

УДК 551.2/3

## ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ U–Pb-ИЗУЧЕНИЯ ОБЛОМОЧНЫХ ЦИРКОНОВ ИЗ ДОКЕМБРИЙСКИХ КВАРЦИТО-СЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩ ЧУЙСКОГО БЛОКА (ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)

Н. А. Каныгина<sup>1,\*</sup>, А. А. Третьяков<sup>1</sup>, член-корреспондент РАН К. Е. Дегтярев<sup>1</sup>,  
К.-Н. Пан<sup>2</sup>, К.-Л. Ван<sup>2</sup>, Х.-Ян. Ли<sup>2</sup>, Ю. В. Плоткина<sup>3</sup>

Поступило 19.04.2019 г.

Получены первые результаты геохронологического U–Pb-изучения детритовых цирконов из кварцито-сланцевых толщ акбастауской свиты в пределах Чуйского блока (северо-западная часть Чуйско-Кендыктасского массива, Южный Казахстан). Конкордатные оценки возраста детритовых цирконов находятся преимущественно в интервале от 1672 до 2115 млн лет, с максимумами 1697, 1780, 1857 и 2066 млн лет. Отдельные зёрна имеют оценки возраста в интервале от 2291 до 2332 млн лет со слабовыраженными максимумами 2303 и 2322 млн лет. Другая значительная популяция цирконов образует неоархейский интервал значений от 2608 до 2747 с максимумом в области 2681 млн лет. Нижний возрастной предел накопления акбастауской свиты Чуйского блока, соответствующий наиболее молодой статистически значимой популяции цирконов, оценивается в 1,7 млрд лет.

*Ключевые слова:* Центрально-Азиатский складчатый пояс, Южный Казахстан, Чуйский блок, детритовые цирконы, U–Pb-датирование.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652489157-61>

Характерной особенностью западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса является широкое распространение древних осадочных толщ. Они представлены в основном кварцитовыми и кварцито-сланцевыми толщами, которые участвуют в строении верхних горизонтов доэдиакарского фундамента сиалических массивов Казахстана и Северного Тянь-Шаня и традиционно рассматриваются в качестве субплатформенного чехла крупного континентального блока [2]. При отсутствии надёжных данных о времени накопления этих толщ возраст их нижней границы оценивался по возрасту подстилающих вулканогенно-осадочных и плутонических пород, который в зависимости от конкретного массива изменялся от палео- до неопротерозоя [2].

В последние годы было проведено изотопно-геохронологическое U–Pb-изучение детритовых цирконов из кварцито-сланцевых толщ Кокчетавского, Ишкеольмесского, Ерементау-Ниязского (Северный Казахстан) и Актау-Моинтинского (Центральный Казахстан) массивов. Результаты этих исследований

показали, что накопление кварцито-сланцевых толщ происходило за счёт поступления кластического материала из одних питающих провинций, сложенных докембрийскими породами широкого возрастного интервала. При этом наиболее молодая популяция представлена обломочными цирконами магматического происхождения с оценками возрастов от 1 до 1,2 млрд лет [1, 8]. Также был установлен позднемезопротерозойский (~1130–1200 млн лет) возраст магматических комплексов, подстилающих кварцито-сланцевые толщи в пределах сиалических массивов Северного Казахстана и Северного Тянь-Шаня [5]. Полученные данные свидетельствуют о начале накопления кварцито-сланцевых толщ в самом начале неопротерозоя, которому предшествовал этап позднемезопротерозойского магматизма, завершившего формирование комплексов фундамента сиалических массивов в этих регионах.

Другой областью распространения древних осадочных толщ является Южный Казахстан, где они участвуют в строении Чуйского блока, расположенного в северо-западной части Чуйско-Кендыктасского массива (рис. 1). Здесь большие площади занимают интенсивно дислоцированные толщи, сложенные кварцитами, кварцито-сланцами, сланцами с прослоями мраморизованных известняков, которые относятся к борбасской и акбастауской свитам [3]. Особенности строения и состава позволяли рассматривать их в качестве аналогов кварцито-

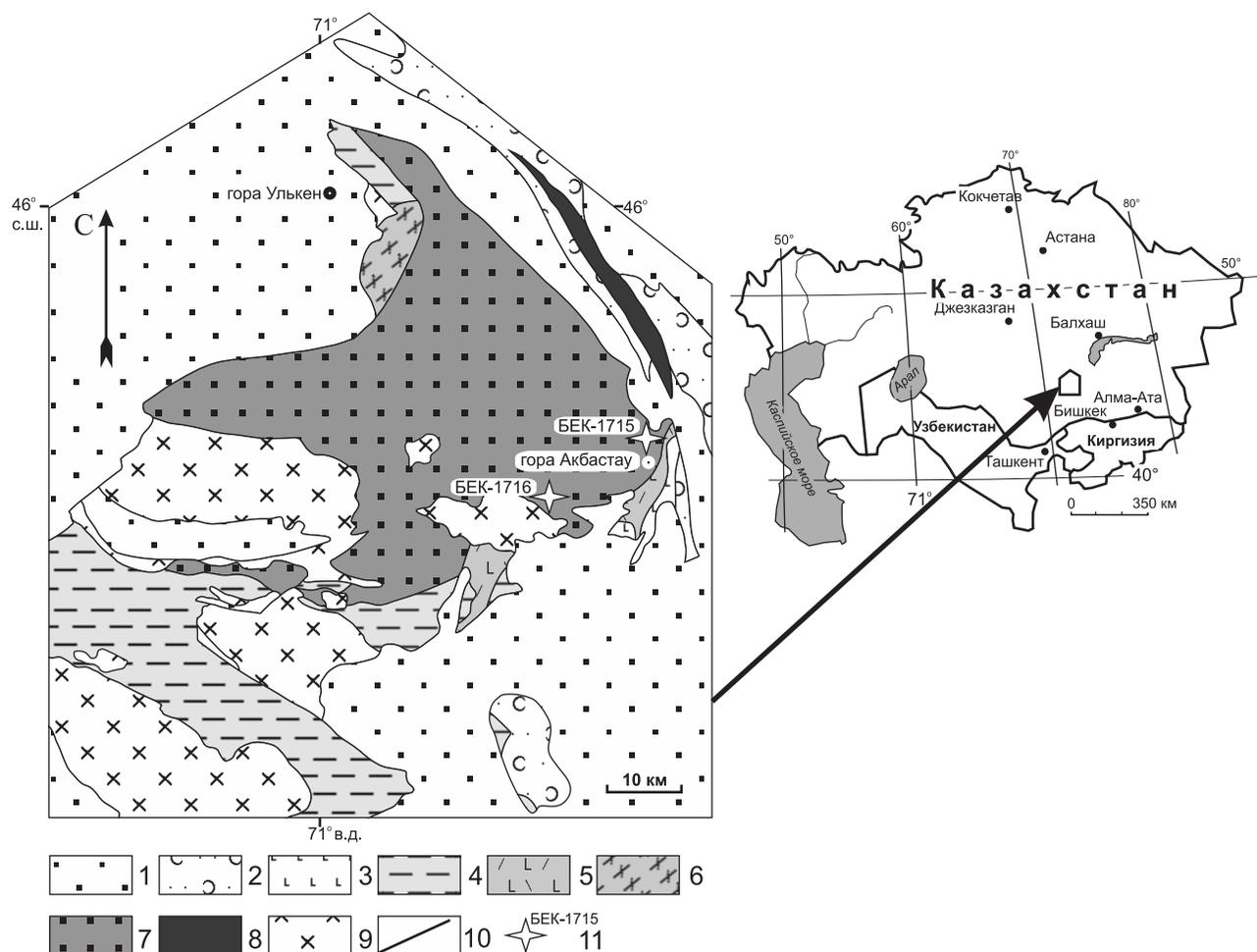
<sup>1</sup> Геологический институт

Российской Академии наук, Москва

<sup>2</sup> Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan

<sup>3</sup> Институт геологии и геохронологии докембрия Российской Академии наук, Санкт-Петербург

\*E-mail: [kanygina.nadia@gmail.com](mailto:kanygina.nadia@gmail.com)



**Рис. 1.** Схема геологического строения Чуйского блока (северо-западная часть Чуйско-Кендыктасского массива). 1 — девонские и каменноугольные вулканогенно-осадочные породы; 2 — средне-верхнеордовикские песчаники, алевролиты, туфы среднего состава; 3 — верхнекембрийские базальты, яшмы, доломиты (ащисуйская свита); 4–7 — комплексы Чуйско-Кендыктасского массива: 4 — кембрийские чёрные сланцы, песчаники, кремнистые породы, базальты (киинтасская, огизтауская, жоанская свиты), 5 — неопротерозойские базальты, риолиты и их туфы (юалинская и кшикринская свиты), неопротерозойские гнейсо-граниты, гранулиты, амфиболиты (айдалинский комплекс), 7 — мезо-неопротерозойские кварциты, сланцы, мраморы (борбасская и акбастауская свиты); 8 — серпентиниты и серпентинитовый меланж; 9 — раннепалеозойские гранитоиды; 10 — разрывные нарушения; 11 — точки отбора проб из кварцитов акбастауской свиты и их номера.

сланцевых сиалических массивов Центрального и Северного Казахстана и относить к протерозою [2, 3]. Оценки возраста этих свит также подкреплялись единичными геохронологическими данными по валовым пробам цирконов, а также редкими находками микрофитолитов [3]. Более низкое положение в структуре разреза фундамента Чуйского блока предполагалось для гнейсово-амфиболитовых образований айдалинской серии, которые рассматривались в качестве фрагментов раннекембрийского фундамента, на котором накапливались кварцито-сланцевые толщи [2, 3]. Однако работы последних лет позволили обосновать неопротерозойский (~800 млн лет) возраст этих метаморфических образований и их более высокое структурное поло-

жение относительно осадочных толщ [3]. Эти данные существенно меняют представления о расчленении докембрийских образований Чуйско-Кендыктасского массива и делают актуальной задачу определения нижнего возрастного предела накопления и источников сноса кварцито-сланцевых толщ.

Для этого нами были проведены U–Th–Pb LA–ICP–MS-исследования двух проб обломочных цирконов из кварцитов акбастауской свиты Чуйского блока, которые были отобраны на горе Акбастау (45°43'30,39" с.ш.; 71°34'54,34" в.д.) — проба БЕК-1715 и 8 км к юго-западу от горы Акбастау (45°41'43,6" с.ш.; 71°29'5,0" в.д.) — проба БЕК-1716 (рис. 1).

Цирконы, выделенные в ГИН РАН, были вмонтированы в эпоксидную смолу, а затем изучены в проходящем свете в режимах отражённых электронов и катодolumинесценции на СЭМ Vega 3 в ИГГД РАН, что позволило выявить внутреннюю структуру зёрен и выбрать наиболее подходящие участки для дальнейших исследований. U–Pb-датирование цирконов методом LA–ICP–MS выполнено в Институте наук о Земле Академии Синика, Тайпей, Тайвань, с использованием 193 нм ArF эксимерной системы лазерной абляции Photon Machines Analyte G2 с ICP-масс-спектрометром Agilent 7900 по методике [4]. Анализы проводились в точке с диаметром 35 мкм в течение 60 с после 60-секундных измерений фона. Калибровка выполнялась с использованием стандарта циркона GJ-1, для которого методом термоионизационной масс-спектрометрии с изотопным разбавлением (ID-TIMS) получена точная оценка возраста по  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$   $608,5 \pm 0,4$  млн лет ( $2\sigma$ ) и возраст по верхнему пересечению дискордии с конкордией  $608,5 \pm 1,5$  млн лет ( $2\sigma$ ) [7]. В качестве вторичных стандартов были использованы цирконы 91500 и PLS. В ходе измерений для стандарта 91500 по  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  были получены возрасты  $1066,0 \pm 6$ ,  $1065,1 \pm 7$ ,  $1068,5 \pm 8$  млн лет соответственно, а для стандарта PLS средневзвешенное значение возраста по  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  составило  $337 \pm 3$  млн лет ( $2\sigma$ , СКВО = 0,03, вероятность = 1,0). Полученные данные были обработаны с использованием программы GLITTER [11], для каждого зерна был рассчитан конкордатный возраст с использованием пакета программ Isoplot v. 4.15 [10]. Для построения гистограмм, кривых относительной плотности вероятности возрастов и вычисления максимумов были использованы только значения с конкордантностью, превышающей 95%.

Выполнены U–Th–Pb-исследования 187 зёрен циркона и получено 106 конкордантных оценок возраста (табл. 1). Использование программы OVERLAP-SIMILARITY свидетельствует о том, что распределение возрастов обломочных цирконов в про-

бах БЕК-1715 и БЕК-1716 можно считать статистически неразличимым (степень перекрытия — 0,600; сходства — 0,660). Такие степени сходства и перекрытия могут свидетельствовать о близких условиях осадконакопления и происхождении за счёт размыва единого или сходных источников сноса.

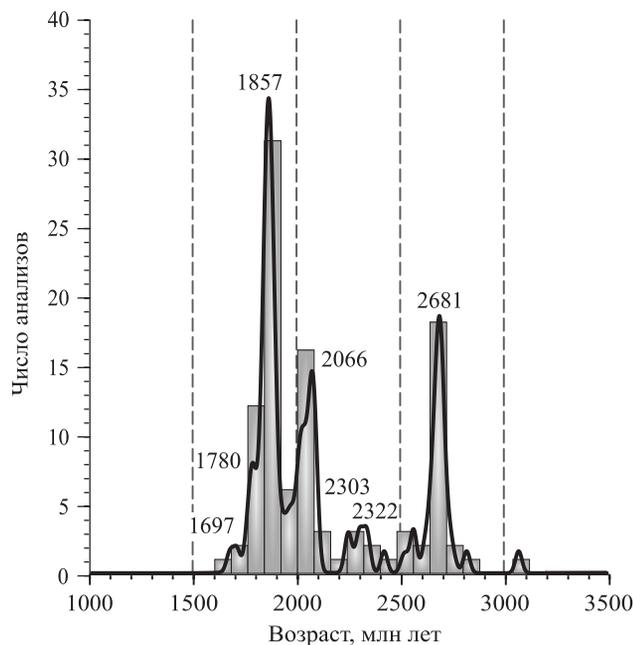
Конкордатные оценки возраста детритовых цирконов из проб БЕК-1715 и БЕК-1716 находятся преимущественно в интервале от 1672 до 2115 млн лет с максимумами 1697 (3 зерна), 1780 (8 зёрен), 1857 (32 зерна) и 2066 (14 зёрен) млн лет. Отдельные зёрна имеют оценки возраста в интервале от 2291 до 2332 млн лет со слабовыраженными максимумами 2303 (4 зерна) и 2322 (4 зерна) млн лет. Другая значительная популяция цирконов (16 зёрен) образует неоархейский интервал значений от 2608 до 2747 с максимумом 2681 млн лет (рис. 2).

Полученные данные позволяют предполагать, что накопление кварцито-сланцевых толщ Чуйского блока происходило за счёт эрозии комплексов палеопротерозойского и неоархейского возрастов. Источниками цирконов с возрастными ~1800 и ~2200–2300 млн лет могли являться магматические породы, аналоги которых участвуют в строении Срединно-Тяньшаньского [9] и Жельтавского массивов (Южный Казахстан) [5]. Комплексы неоархея на современном эрозионном срезе в западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса не обнажены, можно предполагать, что они были полностью эродированы или перекрыты более молодыми толщами и слагают погребённый фундамент Чуйско-Кендыктасского и других массивов Южного Казахстана и Срединного Тянь-Шаня.

Нижний возрастной предел накопления акбастаской свиты Чуйского блока, соответствующий наиболее молодой статистически значимой популяции цирконов, оценивается в 1,7 млрд лет. Полученные данные свидетельствуют, что в пределах Чуйско-Кендыктасского массива кварцито-сланцевые толщи являются более древними образованиями, чем гнейсоамфиболитовый комплекс айдалинской серии.

**Таблица 1.** Краткая характеристика проб, использованных для геохронологических LA–ICP–MS U–Th–Pb-исследований

№	Номер пробы	Количество проанализированных зёрен циркона	Количество конкордантных оценок возраста	Интервалы конкордантных оценок возраста, млн лет	Максимумы возрастов, млн лет
1	БЕК-1715	95	42	1743–1901 2608–2747	1773, 1860, 2687
2	БЕК-1716	92	64	1773–1935 1937–2115 2291–2332 2630–2713	1854, 2066, 2303, 2322, 2670



**Рис. 2.** График плотности вероятности и гистограмма распределения возрастов обломочных цирконов из кварцитов акбастауской свиты Чуйского блока. Для построения диаграмм использована программа Age Pick [6].

Таким образом, данные о возрастах обломочных цирконов кварцито-сланцевых толщ Чуйско-Кендыктасского массива позволяют считать, что их формирование происходило на континентальном основании домезопротерозойского возраста. В то время как накопление кварцито-сланцевых толщ сиалических массивов Северного и Центрального Казахстана происходило на фундаменте, сложенном в основном мезопротерозойскими комплексами, являвшимися также главными источниками кластического материала.

**Источники финансирования.** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 19–55–52001 МНТ\_а, 17–05–00357).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каныгина Н.А., Третьяков А.А., Ковач В.П., Дегтярев К.Е., Ван К.Л., Котов А.Б. Первые результаты изучения обломочных цирконов из позднекембрийских кварцито-сланцевых толщ Актау-Моинтинского массива (Центральный Казахстан) // ДАН. 2018. Т. 479. № 3. С. 293–297.

2. Филатова Л.И. Стратиграфия и историко-геологический анализ метаморфических толщ докембрия Центрального Казахстана. М.: Недра, 1983. 160 с.
3. Чу-Илийский рудный пояс: Геология Чу-Илийского региона. Алма-Ата: Наука, 1980. 504 с.
4. Chiu H.-Y., Chung S.-L., Wu F.-Y., Liu D., Liang Y.-H., Lin I.-J., Iizuka Y., Xie L.-W., Wang Y., Mei-Fei Chu M.-F. Zircon U-Pb and Hf Isotopic Constraints from Eastern Transhimalayan Batholiths on the Precollisional Magmatic and Tectonic Evolution in Southern Tibet // Tectonophysics. 2009. V. 477. P. 3–19.
5. Degtyarev K., Yakubchuk A., Tretyakov A., Kotov A., Kovach V. Precambrian Geology of the Kazakh Uplands and Tien Shan: An Overview // Gondwana Res. 2017. V. 47. P. 44–75.
6. Gehrels G.E. Detrital Zircon U-Pb Geochronology: Current Methods and New Opportunities. In: Busby C., Azor A. (Eds). Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances. Wiley-Blackwell, Chichester, UK, 2012. P. 47–62.
7. Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A. The Application of Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry to in situ U-Pb-Zircon Geochronology // Chem. Geol. 2004. V. 211. P. 47–69.
8. Kovach V., Degtyarev K., Tretyakov A., Kotov A., Tolmacheva E., Wang K.-L., Chung S.-L., Lee H.-Y., Jahn B.-M. Sources and Provenance of the Neoproterozoic Placer Deposits of the Northern Kazakhstan: Implication for Continental Growth of the Western Central Asian Orogenic Belt // Gondwana Res. 2017. V. 47. P. 28–43.
9. Kröner A., Alexeiev D.V., Kovach V.P., Rojas-Agramonte Y., Tretyakov A.A., Mikolaichuk A.V., Xie H., Sobel E.R. Zircon Ages, Geochemistry and Nd Isotopic Systematics for the Palaeoproterozoic 2.3 to 1.8 Ga Kuilyu Complex, East Kyrgyzstan — the Oldest Continental Basement Fragment in the Tianshan Orogenic Belt // J. Asian Earth Sci. 2017. V. 135. P. 122–135.
10. Ludwig K.R. Isoplot V. 4.15. Geochronological Toolkit for Microsoft Excel // Berkeley Geochronol. Center, Spec. Publ. 2008. № 4. 76 p.
11. Van Achterbergh E., Ryan C.G., Jackson S.E., Griffin W.L. LA-ICP-MS in the Earth Sciences — Appendix 3, Data Reduction Software for LA-ICP-MS. In: Short Course. Canada: St. John's Mineral. Assoc. 2001. V. 29. P. 239–243.

**FIRST RESULTS OF DATING DETRITAL ZIRCONS  
FROM THE LATE PRECAMBRIAN QUARTZITE-SCHIST SEQUENCES  
OF CHU BLOCK (SOUTHERN KAZAKHSTAN)**

**N. A. Kanygina<sup>1</sup>, A. A. Tretyakov<sup>1</sup>, Corresponding Member of the RAS K. E. Degtyarev<sup>1</sup>,  
K.-N. Pang<sup>2</sup>, H.-Y. Lee<sup>2</sup>, J. V. Plotkina<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan*

<sup>3</sup>*Institute of Precambrian Geology and Geochronology, Russian Academy of Sciences,  
Saint-Petersburg, Russian Federation*

Received April 19, 2019

U–Pb geochronological studies of detrital zircons from quartzite-schist sequences of the Akbastau Formations of the Chu block (northwest of the Chu-Kendyktas terrane, Southern Kazakhstan) have been provided. The concordant ages of detrital zircons are predominantly within the intervals of 1672–2115 Ma with peaks at 1697, 1780, 1857 and 2066 Ma. Individual zircon grains display ages of 2291–2332 Ma with peaks at 2303 and 2322 Ma. Neoproterozoic ages 2608–2747 with peak at 2681 Ma characterize another significant zircon population. The lower limit of deposition for the Akbastau Formations of the Chu block, corresponding to the youngest statistically significant zircon population, is estimated at 1.7 billion years.

*Keywords:* Central Asian Orogenic Belt, Southern Kazakhstan, Chu block, detrital zircons, U–Pb dating.