главным геологом проекта является бывший наш сотрудник — д. г.-м. н., заслуженный работник РК, ведущий н. с. ИГЕМ РАН Александр Макеев. Руководителем геолого-разведочного подразделения назначен к. г.-м. н. Вадим Дудар, первооткрыватель проявления Ичетью на Пижемском месторождении (Красное знамя. 2014. 16 января).

В V Уральском горно-промышленном форуме, состоявшемся в Екатеринбурге, участвовала к. г.-м. н. Т. П. Майорова с сообщением «О сульфидизации колчеданного типа в древних докембрийских вулканогенных толщах Приполярного и Полярного Урала» (Наука Урала, 2013. № 30).

Летом 2013 г. на плато Маньпупунёр, одном из семи чудес России, работала специальная геологическая экспедиция Коми регионального отделения Русского географического общества. Проводились детальные исследования этих загадочных природных изваяний. Устойчивость «болванов» может быть оценена как высокая. Однако использование заповедных территорий для туризма должно быть очень осторожным, поэтому антропогенная нагрузка в 500—600 человек за летний сезон становится уже излишней. Сегодня уже наблюдается сильная деградация природного комплекса вдоль тропы от кордона Йджыд-Ляга до «болванов» (Наука Урала. 2013. № 27; Красное знамя. 2013. 7 ноября).

В Финно-угорском культурном центре РК (г. Сыктывкар) состоялась выставка «Искусство и география» известного художника-графика Олега Велегжанинова, на которой представлено более шестидесяти его работ. Для мастера, художника и географа по образованию источниками вдохновения стали биология и геология. Его увлечению способствовало и то, что с 1988 по 2011 годы Олег Велегжанинов работал в Коми научном центре художником по оформлению печатных из-



даний, в том числе и нашего «Вестника Института геологии». И здесь он дал волю своей фантазии: даже узко-специальные научные труды украшали воистину сказочные иллюстрации (Республика. 2013. 28 ноября).

В нашем обзоре следует специально остановиться на последней книге академика Н. П. Юшкина «Очерки об ученых» (Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 368 с.). Героями его очерков стали исторические личности, ученые с мировым именем, исследователи природных богатств России, учителя и ученики автора, коллеги, близкие ему люди. Все очерки объединены страстным интересом Н. П. Юшкина к науке, которая всегда оставалась для него высшим приоритетом в жизни, любовью автора к своим героям и сопричастностью их судьбам. Книга по своему содержанию уникальна и представляет несомненную ценность для широкого круга читателей, особенно для молодежи, которая хочет связать свою жизнь и судьбу с наукой. Я считаю эту работу своеобразным прощанием Николая Павловича со всеми нами и пожеланием продолжить все его начинания в жизни и научной деятельности. «Очерки» должны стать настольной книгой каждого молодого ученого.

Опубликованы итоги конкурса 2014 г. государственной поддержки ведущих научных школ в Российской Федерации. В число победителей в номинации «Науки о Земле, экология и рациональное природопользование» вошел глава научной школы ИГ Коми НЦ УрО РАН академик А. М. Асхабов с докладом — «Исследование процессов кристаллогенезиса на макро-, микро- иnanoуровне с целью расшифровки условий и механизмов минералообразования и разработки методов получения новых наноструктурированных кристаллических и некристаллических материалов» (Наука Урала. 2014. № 3. Февраль).

Алексей Иевлев продолжил серию исторических очерков о первых исследователях страны и Коми края. Как установлено, первые рудознатцы пришли на территорию республики шесть столетий назад. Это была первая известная по летописям экспедиция Московского государства, от-

правленная в 1491 г. на поиски серебряных руд в дальних, почти неведомых рубежах расширяющейся русской державы — на речку Цильму (Красное знамя. 2014. 23 января).

Одним из значимых свидетельств для истории РК стало путешествие английских купцов на Печору в 1611—1612 гг. Им удалось всего за одну зимовку в Пустозерске собрать обширный объем сведений о нашей стране, в частности о том, как русские добирались до о-ва Вайгач, устья Оби, реки Таз с легендарной Мангазеей, до Иртыша, Енисея, Тунгуски и ряда других сибирских рек и даже до Китая (Красное знамя. 2014. 6 февраля).

Открытием для многих из нас является удивительная судьба ученого с Удоры Александра Дмитриевича Ершова, выдающегося отечественного геолога, директора Всесоюзного института минерального сырья (ВИМС), долгие годы руководившего поисками стратегических видов минерального сырья для промышленности СССР. При участии коллектива ВИМСа была расширена отечественная сырьевая база олова, вольфрама, молибдена, изучены бокситовые месторождения на Тимане и разработана эффективная технология их переработки. Были разведаны и изучены месторождения флюорита, слюды, борных руд, хризотил-асбеста и голубого асбеста. В период 1937—1939 гг. под руководством А. Д. Ершова экспедиция особого назначения вела комплексные геологические исследования в ранее не изученных районах Сидзянской провинции Западного Китая (Красное знамя. 2014. 10 января).

Яков Эльевич Юдович вспоминает о яркой личности Р. И. Пименова, вошедшего в историю нашего филиала. По его словам, интеллектуально-духовный потенциал Пименова был так обширен, что он мог без подготовки прочитать циклы лекций из области топологии, теории относительности, теории вероятности, истории России и СССР, философии, истории искусств, политологии или социологии. Он свободно читал литературу на пяти языках. Был доверенным лицом знаменитого Андрея Сахарова на выборах народных депутатов СССР (Красное знамя. 2014. 16 января).

Импакт-факторы журналов и индексы цитирования становятся показателем результативности журналов или научных работников. По формальным параметрам четыре из 15 российских геологических изданий имеют определенный рейтинг (из Elibary за 2010 г.). Это журналы с периодичностью 6—12 номеров в год:

- 1) «Литосфера» ИГ УрО РАН — 0.295 импакт-факторов;
- 2) «Уральский геологический журнал» УИМС — 0.217;
- 3) «Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН» — 0.109;
- 4) «Минеральное сырье Урала» УИМС — 0.085.

Восемь геологических изданий отсутствуют в списке РИНЦ, а три имеют нулевой индекс цитирования. Радует, что среди них находится наш «Вестник ИГ», занимающий третье место (Уральский геологический журнал. 2012. № 6 (90). С. 63).

4—5 декабря в Москве прошел «Форум действий» Общероссийского народного фронта. Три сопредседателя регионального штаба ОНФ, в том числе председатель президиума Коми НЦ УрО РАН А. М. Асхабов, адресовали В. В. Путину три ключевые проблемы региона: 1) поведение руководства РЖД в ущерб населению республики; 2) критическая ситуация с судоходством на Печоре из-за обмеления реки; 3) негативное отношение к проекту «Белкомур». Президент услышал о болевых точках региона и взял их «на карандаш» (Республика. 2013. 10 декабря).

19 ноября 2013 г. прошел финал первого республиканского фестиваля детского технического творчества «Нобель Техно». Экспертный совет, в составе которого был академик А. М. Асхабов, определил лучшие проекты в семи номинациях. Все лучшие проекты фестиваля отмечены медалями и денежными призами (Республика. 2013. 26 ноября).

Не иссяк поэтический талант у нашего Алексея Иевлева. Последние его стихи вышли в свет в девятом выпуске литературного альманаха республики «Белый бор» (Красное знамя. 2013. 14 ноября) и в предновогоднем выпуске газеты в разделе «Литературная гостиная» (Красное знамя. 2013. 26 декабря).

**К. г.-м. н. Е. Калинин**



## АКАДЕМИЧЕСКАЯ ЛЫЖНЯ – 2014

14 февраля 2014 г. в рамках первенства «Академическая лыжня — 2014» прошли соревнования по лыжным гонкам в Коми НЦ УрО РАН, где приняли участие представители всех структурных подразделений. Отрадно отметить, что с каждым годом число участников неуклонно растет. В этом году на старт вышло 97 человек (ИГ — 38, ИБ — 19, ИФ — 8, ИХ — 7, ИСЭиЭПС — 11, ИЯЛИ — 2, ЛСК — 2, Президиум — 2, Отдел математики — 9), при том, что в 2012 году общее количество участников составляло 36 человек, а в 2013 году — 77.

Места разыгрывались в 15 категориях от 22 до 100 лет. В результате общий командного зачета: 1 место занял Институт геологии, 2 место — Институт биологии, 3 — Институт химии.

Хочется горячо поздравить сотрудников Института геологии, занявших первые места в своих категориях: Д. О. Машину (1-я возрастная группа), Б. А. Макеева (2-я группа), А. Ф. Литвиненкова (4-я), В. И. Ракина (6-я), Н. П. Калмыкову (9-я), А. М. Ходакову (2-я возрастная группа среди женщин), К. В. Куликову (4-я), В. Т. Мальцеву (6-я), В. Н. Капитанову (7-я). Абсолютным чемпионом Коми НЦ стал Денис Машин, пробежавший дистанцию за 13 минут 14 секунд.

Выражаем огромную благодарность всем участникам соревнований, превратившим этот зимний день в спортивный праздник, а также многочисленным болельщикам, активно поддерживающим свои команды!

Очередной этап подготовки к «Академической лыжне — 2014» прошел успешно, теперь надеемся, что наша команда так же отлично выступит на Академиаде—2014.

Вперед, к новым успехам!

*К. г.-м. н. В. Удоратин*



В. И. Ракин



О. В. Удоратина



# ПРИЗЕРЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ АКАДЕМИАДЫ РАН



Представители команды Коми НЦ УрО РАН



Победители в первой возрастной группе



А. Ходакова, К. Куликова



Победители во второй возрастной группе



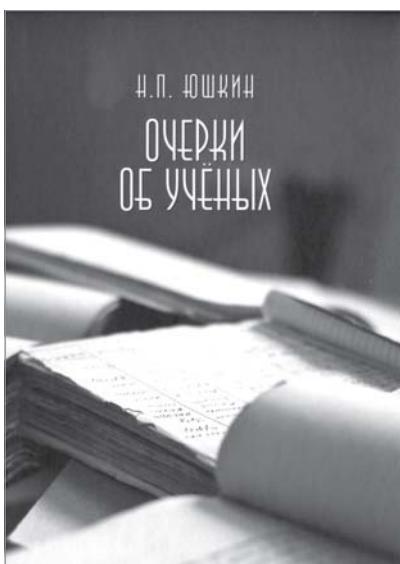
Д. Машин, Д. Ефимов



Победительница во второй возрастной группе среди женщин А. Ходакова



## НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



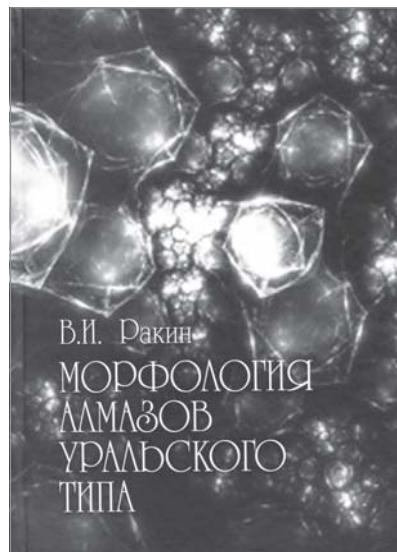
УДК 001 (092)

**Юшкун Н. П. Очерки об ученых.** Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 368 с.

Очерки написаны в разные годы крупнейшим российским минералогом, выдающимся организатором и талантливым, высокооригинальным историком науки академиком РАН Николаем Павловичем Юшкуном (1936—2012). Это научные биографии, результаты специальных архивных разысканий, воспоминания автора и его размышления о жизни и научной деятельности многих людей. Среди героев очерков — исторические личности, учёные с мировым именем, исследователи природных богатств России, учителя и ученики автора, коллеги, близкие ему люди.

Все очерки объединены страстным интересом Н. П. Юшкунова к науке, которая всегда оставалась для него высшим приоритетом в жизни, любовью автора к своим героям и сопричастностью их судьбам.

Книга во многом уникальна и представляет несомненную ценность для широкого круга читателей, как далёких от науки, так и тех, кто связал с ней свою жизнь и судьбу.



УДК 548.54:549.21

**Ракин В. И. Морфология алмазов уральского типа.** Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 396 с.

Описан авторский метод анализа поверхности округлых кристаллов минералов. Исследована морфология алмазов уральского (бразильского) типа различных месторождений Якутии, Урала и Бразилии. Выделены признаки кривограных форм растворения алмазов, включая формы обратимого растворения и необратимого травления, а также признаки механического износа поверхности и пластического течения структуры алмаза. Установлены закономерности эволюции формы природного округлого алмаза уральского (бразильского) типа.

Табл. 30. Ил. 158. Библиогр. 138.



УДК [55+551.4+930.26+39](470.13)

**Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе:** Доклады 16-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2013. Т. XVI. 172 с.

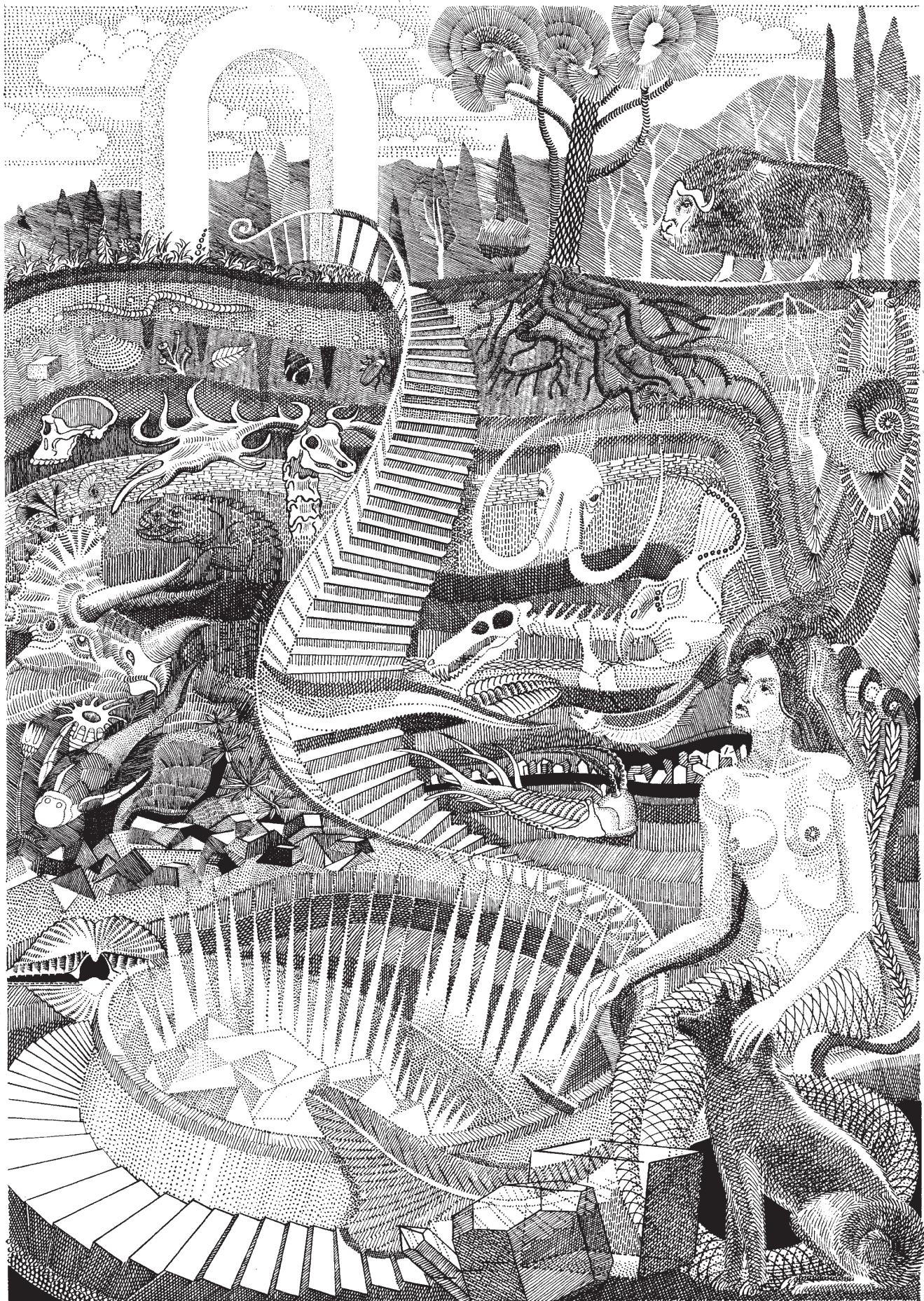
Сборник содержит доклады 16-й научной конференции «Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе». В нем представлены статьи по истории географических и геологических исследований, геоэкологии, результаты экспедиционных исследований прошедшего полевого сезона по геологии, археологии и этнографии Тимано-Североуральского региона и сопредельных территорий.



УДК 5±549(470.1)

**Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента:** Материалы 22-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2013. 248 с.

В сборнике представлены материалы 22-й научной конференции «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента». Обсуждаются вопросы общей геологии, геологии нефти и газа, стратиграфии, палеонтологии, минералогии, кристаллографии, петрологии, технологий минерального сырья, геофизики, экономики природопользования.



Разрез. Гравюра художника О. Велегжанинова



От всей души поздравляем  
с Днём защитника отечества!

Желаем крепкого здоровья,  
успехов во всём и всегда,  
счастья!

ПОЗДРАВЛЯЕМ  
Евгения Пономаренко  
и Олесю Игнатову  
с бракосочетанием!

Желаем семейного счастья!



ПОЗДРАВЛЯЕМ  
Безносова Павла  
с рождением сына Тимофея!  
Желаем родителям и малышу  
крепкого здоровья!

ПОЗДРАВЛЯЕМ  
студентов 5 курса  
СыктГУ  
с успешной сдачей  
государственного  
экзамена.  
Желаем дальнейших  
творческих успехов!



Ответственные за выпуск  
Е. В. Антропова, Л. В. Соколова

Редакторы издательства  
Н. А. Боринцева, О. В. Габова

Компьютерная верстка  
Т. В. Хазовой