

УДК 551.24;550.4.08

## ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ И НЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ КВАРЦИТЫ КИРГИЗСКОГО СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ: ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДАТИРОВАНИЯ ОБЛОМОЧНЫХ ЦИРКОНОВ

© 2020 г. Д. В. Алексеев<sup>1,\*</sup>, А. К. Худолей<sup>2</sup>, С. Э. Дюфрейн<sup>3</sup>

Представлено академиком РАН К. Е. Дегтяревым 20.01.2020 г.

Поступило 22.01.2020 г.

После доработки 04.02.2020 г.

Принято к публикации 06.02.2020 г.

По результатам датирования обломочных цирконов выделяется два уровня накопления протерозойских кварцитов в Северном Тянь-Шане. Кварциты макбальской свиты в Макбальском антиклинории имеют максимальный возраст 1.7 млрд лет и отражают древнейший этап накопления кварцито-сланцевых толщ в западных областях Центрально-Азиатского складчатого пояса. Кварциты оввской свиты в Макбальском антиклинории и джелдысуйской свиты в Бурханском антиклинории имеют одинаковые максимальные возрасты около 1.0 млрд лет. Распределения возрастов цирконов в них идентичны и неотличимы от распределений в неопротерозойских кварцитах Северного Казахстана. Оввская, джелдысуйская свиты и кварциты Северного Казахстана имели общие источники сноса и, видимо, представляют единый стратиграфический уровень. Резкие различия возрастов цирконов свидетельствуют о том, что микроконтиненты Кокчетав–Северо-Тяньшаньской группы представляли независимый массив по отношению к континентальным блокам Срединного Тянь-Шаня и Тарима.

*Ключевые слова:* обломочные цирконы, датирование, кварцит, протерозой, Тянь-Шань

**DOI:** 10.31857/S2686739720040015

Кварцевые песчаники и кварциты представляют продукты длительного выветривания, в процессе которого уничтожаются все неустойчивые компоненты и сохраняются только обломки кварца. Формирование этих толщ происходит в пределах континентальных блоков на значительном удалении от горных сооружений и, как правило, отражает периоды тектонической стабилизации континентальных массивов. В западных областях Центрально-Азиатского складчатого пояса кварциты распространены в пределах докембрийских микроконтинентов Казахстана, Северного и Срединного Тянь-Шаня [1].

В киргизском Северном Тянь-Шане (СТШ) кварцитовые толщи развиты в Макбальском и Бурханском антиклинориях, протягивающихся от западного окончания Киргизского хребта до

района южнее оз. Иссык-Куль (рис. 1). В Киргизском хребте кварциты локализируются на двух уровнях. Нижнему уровню отвечают кварциты макбальской свиты, развитые в ядре Макбальского антиклинория [2]. Более высокому структурному уровню отвечают кварциты оввской свиты, обнажающиеся на северо-восточном крыле этого антиклинория. В Бурханском антиклинории аналогом оввской свиты считаются кварциты джелдысуйской свиты. Кварциты макбальской свиты ассоциируют с кварц–гранат–сланцевыми–сланцами и вмещают тела эклогитов. Уровень метаморфизма пород оввской и джелдысуйской свит не превышает зеленосланцевой фации [2].

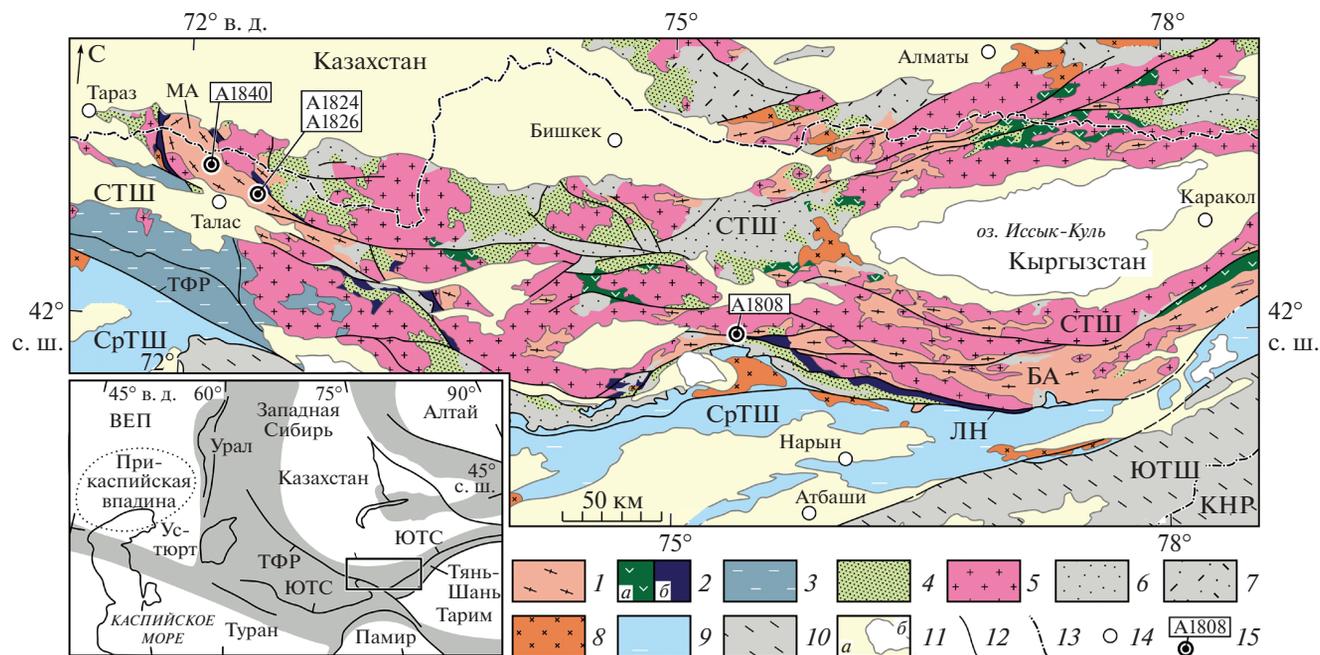
Проведившееся ранее U–Pb (TIMS) датирование фракций цирконов из кварцитов макбальской свиты позволило рассчитать изохрону с верхним пересечением  $2025 \pm 19$  млн лет, проинтерпретированную как вероятный возраст метаморфического события и перезапуска U–Pb изотопной системы в цирконах [2]. Оввская и джелдысуйская свиты ранее не датировались. Различными авторами они относились как к докембрию, так и к нижнему палеозою на основании определений проблематичных окаменелостей в нижележащих карбонатных породах [4, 5].

<sup>1</sup> Геологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербурге, Россия

<sup>3</sup> Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canada

\*E-mail: dvalexieiev@mail.ru



**Рис. 1.** Геологическая карта Северного Тянь-Шаня (СТШ) по [3] с изменениями. 1–7 – СТШ: 1 – толщи докембрия, кембрия и нижнего ордовика; 2 – кембрийские и нижнеордовиковские вулканиты континентального блока (а), и океанической дуги и офиолитов Киргизско-Терской зоны (б); 3 – неопротерозойские и нижнепалеозойские отложения Каратау-Таласского зоны; 4 – терригенные и вулканические толщи ордовика и силура; 5 – гранитоиды ордовика и силура; 6–7 – девон, карбон и пермь; 6 – терригенные отложения, 7 – вулканиты; 8 – гранитоиды девона, карбона и перми; 9 – Срединный Тянь-Шань; 10 – Южный Тянь-Шань; 11 – мезозой и кайнозой (а), водоемы и ледники (б); 12 – разломы; 13 – государственная граница; 14 – города; 15 – пробы и их номера. На врезке – положение СТШ в структуре Урало-Монгольского пояса. Сокращения: МА – Макбальский антиклинорий, БА – Бурханский антиклинорий, СТШ, СрТШ и ЮТШ – Северный, Срединный и Южный Тянь-Шань соответственно, ТФР – Таласо-Ферганский разлом, ЛН – Линия Николаева, ЮТС – Южно-Тянь-Шаньская сатура, ВЕР – Восточно-Европейская платформа, КНР – Китайская Народная Республика.

С целью уточнения возрастов и корреляции кварцитовых толщ СТШ нами изучены цирконы в четырех пробах из кварцитов макбальской, оввской и джелдысуйской свит. U-Pb датирование цирконов производилось в университете Эдмонта (Канада) методом LA-ICP-MS. Во всех образцах датировалось по 130 зерен, но далее рассматривались только значения возраста с дискордантностью менее 10% и не требующие поправок на обыкновенный свинец. Возраст цирконов рассчитывался по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Результаты датирования представлены на рис. 2, где также указаны значения возраста всех статистически значимых максимумов, рассчитанных в AgePick [6] и образованных тремя и более зернами.

**Макбальская свита** опробована в центральной части Макбальского антиклинория (рис. 1). Образец А-1840 ( $42^{\circ}41'59''$  с.ш.  $72^{\circ}09'29''$  в.д.) представляет собой белый полосчатый среднезернистый кварцит, состоящий на 100% из обломков кварца. В шлифах наблюдаются неровные границы и взаимные прорастания обломков, отражающие существенный метаморфизм пород. Из 117 зерен циркона, вынесенных на диаграмму,

91 зерно имеют палеопротерозойские возрасты, образующие доминирующий максимум около 1840 млн лет, и 26 – архейские возрасты, образующие два незначительных пика (рис. 2а).

**Оввская свита** опробована на северо-восточном фланге Макбальского антиклинория (рис. 1) в стратотипическом разрезе по саю Овва. Образцы А-1826 ( $42^{\circ}35'54''$  с.ш.  $72^{\circ}26'41''$  в.д.) и А-1824 ( $42^{\circ}36'27''$  с.ш.  $72^{\circ}27'16''$  в.д.), отобранные, соответственно, из нижней и верхней подсвит, представляют собой мелкозернистые плитчатые кварциты коричневой и светло-серой окраски. Породы состоят на 90–95% из обломков кварца с небольшой примесью измененных полевых шпатов и обломков пород. В образце А-1826 из 101 зерна мезопротерозойский возраст имеют 83 зерна, палеопротерозойский – 15 и архейский – 3 зерна. Выделяются максимумы с возрастными значениями 1108, 1231, 1341, 1390, 1458 и 1667 млн лет (рис. 2б). В образце А-1824 из 118 зерен в 106 зафиксирован мезопротерозойский возраст, в 6 – палеопротерозойский и в 6 – архейский возраст. Выделяются максимумы со значениями возраста 1122, 1228, 1373, 1455 и 1658 млн лет (рис. 2в).

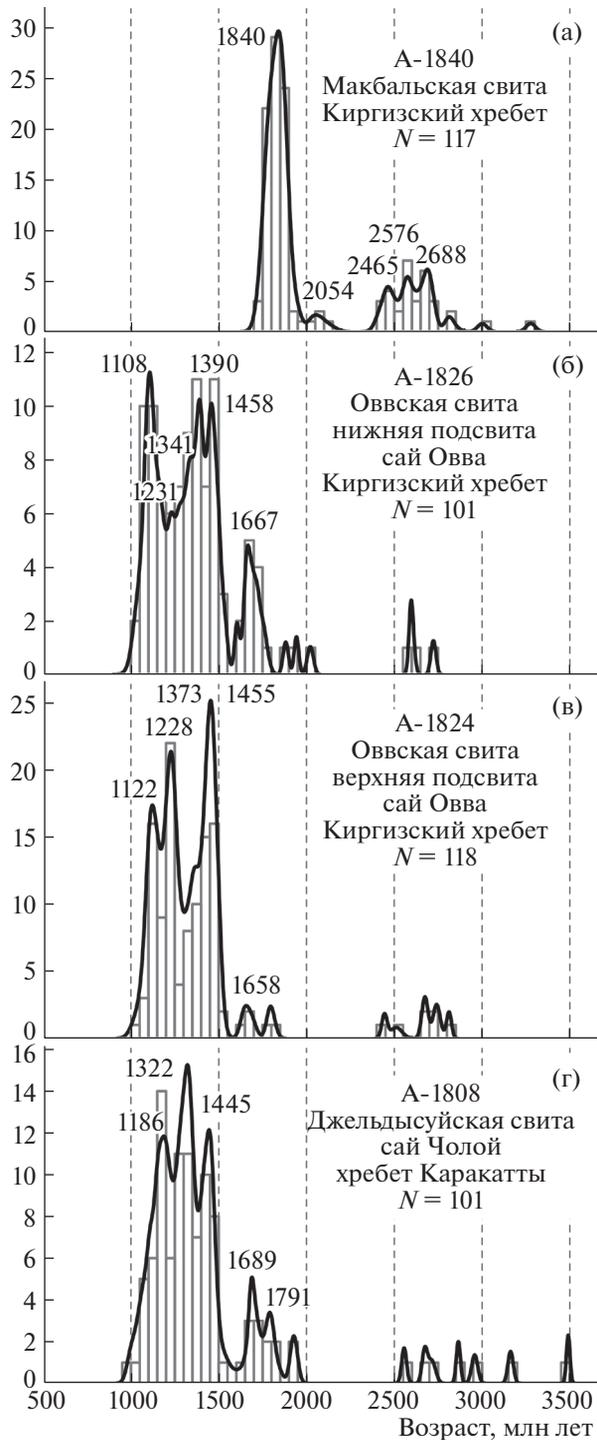


Рис. 2. Распределение значений U-Pb возрастов обломочных цирконов в кварцитах макбальской, оввской и джельдысуйской свит Северного Тянь-Шаня.

Джельдысуйская свита опробована на западе Бурханского антиклинория в хр. Каракатты (рис. 1). Образец А-1808 (41°59'50" с.ш. 75°27'03" в.д.) представляет собой мелко-среднезернистый неяснослоистый желтовато-серый кварцит, содер-

жащий 85–90% обломков кварца и 10–15% обломков измененных полевых шпатов и других горных пород. На диаграмму вынесены значения для 101 зерна, из которых 81 имеют мезопротерозойский возраст, 13 – палеопротерозойский

и 7 – архейский возраст. Выделяются максимумы со значениями возраста 1186, 1322, 1445, 1689 и 1791 млн лет (рис. 2г).

В большинстве зерен во всех четырех пробах на микрофотографиях в режиме катодолюминесценции видна тонкая, контрастная зональность, характерная для магматических цирконов. О магматическом происхождении свидетельствуют также низкие ( $<10$ ) U/Th-отношения у подавляющего большинства зерен. Метаморфические каймы и обрастания зерен отсутствуют. Эти черты, как и распределения значений возраста с многочисленными максимумами (рис. 2) свидетельствуют о том, что изученные образцы не претерпевали метаморфизма, достаточного для перезапуска U-Pb изотопной системы в цирконах. Значения возраста цирконов, следовательно, характеризуют источники сноса, но не время метаморфизма кварцитов.

Отсутствие цирконов со значениями возраста менее 1727 млн лет в кварцитах макбальской свиты (A-1840) и обилие намного более молодых цирконов в развитой здесь же оввской свите (A-1826 и A-1824) предполагает, что эти две толщи представляют собой два разновозрастных уровня. Совместно с гранат–слюдяными–сланцами вышележащей нельдинской свиты, имеющей близкий возраст наиболее молодого кластера цирконов [7], кварциты макбальской свиты отражают древнейший, вероятно, палеопротерозойский этап накопления кварцито–сланцевых толщ в западных областях Центрально-Азиатского складчатого пояса.

Согласно тесту Колмогорова–Смирнова, распределения значений возраста цирконов в кварцитах оввской и джелдысуйской свит (образцы A1808, A1824, A1826) являются статистически неразличимыми – величина  $P$  колеблется в пределах 0.7–0.8. Высокое сходство свидетельствует о том, что цирконы происходят из одного источника и предполагает близкие возраста накопления толщ. В этих образцах датировано лишь одно зерно с возрастом 999 млн лет, а возраст основной массы цирконов составляет 1030 млн лет и древнее. Отсутствие более молодых цирконов, широко представленных в неопротерозойских и палеозойских отложениях СТШ [8], предполагает, что накопление оввской и джелдысуйской свит происходило в конце мезопротерозоя или раннем неопротерозое.

Сравнение полученных распределений значений возраста цирконов в оввской и джелдысуйской свитах и в неопротерозойских кварцитах Северного Казахстана [9] по тесту Колмогорова–Смирнова также указывает, что они статистически неразличимы. В обоих регионах кварциты имеют общий источник сноса и, по-видимому, представляют собой единый стратиграфический

уровень. Сравнение возрастов обломочных цирконов показывает также, что микроконтиненты Кокчетав–Северо-Тяньшаньской зоны представляли самостоятельный докембрийский массив по отношению к докембрийским блокам Срединного Тянь-Шаня и Тарима, где наблюдаются принципиально иные распределения возрастов [10].

## ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 17–05–00267 и 20–05–00252.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Degtyarev K.E., Yakubchuk A.S., Tretyakov A.A., et al. Precambrian Geology of the Kazakh Uplands and the Tien Shan: An Overview // *Gondwana Res.* 2017. V. 47. P. 44–75.
2. Бакиров А.Б., Гесь М.Д., Дженчураева Р.Д. и др. Геодинамика и оруденение Тянь-Шаня (Кыргызстан). Бишкек: Илим, 2014.
3. Alexeiev D.V., Kröner A., Kovach V.P., et al. Evolution of Cambrian and Early Ordovician Arcs in the Kyrgyz North Tianshan: Insights from U-Pb Zircon Ages and Geochemical Data // *Gondwana Res.* 2019. V. 66. P. 93–115.
4. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. Ред. Осмонбетов К.О. Т. 1. Фрунзе: Илим, 1982.
5. Клишевич В.Л., Семилеткин С.А. Терригенно-карбонатные комплексы нижнего палеозоя западной части Северного и Среднего Тянь-Шаня // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70. Вып. 2. С. 59–74.
6. Gehrels G. Detrital Zircon U-Pb Geochronology: Current Methods and New Opportunities / Busby C., Azor A. (eds.). *Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances.* Chapter 2. Blackwell Publishing. 2012. P. 47–62.
7. Degtyarev K.E., Ryzantsev A.V., Tretyakov A.A., et al. Neoproterozoic–Early Paleozoic Tectonic Evolution of the Western Part of the Kyrgyz Ridge (Northern Tian Shan) Caledonides // *Geotectonics.* 2013. V. 47. № 6. P. 377–417.
8. Rojas-Agramonte Y., Kröner A., Alexeiev D.V., et al. Detrital and Igneous Zircon Ages for Supracrustal Rocks of the Kyrgyz Tianshan and Palaeogeographic Implications // *Gondwana Res.* 2014. V. 26. № 3–4. P. 957–974.
9. Kovach V., Degtyarev K., Tretyakov A., et al. 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.
10. Худoley А.К., Алексеев Д.В., Дюфрейн С.Э. и др. Новые данные о возрастах обломочных цирконов из кокджотской серии и большекаройской свиты Малого Карагау (Южный Казахстан) // ДАН. 2018. Т. 479. № 2. С. 179–182.

## PALEOPROTEROZOIC AND NEOPROTEROZOIC QUARTZITES OF THE KYRGYZ NORTH TIANSCHAN: AGE DETERMINATION ACCORDING TO THE RESULTS OF DETRITAL ZIRCON DATING

**D. V. Alexeiev<sup>a,#</sup>, A. K. Khudoley<sup>b</sup>, and S. A. DuFrane<sup>c</sup>**

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

<sup>b</sup> *St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation*

<sup>c</sup> *Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canada*

<sup>#</sup> *E-mail: dvalexiev@mail.ru*

Presented by Academician of the RAS K.E. Degtyarev January 20, 2020

LA-ICP-MS U-Pb dating of detrital zircons reveals two levels of accumulation of Proterozoic quartzites in the Kyrgyz North Tianshan. The quartzites of the Makbal Fm. in the core of the Makbal anticlinorium have a maximum depositional age of 1.7 Ga and characterize the oldest stage of accumulation of quartzites in the western Central Asian Orogenic Belt. Quartzites of the Ovva Fm. in the northeastern limb of the Makbal anticlinorium and Djeldysu Fm. in the Burkhan anticlinorium have the same maximum depositional ages of ca. 1.0 Ga. Distributions of detrital zircon ages in these two formations are identical and indistinguishable from detrital zircon age distributions in the Neoproterozoic quartzites of the North Kazakhstan. The latter three quartzitic units have common provenance and, apparently, represent the same stratigraphic level. Comparison of detrital zircon ages indicates that Precambrian microcontinents of the Kokchetav-North Tianshan zone represented independent massifs with respect to continental blocks of the Middle Tianshan and Tarim Craton.

*Keywords:* detrital zircons, dating, quartzite, Proterozoic, Tianshan