——— ГЕОЛОГИЯ —

УДК 550.93:552.4(551.72)

# ИСТОЧНИКИ И ОБЛАСТИ СНОСА ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА ОЛЬХОН (БАЙКАЛЬСКАЯ РИФТОВАЯ ЗОНА)

А. Б. Котов<sup>1,\*</sup>, Т. М. Сковитина<sup>2</sup>, В. П. Ковач<sup>1</sup>, член-корреспондент РАН Е. В. Скляров<sup>2,3</sup>, Т. В. Донская<sup>2</sup>, Д. В. Лопатин<sup>4</sup>, Ю. В. Плоткина<sup>1</sup>, Е. В. Толмачева<sup>1</sup>, Б. М. Гороховский<sup>1</sup>, И. Н. Бучнев<sup>1</sup>

### Поступило 28.04.2018 г.

Выполнены геохронологические (LA-ICP-MS) U–Th–Pb-исследования детритовых цирконов из позднекайнозойских песчаных отложений о. Ольхон (Байкальская рифтовая зона). Показано, что главными источниками их сноса послужили раннепалеозойские магматические и метаморфические комплексы Ольхонского террейна Центрально-Азиатского складчатого пояса и позднекарбоновые — раннепермские гранитоиды Ангаро-Витимского батолита. Перенос последних осуществлялся на расстояние не менее 100 км. Сделано предположение, что он происходил путём мощного воздушного переноса, в том числе по льду Байкала.

*Ключевые слова*: источники, области сноса, поздний кайнозой, песчаные отложения, остров Ольхон, Байкальская рифтовая зона.

DOI: https://doi.org/10.31857/S0869-56524843325-328

Проблема происхождения позднекайнозойских песчаных отложений, широко распространённых во впадинах Байкальской рифтовой зоны, остаётся дискуссионной. В том числе остаются открытыми вопросы о механизмах и путях переноса песчаных частиц от коренных источников в бассейны седиментации, о ведущих экзодинамических процессах переноса рыхлого материала, о средах и палеогеографических условиях накопления этих осадков ([1–5] и др.). Отчасти это обусловлено тем, что информация об источниках и областях их сноса имеет фрагментарный характер.

Для того чтобы в какой-то мере восполнить этот пробел, выполнены геохронологические (LA-ISP-MS) U—Th—Pb-исследования детритовых цирконов из песчаных отложений северо-западного побережья о. Ольхон (Сарайская бухта). В неотектоническом отношении наклонный горст Ольхона — надводная часть сложноустроенной междувпадинной перемычки и вместе с горстом подводного Академического хребта диагонально разделяет оз. Байкал на две крупные эшелонированные впадины: Южно- и Северобайкальскую ([4] и др.). На северо-западном побережье острова пески слагают террасовидные поверхности, полого поднимающиеся на вышележащие склоны. В береговой полосе они нередко переработаны дефляцией и образуют дюны высотой до 15–30 и длиной до 100–300 м.

Место отбора пробы песков (СТМ-25), слагающих дюны Сарайской бухты, показано на рис. 1. Выделение циркона из этой пробы проводили в ИГГД РАН (Санкт-Петербург) по стандартной методике с использованием тяжёлых жидкостей. Изучение морфологических особенностей циркона выполнено в ИГГД РАН с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3 с BSE и CL детекторами. Для изучения включений минералообразующих сред в цирконе использован оптический микроскоп Olympus BX-41 с высокотемпературным термостоликом TS1400XY, температурным контроллером TO95-STO и системой охлаждения LMP95 (ИГГД РАН).

Геохронологические (LA-ICP-MS) U–Th–Pbисследования цирконов выполнены в ИГГД РАН на ICP масс-спектрометре ELEMENT XR, оснащённом системой лазерной абляции NWR-213 с камерой TwoVolumeTwo. Диаметр пучка лазера 25 мкм, длительность измерения 120 с (60 с холостой по газу, 60 с абляция). Калибровку проводили по стандарт-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Институт геологии и геохронологии докембрия Российской Академии наук, Санкт-Петербург

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Институт земной коры Сибирского отделения

Российской Академии наук, Иркутск

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Институт наук о Земле Санкт-Петербургского

государственного университета

<sup>\*</sup>E-mail: abkotov-spb@mail.ru



**Рис. 1.** Схема расположения массивов гранитоидов Ангаро-Витимского батолита ([14] с упрощениями). *1* — массивы гранитоидов Ангаро-Витимского батолита, *2* — место отбора пробы (СТМ-25) песков Сарайской бухты о. Ольхон.

ному циркону GJ-1 [6]. Для контроля качества данных использованы стандартные цирконы Harvard 91500, Plešovice. Для них в ходе исследований получены конкордантные оценки возраста соответственно  $1061 \pm 8$  и  $334 \pm 4$  млн лет, которые совпадают с оценками возраста, полученными методом ID-TIMS [7, 8].

Изотопные отношения рассчитаны в программе GLITTER© [9], а поправки на обычный Pb — в программе ComPbCorr [10]. Диаграммы с конкордией и конкордантные возрасты построены и рассчитаны с использованием программы Isoplot v. 4.15 [11]. При построении гистограммы распределения возраста и кривой относительной вероятности возраста [12] во внимание принимали только конкордантные  $(D \le 5\%)$  оценки возраста.

Для изучения морфологических особенностей циркона из пробы (СТМ-25) песков Сарайской бухты случайным образом было отобрано 101 зерно циркона из размерной фракции >85 мкм. Они представлены хорошо огранёнными кристаллами и их обломками, которые, как правило, практически не окатаны. Большинство кристаллов циркона характеризуется отчётливо выраженной тонкой и грубой осцилляторной зональностью, характерной для цирконов магматического генезиса. В них обнаружены частично и полностью раскристаллизованные расплавные включения, которые иногда декрепитированы. Реже встречаются округлые зёрна циркона с секториальной зональностью и флюидными включениями, что типично для цирконов метаморфического происхождения.

Геохронологические U-Th-Pb-исследования проведены для 97 зёрен циркона, для которых получены 130 оценок возраста, в том числе 98 конкордантных ( $D \le 5\%$ ) и 13 субконкордантных (D = 5-10%) (рис. 2). Конкордантные оценки возраста цирконов находятся преимущественно в интервалах 286-310 и 450-495 млн лет. Некоторые зёрна циркона имеют неопротерозойские конкордантные возрасты в интервале 599-794 млн лет. На гистограмме распределения возрастов и кривой относительной вероятности возрастов отчётливо выделены два пика: 295 и 466 млн лет (рис. 3). В первой группе (286-310 млн лет) присутствуют только магматические цирконы, а во второй (450-495 млн лет) цирконы метаморфического и магматического происхождений.



Рис. 2. Диаграмма с конкордией для детритовых цирконов из песков (проба СТМ-25) Сарайской бухты о. Ольхон.



**Рис. 3.** Гистограмма распределения возрастов и кривая относительной вероятности возрастов детритовых цирконов из песков (проба CTM-25) Сарайской бухты о. Ольхон.

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК том 484 № 3 2019

Таким образом, в песчаных отложениях Сарайской бухты о. Ольхон преобладают раннепалеозойские (450-495 млн лет) магматические и метаморфические детритовые цирконы, а также позднекарбоновые — раннепермские (286–310 млн лет) детритовые цирконы магматического происхождения. Учитывая геохронологические данные, полученные к настоящему времени для магматических и метаморфических комплексов о. Ольхон, Приольхонья и восточного побережья оз. Байкал ([13–15] и др.), в качестве главных источников раннепалеозойских детритовых цирконов можно рассматривать магматические и метаморфические породы Ольхонского террейна Центрально-Азиатского складчатого пояса, а в качестве источника позднекарбоновых-раннепермских детритовых цирконов — гранитоиды Ангаро-Витимского батолита (рис. 1). При этом перенос последних осуществлялся на расстояние не менее 100 км, включая акваторию оз. Байкал. Однако точно установить, каким образом осуществлялся транспорт цирконов размерной фракции >85 мкм на такое большое расстояние, пока невозможно. Можно только предполагать, что он происходил путём переноса мощными воздушными потоками, в том числе по льду Байкала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

 Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

- Логачев Н.А. Осадочные и вулканические формации Байкальской рифтовой зоны. Байкальский рифт. М.: Наука, 1968. С. 72–101.
- 3. *Кузьмин М.И., Карабанов Е.Б., Каваи Т. и др. //* Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 1/2. С. 8–34.
- Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой зоны: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 251 с.
- Krivonogov S.K., Safonova I.Y. // Gondwana Res. 2017. V. 47. P. 267–290.
- Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A. // Chem. Geol. 2004. V. 211. P. 47–69.
- Wiedenbeck M.P.A., Corfu F., Griffin W.L., et al. // Geostandards and Geoanal. Res. 1995. V. 19. P. 1–23.
- Sláma J., Košler J., Condon D.J., et al. // Chem. Geol. 2008. V. 249. P. 1–35.
- Van Achterbergh E., Ryan C.G., Jackson S.E., Griffin W.L. // Mineral. Assoc. Canada Short Course Ser. 2001. V. 29. P. 239–243.
- 10. Anderson T. // Chem. Geol. 2002. V. 192. P. 59–79.
- Ludwig K.R. // Berkeley Geochron. Center Spec. Publ. 2008. № 4. 76 p.
- Gehrels G.E. In: Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances. Chichester: Wiley/Blackwell, 2012. P. 47–62.
- 13. Ковач В.П., Сальникова Е.Б., Рыцк Е.Ю. и др. // ДАН. 2012. Т. 444. № 2. С. 184–189.
- Donskaya T.V., Glakochub D.P., Mazukabzov A.M., Ivanov A.V. // J. Asian Earth Sci. 2013. V. 62. P. 79–97.
- Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Fedorovsky V.S., et al. // Gondwana Res. 2017. V. 42. P. 243–263.

# SOURCES AND PROVENANCES FOR THE LATE CENOZOIC SANDS OF THE OLHON ISLAND (BAIKAL RIFT ZONE)

### A. B. Kotov, T. M. Skovitina, V. P. Kovach, Corresponding Member of the RAS E. V. Sklyarov, T. V. Donskaya, D. V. Lopatin, Yu. V. Plotkina, E. V. Tolmacheva, B. M. Gorokhovskii, I. N. Buchnev

#### Received April 28, 2018

U-Th-Pb geochronological (LA-ICP-MS) stady the detrite zircons from the Late Cainozoic sands of the Olkhon island (the Baikal rift zone) were performed. It is shown that the early Paleozoic magmatic and metamorphic complexes of the Olkhon terrein of the Central Asian Mobile Belt and the Late Carbonian – the Early Permian granitoids of the Angaro-Vitimsky batholith were the main their sources. Transfer of granitoids of the Angaro-Vitimsky batholith were the main their sources. Transfer of the last was carried out on distance not less than 100 km. The assumption is made that it happened by powerful air transfer, and including on ice of Baikal Lake.

Keywords: Sources, provenances, Late Cenozoic, sands, Olhon island, Baikal rift zone.