

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии  
Российской академии наук  
(ИГЕМ РАН)

# **Новое в познании процессов рудобразования**

Труды молодых учёных, посвящённые 90-летию ИГЕМ РАН

Москва-2020

УДК 553+552+548/549+550.4+550.3+502/504+550.93

ББК 26.3

Н 74

Новое в познании процессов рудообразования: Труды молодых учёных, посвящённые 90-летию ИГЕМ РАН - Электрон. дан. (1 файл: 18 Мб) - М.: ИГЕМ РАН, 2020.

В сборнике представлены Труды молодых учёных, посвящённые 90-летию Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук. Тезисы Трудов молодых учёных посвящены изучению различных вопросов геологии, минералогии и геохимии рудных месторождений, а также вопросам геоэкологии.

Редакторы: В.А. Петров, Е.Е. Амплиева, С.А. Устинов, Е.В. Ковальчук, С.В. Ковригина

На обложке: фотография из Архива ИГЕМ РАН, 1936 г.

ISBN 978-5-88918-061-6

© Коллектив авторов, 2020  
© ИГЕМ РАН, 2020  
© СМУиС ИГЕМ РАН, 2020

## Первые результаты комплексного изотопно-геохимического исследования циркона из Туганского циркон-ильменитового месторождения (Томская область) методом LA-Q-ICP-MS

Корнева А.П.<sup>1</sup>, Агашева Е.А.<sup>1</sup>, Семиряков А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>НИИ ТГУ, г. Томск, [korsanya93@mail.ru](mailto:korsanya93@mail.ru)

Туганское циркон-ильменитовое месторождение расположено в Томском районе Томской области южнее с. Александровка. Оно приурочено к сочленению Колывань-Томской складчатой зоны с осадочным чехлом Западно-Сибирской геосинеклизы и представляет собой прибрежно-морскую россыпь, перекрытую меловыми и кайнозойскими рыхлыми отложениями, с обилием источников сноса, которые могут иметь различный возраст.

Для исследования источников сноса детритовых цирконов было осуществлено U/Pb изотопное датирование на базе лаборатории геохронологии и геодинамики геолого-географического факультета НИИ ТГУ. Оборудование включает в себя систему лазерной абляции Analyte Excite (Teledyne Photon Machines) с эксимерным (ArF) лазером с длиной волны 193 нм и квадрупольный масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой Agilent 7900 (Agilent Technologies). Диаметр лазерного пучка, используемого для анализа детритовых цирконов, варьировался от 25 до 50 мкм в зависимости от размеров и зональности зёрен. Средняя частота лазерных импульсов – 8 Гц, плотность потока энергии в среднем составляла  $\approx 4$  Дж/см<sup>2</sup>. За основу была взята методика проведения анализа, описанная в работе американских геологов (Cottle et al., 2015).

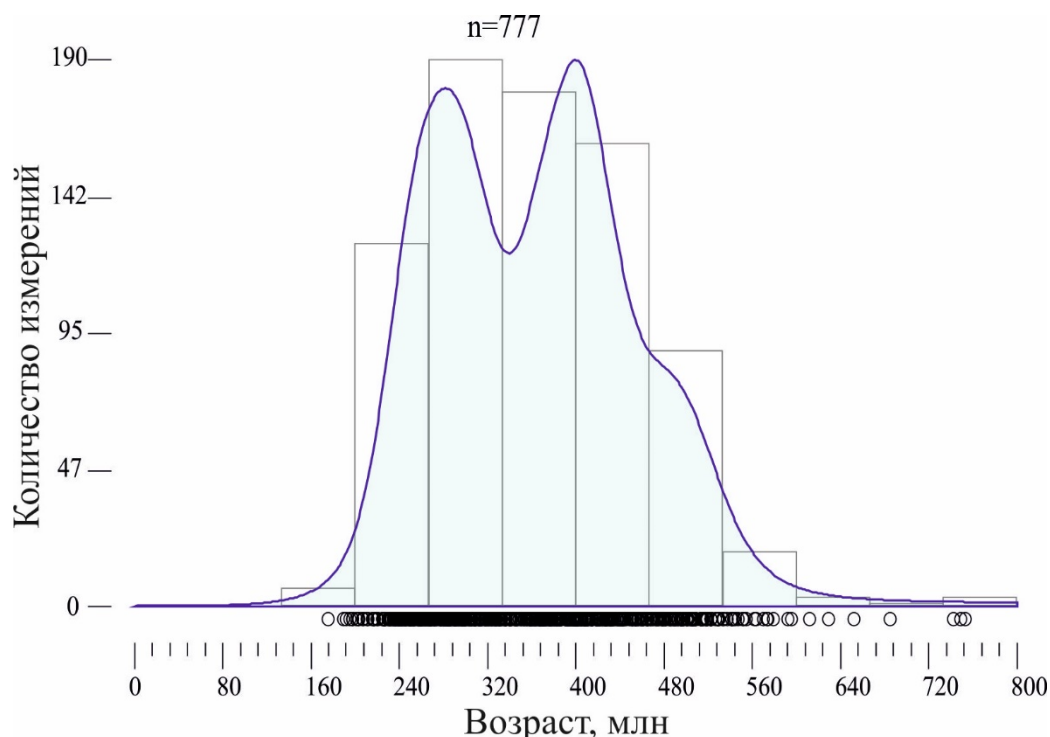
Комплекс пробоподготовительных работ включал в себя следующие стадии:

1. Механическое измельчение образца;
2. Гранулометрическое разделение на фракции (0,25-0,1 мм и менее 0,1 мм);
3. Гравитационное обогащение на концентрационном столе и с применением тяжелой жидкости ГПС-В;
4. Магнитная и электромагнитная сепарация;
5. Выделение монофракции циркона из концентрата тяжелой немагнитной фракции;
6. Имплантация зерен циркона в эпоксидную шашку (изготовление полуфабриката аналитического препарата);
7. Получение изображений зерен циркона в режиме катодолюминесценции (CL) и обратно отраженных электронов (BSE) на растровом электронном микроскопе VEGA II LMU (Tescan) для выбора и контроля участка аналитических исследований.

Так как источник сноса Туганского месторождения довольно обширен, ожидаемый возраст цирконов мог находиться в пределах от мела до среднего протерозоя. Этим обусловлен выбор разновозрастных стандартов цирконов: Plesovice ( $\approx 337$  млн. лет), Temora II ( $\approx 417$  млн. лет), GJ-1 ( $\approx 609$  млн. лет), 91500 ( $\approx 1062$  млн. лет), FC-1 ( $\approx 1099$  млн. лет).

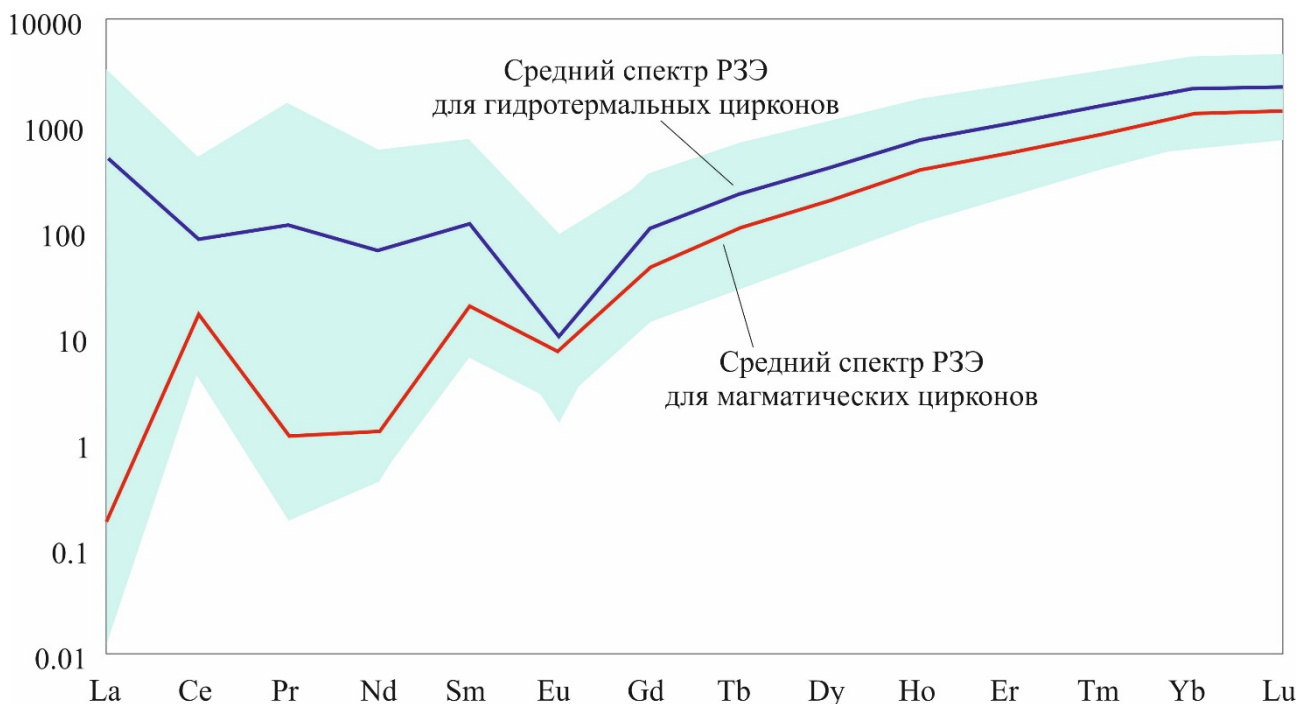
Первичная обработка результатов проведена с использованием специализированного программного обеспечения Igor Pro с надстройкой Iolite, делающей возможным вычисление изотопных отношений  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  и соответствующих абсолютных возрастов (Paton et al., 2011). Для обработки результатов также применялась онлайн-версия программы Isoplot R (Vermeesch, 2018), где для U/Pb изотопной системы всех зерен циркона из одной пробы производится построение графиков плотности вероятности и гистограмм, характеризующих распределение возрастов цирконов (рис. 1)

Полученные результаты исследования цирконов Туганского месторождения говорят об разнообразии возрастов от юрского периода до позднего протерозоя, но с преобладающими пиками в 260 млн (P<sub>2-3</sub>) и 400 млн (D<sub>1</sub>). Это подтверждает обилие источников сноса.



**Рисунок 1. Распределение U/Pb возрастов цирконов Южно-Александровского участка Туганского циркон-ильменитового месторождения.**

Квадрупольный масс-спектрометр позволяет снимать одновременно различные элементы, поэтому кроме радиоактивных и радиогенных изотопов, необходимых для расчета возраста, были получены содержания РЗЭ в каждой точке. Цирконы Туганского месторождения имеют различное образование – от магматических пород пестрого состава, до гидротермально-метасоматических образований (рис. 2).



**Рисунок 2. Спектры распределения РЗЭ, нормированные по хондриту (Sun et al., 1989). Усредненные спектры магматических и гидротермальных цирконов по (Hoskin, 2005).**

Голубая область отвечает полученным вариациям содержаний РЗЭ в туганских цирконах.

Результаты U/Pb датирования и изучения локального химического состава цирконов Южно-Александровского участка Туганского месторождения позволяют судить об обилии

источников сноса различного генезиса и необходимости проведения дальнейших детальных исследований. Также детритовые цирконы Туганского месторождения ввиду разнообразия генезиса и возрастов служат хорошим материалом для постановки методики.

*Пробоподготовка, аналитические исследования и обработка полученных результатов осуществлены на базе лаборатории геохронологии и геодинамики и ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» НИИ ТГУ. Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № 0721-2020-0041.*

Cottle J.M., Kylander-Clark A.R., Vrijmoed J.C. U–Th/Pb geochronology of detrital zircon and monazite by single shot laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (SS-LA-ICPMS) // *Chemical Geology*. 2012. Vol. 332-333. P. 136–147.

Hoskin P.W.O. Trace-element composition of hydrothermal zircon and the alteration of Hadean zircon from the Jack Hills, Australia. // *Geochim Cosmochim Acta*. 2005. Vol. 69. P. 637–648.

Paton C., Hellstrom J., Paul B., Woodhead J. Hergt J. Iolite: Freeware for the visualisation and processing of mass spectrometric data // *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2011. Vol. 26(12). P. 2508.

Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // *Geological Society. Special Publications*. 1989. V. 42. P. 313–345.

Vermeesch P. Isoplot R: A free and open toolbox for geochronology // *Geoscience Frontiers*. 2018. Vol. 9. P. 1479–1493.