

Федеральное агентство научных организаций  
Российская Академия наук  
Отделение наук о Земле РАН  
Научный совет РАН по проблемам геохимии  
Научный совет РАН по проблемам геологии докембрия  
Межведомственный комитет по рудообразованию  
Межведомственный стратиграфический комитет  
Российский фонд фундаментальных исследований  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии,  
минералогии и геохимии (ИГЕМ РАН)  
Институт геологии и геохронологии докембрия (ИГГД РАН)

Материалы  
VII Российской  
конференции  
по изотопной  
геохронологии

5-7 июня  
2018 г.

МОСКВА

## Методы и геологические результаты изучения изотопных геохронометрических систем минералов и пород



$^{233}\text{U}^+$		L3
$^{234}\text{U}^+$		L2
$^{235}\text{U}^+$		L1
$^{236}\text{U}^+$		C
$^{236}\text{UH}^+$		H1
$^{238}\text{U}^+$		H2
$^{238}\text{UH}^+$		H3

MC-ICP-MS

Федеральное агентство научных организаций  
Российская Академия наук  
Отделение наук о Земле  
Научный Совет РАН по проблемам геохимии  
Научный Совет РАН по проблемам геологии докембрия  
Межведомственный комитет по рудообразованию  
Межведомственный стратиграфический комитет  
Российский фонд фундаментальных исследований  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии  
и геохимии (ИГЕМ) РАН  
Институт геологии и геохронологии докембрия (ИГГД) РАН

## **Методы и геологические результаты изучения изотопных геохронометрических систем минералов и пород**

**Материалы  
VII Российской  
конференции  
по изотопной  
геохронологии**

5-7 июня 2018г.

Москва  
ИГЕМ РАН  
2018

УДК 550.93  
ББК 26.301  
М54

Методы и геологические результаты изучения изотопных геохронометрических систем минералов и пород. Российская конференция по изотопной геохронологии. Москва, 5-7 июня 2018г. Материалы конференции. М.: ИГЕМ РАН, 2018. - 399 с.

ISBN 978-5-88918-052-4

Тезисы докладов представлены в авторской  
редакции

Конференция организована при финансовой  
поддержке Федерального агентства научных  
организаций и  
Российского фонда фундаментальных  
исследований (проект №18-05-20028)

*На обложке:* схема высокоточного изотопного анализа природного урана (измерение отношения  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ ) с использованием двойного трасера  $^{233}\text{U}$ - $^{236}\text{U}$ , трехстадийной ионообменной хроматографии и масс-спектрометра Neptune типа MC-ICP-MS (лаборатория изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН).

ISBN 978-5-88918-052-4

©ИГЕМ РАН, 2018

## **Организационный комитет**

Председатель:

академик РАН И.В. Чернышев, Москва

Заместители председателя:

чл.-корр. РАН Ю.А. Костицын, Москва

д.г.-м.н., профессор А.Б. Котов, Санкт-Петербург

Ученый секретарь:

к.г.-м.н. Ю.О. Ларионова

## **Программная комиссия:**

Н.С. Бортников, академик РАН, Москва

С.Л. Вотяков, академик РАН, Екатеринбург

И.М. Горохов, д.г.-м.н., профессор, Санкт-Петербург

С.И. Дриль, к.г.-м.н., Иркутск

Е.О. Дубинина, д.г.-м.н., профессор, Москва

А.В. Иванов, д.г.-м.н., Иркутск

Ю.А. Костицын, чл.-корр. РАН, Москва

А.Б. Котов, д.г.-м.н., профессор, Санкт-Петербург

А.Б. Кузнецов, чл.-корр. РАН, Санкт-Петербург

Б.Г. Покровский, д.г.-м.н., Москва

С.А. Сергеев, к.г.-м.н., Санкт-Петербург

И.Н. Толстихин, д.х.н., профессор, Апатиты

А.В. Травин, д.г.-м.н., профессор, Новосибирск

И.В. Чернышев, академик РАН, Москва

К.Н. Шатагин, к.г.-м.н., Москва - ответственный секретарь комиссии

В.В. Ярмолук, академик РАН, Москва

## **Организационная комиссия:**

Ю.О. Ларионова, к.г.-м.н., ИГЕМ РАН, Москва

Г.В. Манджиева, ИГЕМ РАН, Москва

А.С. Садасюк, ИГЕМ РАН, Москва

А.В. Парфенов, ИГЕМ РАН, Москва

В.В. Прошкина, ИГЕМ РАН, Москва

## **Спонсоры Конференции:**

ЗАО «МС-Аналитика»

ООО НКЦ «ЛАБТЕСТ»

## Результаты U/Pb SIMS датирования цирконов и $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ возраст плагиоклаза из пород собского комплекса (Петропавловское золоторудное месторождение, Полярный Урал)

Соболев И.Д.<sup>1,2</sup>, Викентьев И.В.<sup>1</sup>, Соболева А.А.<sup>3</sup>, Травин А.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ИГЕМ РАН, Москва; <sup>2</sup> ГИН РАН, Москва; <sup>3</sup> ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; <sup>4</sup> ИГМ СО РАН, Новосибирск

В Новогодненском рудном поле, на севере Войкарской зоны Полярного Урала, близко расположены месторождения - крупное Au-порфировое Петропавловское (~26 т Au) и среднее Au-Fe-скарновое Новогоднее-Монто, связываемые с магматическими телами собского и конгорского комплексов, соответственно [Soloviev et al., 2013; Викентьев и др, 2017]. Район отвечает Малоуральской палеозойской островной дуге [Язева, Бочкарев, 1984] и представляет собой крупную вулcano-тектоническую депрессию, сложенную вулcanoгенно-осадочными породами и локализованную в кровле среднепалеозойского Собского полифазного батолита [Мансуров, 2009]. Авторами уточнен возраст золотоносных плагиогранитоидов поздней фазы и диоритов главной фазы собского комплекса: проведено U/Pb изотопное датирование цирконов из дайки плагиогранитов и определен  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  возраст плагиоклаза из диоритов.

U/Pb (SIMS) датирование и анализ элементов-примесей в индивидуальных кристаллах циркона проводились на ионном микрозонде SHRIMP-RG, принадлежащем Стэнфордскому университету и Геологической службе США, по методике, описанной в [Barth et al, 2017]. Концентрации Ti, Fe, Y и редкоземельных (PЗЭ) элементов были рассчитаны относительно состава гомогенного циркона Мадагаскар Грин (MAD) [Barth, Wooden, 2010]. Для интерпретации использовались изотопные отношения и возрасты, скорректированные по измеренному  $^{207}\text{Pb}$ . Цирконы были отобраны из порфировидных плагиогранитов (обр. S69-15, расчистка 309, м-ние Петропавловское, N66°48'44.9'', E66°27'37.0''), слагающих дайку мощностью 0.3 м, относящуюся к поздней интрузивной фазе собского комплекса. Дайка имеет субмеридиональное простирание и прорывает диориты главной фазы собского комплекса. Продатировано 10

индивидуальных кристаллов циркона. В тех же зёрнах определены содержания элементов-примесей.

В проходящем свете цирконы представлены идиоморфными бипирамидально-призматическими ( $K_{удл} - 2.5-8$ ) прозрачными бесцветными, реже светло-жёлтыми зёрнами размером 40-110 мкм. Внутри зёрен встречаются небольшие чёрные включения, а также более мелкие (до 20 мкм) идиоморфные кристаллики циркона. На катодолюминесцентных изображениях (рис. 1, А) цирконы характеризуются умеренным, реже слабым свечением, преимущественно со слабо- и умеренно-контрастной осцилляционной (часто размытой) зональностью, которая в некоторых зёрнах сочетается с секториальной зональностью. В единичных слабо светящихся зёрнах зональность почти не видна.

Большая часть исследованных цирконов характеризуются умеренными концентрациями U и Th - 82-729 и 25-216 г/т, соответственно, при достаточно выдержанных значениях  $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} - 0.25-0.38$ . Суммарные концентрации РЗЭ в этих цирконах в целом близки - 423-882 г/т, а для хондрит-нормированных спектров (рис. 1, А) характерна хорошо выраженная дифференциация с сильным обогащением тяжёлыми РЗЭ относительно лёгких ( $\text{Yb}_N/\text{La}_N - 6270-125473$ ). Отмечается значительная по величине положительная Селаномалия ( $\text{Ce}/\text{Ce}^* - 15-90$ ) и небольшая отрицательная Еу-аномалия ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* - 0.21-0.39$ ). По содержанию Ti в цирконе [Watson et al, 2006] оценена модельная температура кристаллизации, которая варьирует от 608 до 816°C (при  $a_{\text{SiO}_2}=1$  и  $a_{\text{TiO}_2}=0.7$ ). Два циркона (6.1 и 8.1) имеют существенные отличия по сравнению с остальными изученными зёрнами. Для зерна 6.1 характерны существенно большая суммарная концентрация РЗЭ (2135 г/т), более сильно проявленная цериевая аномалия ( $\text{Ce}/\text{Ce}^* - 113$ ) и меньший дефицит европия ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* - 0.13$ ) (рис. 1, А). Основными отличиями зерна 8.1 являются более высокие значения  $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} - 0.77$ , существенно меньшие -  $\text{Yb}_N/\text{La}_N - 961$  (рис. 1, А) и  $\text{Ce}/\text{Ce}^* - 4$ . Только в этом зерне отмечается высокое содержание Fe - 102 г/т. Эти два зерна принципиально не отличаются по морфологии и катодолюминесцентным свойствам от других цирконов из данного образца, но, учитывая существенные отличия их состава, можно предположить, что в цирконах 6.1 и 8.1 U-Pb изотопная система могла быть нарушена в результате метамиктизации и/или более поздних термальных событий.

Для 10 зерен циркона получен диапазон  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  возрастов - 385-412 млн лет. Наиболее молодой циркон (зерно 6.1) имеет возраст  $385\pm 5$  млн лет, для оставшихся 9 зерен, включая зерно 8.1, получен возрастной интервал - 388-412 млн лет со средневзвешенным значением -  $403\pm 4$  млн лет (95%, СКВО=1.55), которое мы

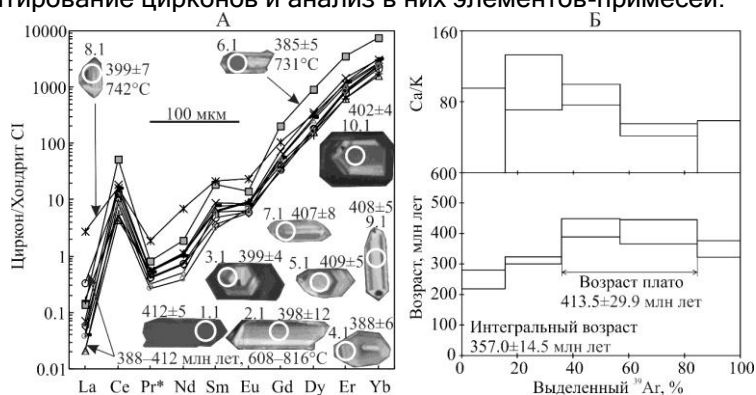
интерпретируем как время формирования поздней (дайковой) фазы собского комплекса.

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  датирование выполнено методом ступенчатого прогрева [Травин и др., 2009].

Для  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  датирования из диоритов главной фазы собского комплекса была получена монофракция плагиоклаза (обр. 309-15, расчистка 309, м-ние Петропавловское, N66°48'42.4", E66°27'35.3"). В возрастном спектре (рис. 1, Б) выделяется плато с возрастом  $414 \pm 30$  млн лет, характеризующееся 49% выделенного  $^{39}\text{Ar}$ . Несмотря на большую ошибку определения возраста плагиоклаза, полученная датировка хорошо согласуется с лохковско-пражским возрастом ( $410 \pm 2$  млн лет) цирконов из диоритов главной фазы собского комплекса, установленным также в пределах Петропавловского месторождения [Викентьев и др., 2017].

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН №55 и Российского фонда фундаментальных исследований (проект 17-05-00936а).

Авторы благодарят М.А. Кобла, выполнившего U-Pb SIMS датирование цирконов и анализ в них элементов-примесей.



**Рис. 1.** Результаты изотопно-геохронологических и геохимических исследований минералов собского комплекса. А - катодолуминесцентные изображения с расположением и номерами аналитических кратеров и графики распределения РЗЭ для цирконов из дайки плагиогранитов поздней интрузивной фазы собского комплекса. Нормировано к хондриту CI, по [Sun, McDonough, 1989]; Б - результаты  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  датирования плагиоклаза из диоритов главной фазы собского комплекса.

## Литература

- Викентьев И.В. и др. // Геология рудных месторождений. 2017. Т. 59. № 6. С. 501-541.  
 Мансуров Р.Х. // Руды и металлы. 2009. № 5. С. 70-74.  
 Травин А.В. и др. // Геохимия. 2009. Т. 11. С. 1181-1199.  
 Язева Р.Г., Бочкарев В.В. Войкарский вулcano-плутонический пояс. Свердловск, 1984.  
 Barth A.P., Wooden J.L. // Chemical Geology. 2010. V. 277. P. 149-159.

Barth A. P. et al. // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2017. V. 18, P. 3576-3591.  
Black L.P. et al. // *Chemical Geology*. 2004. V. 205. P. 115-140.  
Soloviev S.G. et al. // *Mineral. Dep.* 2013. V. 48. P. 603-625.  
Sun S.S., McDonough W.F. // *Geol. Soc. Spec. Publ. London*. 1989. V. 42. P. 313-345.  
Watson E.B. et al. // *Contrib. Mineral. Petrol.* 2006. V. 151. P. 413-433.