

УДК 551.24(571.51)+552.51+550.93

ПОГОРЮЙСКАЯ СВИТА ПРОТЕРОЗОЯ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА: ВОЗРАСТ И ИСТОЧНИКИ СНОСА ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНОГО U–Pb-ДАТИРОВАНИЯ ОБЛОМОЧНЫХ ЦИРКОНОВ

Н. С. Прияткина^{1, 2, *}, Н. Б. Кузнецов^{3, 5}, С. В. Рудько³, А. В. Шаццло⁴,
А. К. Худолей¹, Т. В. Романюк⁴, член-корреспондент РАН А. В. Маслов⁶

Поступило 11.09.2018 г.

Приведены результаты изотопного U–Pb-датирования обломочных цирконов из песчаников погорюйской свиты протерозоя северной и южной частей Восточно-Ангарского блока Енисейского кряжа. В песчаниках северной части доминируют архейские, палеопротерозойские популяции обломочных цирконов. В образцах южной части присутствует до 25% мезопротерозойских зёрен. Датировки обломочных цирконов позволяют ограничить максимальный возраст погорюйской свиты и определить интервал её формирования в 1,2–0,9 млрд лет. Рассмотрены палеогеографические особенности формирования отложений погорюйской свиты в контексте существующих представлений о положении Сибири в составе суперконтинента Родиния.

Ключевые слова: Сибирская платформа, Енисейский кряж, рифей, погорюйская свита, обломочные цирконы, U–Pb-датирование.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524842195-199>

Енисейский кряж (ЕК) — реликт крупнейшего протерозойского орогена [1, 2], что делает его одной из ключевых структур для расшифровки позднедокембрийской геодинамической эволюции западной окраины Сибирского кратона (СК). В строении ЕК традиционно выделяют северную (Заангарская) и южную (Ангаро-Канская) части [1, 3]. С запада на восток Заангарье включает Исаковский, Центральнo-Ангарский, Восточно-Ангарский блоки [1]. Последний принято рассматривать как деформированный фрагмент позднедокембрийской пассивной окраины Сибири. Объект нашего исследования — песчаники типового разреза погорюйской свиты сухопитской серии Иркинeевского поднятия, расположенного в южной части Восточно-Ангарского блока (рис. 1).

Погорюйская свита — верхний элемент крупной проградационной терригенной последовательности [4], согласно перекрытой карбонатными отложениями (свита Карточка и др.). Погорюйская свита начинает разрез верхнего докембрия Иркинeевского поднятия, её контакт с более древними образованиями не обнажён. В описываемом районе погорюйская свита (мощность не менее 1 км) представлена силикокластическими темпеститами и реже турбидитами. Наличие темпеститов, содержащих текстуры штормового генезиса, и переход к строматолитовым карбонатным фациям вверх по разрезу свидетельствуют о том, что формирование отложений погорюйской свиты происходило преимущественно в обстановках открытого шельфа СК. К–Аг-датировки глауконита из песчаников погорюйской свиты (~1110 млн лет) [5, 6] и хемотратиграфическая характеристика согласно перекрывающих её карбонатных свит Иркинeевского поднятия [7, 8] свидетельствуют о том, что отложения погорюйской свиты накапливались в конце мезопротерозоя — начале неопротерозоя.

Западнее, внутри Центральнo-Ангарской зоны, традиционно относимые к сухопитской серии метаморфизованные вплоть до зеленосланцевой фации отложения, прорваны тейским гранитоидным комплексом [9], U–Pb-изотопный возраст которого равен ~865 [3] или ~1100 и ~865 млн лет [9]. В связи с тем, что

¹Институт наук о Земле
Санкт-Петербургского государственного университета

²University of Newcastle, Australia

³Геологический институт Российской Академии наук, Москва

⁴Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта
Российской Академии наук, Москва

⁵Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
им. И.М. Губкина, Москва

⁶Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения Российской Академии наук,
Екатеринбург

*E-mail: nadezda.priyatkina@gmail.ru

Центрально-Ангарскую зону некоторые исследователи считают отдельным террейном, находившимся на момент формирования тейских гранитоидов на удалении от Сибири [1], верхнее ограничение возраста погорюйской свиты по прорывающим гранитам спорно.

Изотопные U–Pb-датировки обломочных цирконов (dZr) получены нами по трем пробам песчаников погорюйской свиты, одна из которых (K-14-014) отобрана в северной части Заангарья [10], а две другие — результаты исследования которых приведены ниже, взяты из южной части Заангарья. Новые пробы R-15-013, R-15-016 отобраны в типовом разрезе погорюйской свиты на левом берегу р. Иркинеева, в 1 и 2 км ниже по течению от скалы Карточка соответственно. Проба R-15-016 характеризует среднюю, а проба R-15-013 — верхнюю подсвиту погорюйской свиты, мощность интервала между точками отбора проб 870 м.

Изотопное U–Pb-исследование dZr выполнено в университете Ньюкасла (Австралия), технические детали аппаратуры, геохимических стандартов, методика в [10]. Результаты исследования dZr из проб K-14-014, R-15-013 и R-15-016 на рис. 2.

Среди dZr, выделенных из пробы K-14-014, зафиксированы две главные популяции (приведены на рис. 2): архейская (3,0–2,5) и палеопротерозойская (2,1–1,8 млрд лет). При этом большинство зёрен имеет возраст ~1,9 млрд лет, причём не обнаружено ни одного зерна с возрастом 2,2–2,4 млрд лет, как и мезопротерозойских цирконов. Возраст трёх самых молодых зёрен 1596 ± 53 , 1823 ± 43 , 1838 ± 54 млн лет.

Возрастные наборы dZr из проб R-15-013, R-15-016 (рис. 2) имеют очевидное сходство, подтверждаемое результатами K–S-теста (табл. 1). В пробе R-15-013 содержание мезопротерозойских цирконов 12, палеопротерозойских 67, архейских 21%, а в пробе R-15-016 содержание мезопротерозойских, палеопротерозойских, архейских цирконов 25, 60, 40% соответственно. При этом максимумы кривых плотности вероятности (КПВ) на отметках 2675, 1855, 1483, 1468 млн лет по двум пробам совпадают в пределах ошибки измерений (рис. 2). Популяции цирконов из обеих проб включают

Таблица 1. Результаты теста Колмогорова–Смирнова (p-параметр K–S-теста)

Номер пробы	K-14-014	R-15-016	R-15-015
K-14-014		0,158	0,000
R-15-016	0,158		0,070
R-15-015	0,000	0,070	

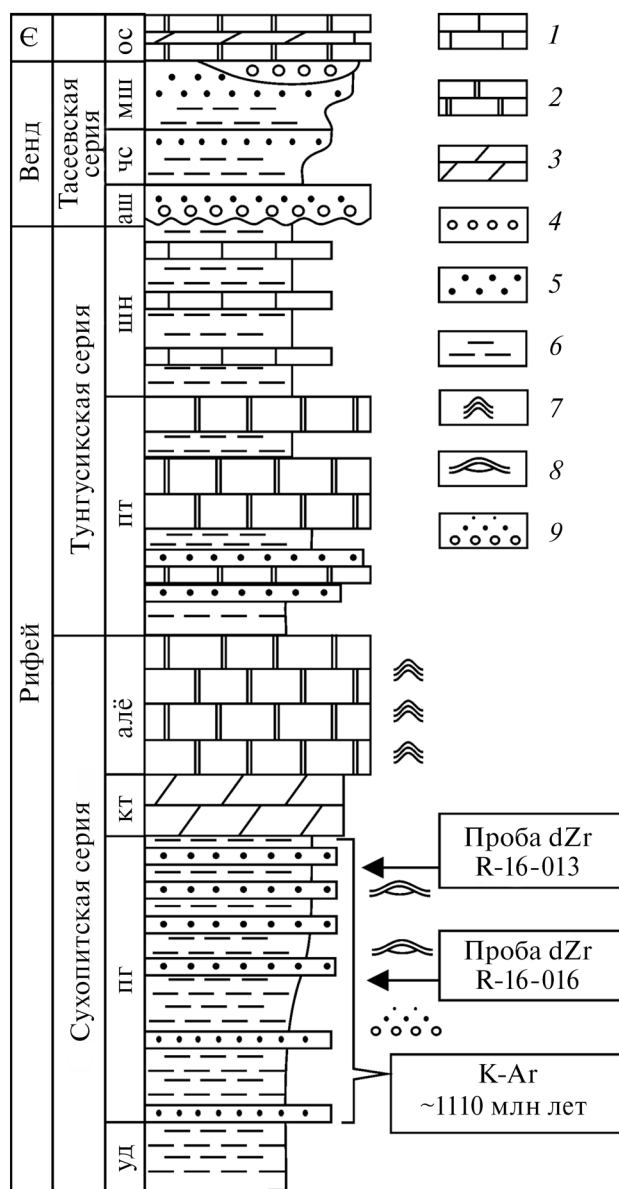


Рис. 1. Схематичный стратиграфический разрез верхнедокембрийских образований Иркинеевского поднятия. 1 — известняки, 2 — доломиты, 3 — доломитовые и известковые мергели, 4 — конгломераты, 5 — песчаники, 6 — алевролиты, аргиллиты; 7–9 — структурно-текстурные особенности пород (7 — строма-толитовые постройки биогермы), 8 — бугорчатая штормовая слоистость, 9 — градиционная слоистость в турбидитах. Сокращения названий свит на стратиграфической колонке: уд — удерейская, пг — погорюйская, кт — скалы Карточки, алё — аладинская, пт — потоскуйская, шн — шунтарская, аш — аleshинская, чс — чистяковская, мш — мошакская, ос — островная.

идиоморфные (~60% в пробе R-15-013; ~30% в пробе R-15-016) зональные кристаллы и зёрна округлые без осцилляционной зональности; корреляция между морфологией dZr и их изотопными возрастными отсутствием. Средневзвешенный изотопный U–Pb-возраст трёх самых молодых зёрен циркона в пробах песчаников из средней

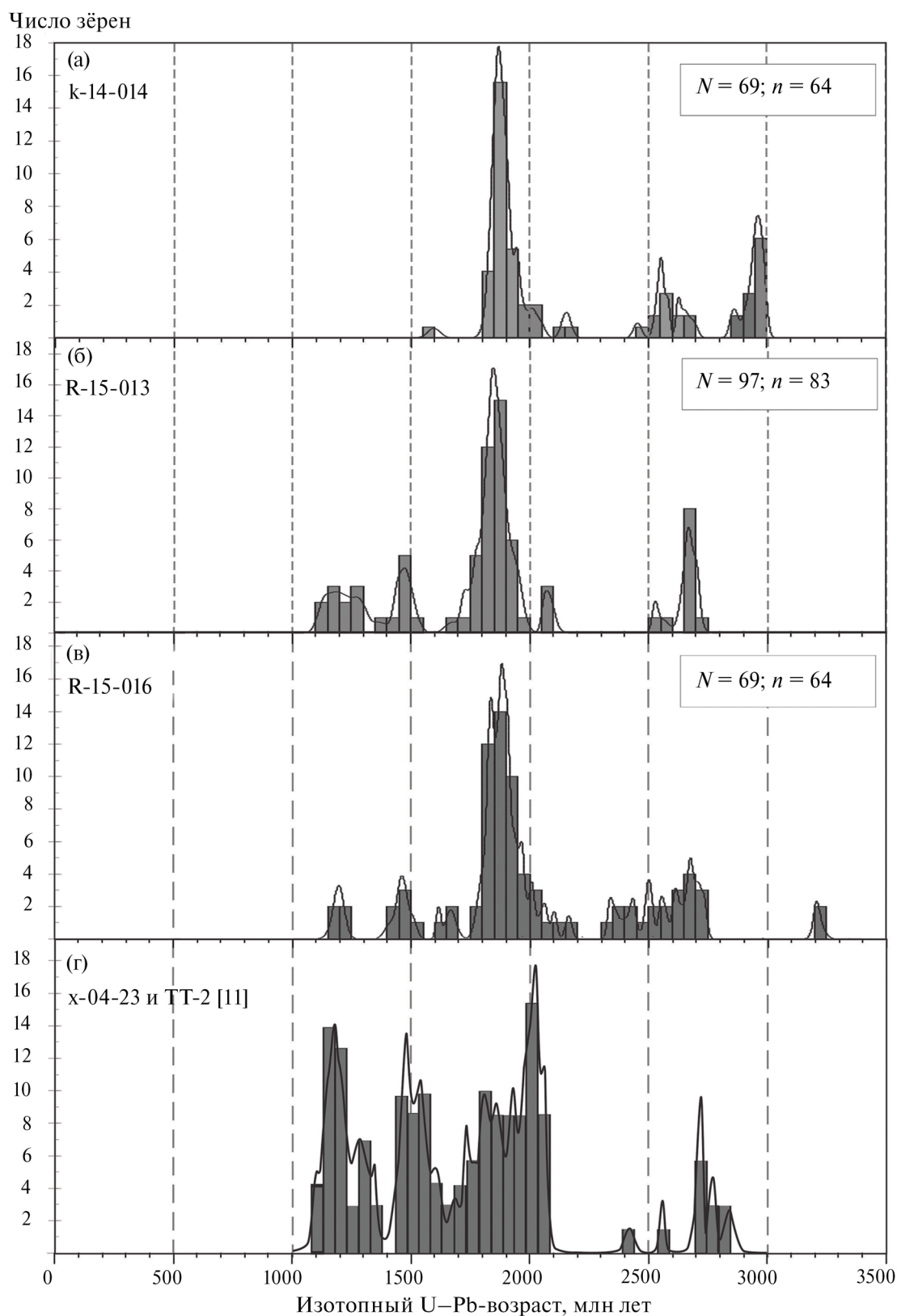


Рис. 2. Распределение возрастов обломочных цирконов из песчаников, относимых к керпильскому горизонту рифея: погорьуйской свиты Восточно-Ангарского блока Заангарской части Енисейского кряжа (а–в, настоящее исследование) и песчаников хр. Сетте-Дабан (юго-восточная складчатая периферия Сибирской платформы (г, из [11]): N — общее количество проанализированных зёрен, n — количество зёрен с дискондантностью $< 10\%$.

и верхней подсвит погорюйской свиты 1191 ± 49 (СКВО = 0,6) и 1140 ± 61 млн лет (СКВО = 0,12) соответственно. Приведённые датировки служат новым максимальным ограничением времени начала накопления отложений средней подсвиты погорюйской свиты на юге Восточно-Ангарского блока Заангарья. Из сказанного следует, что с учётом всех имеющихся данных время накопления погорюйской свиты остаётся ограничено весьма широким интервалом времени (1,2–0,9 млрд лет).

Спектры возрастов dZr из проб песчаников погорюйской свиты северной и южной частей Восточно-Ангарского блока Заангарья имеют существенное качественное различие (рис. 2). На юге среди dZr зафиксирована значительная доля зёрен с мезопротерозойскими (1600–1150 млн лет) возрастными, что делает популяцию обломочных цирконов схожей с теми, что выявлены в близких по возрасту песчаниках Сетте-Дабана и арктической Канады (рис. 2) [11, 12]. В песчаниках погорюйской свиты севера Восточно-Ангарского блока зёрна циркона с такими возрастными отсутствуют. Необходимо отметить, что мезопротерозойские кристаллические комплексы, которые могли бы служить источниками dZr, на западе Сибирской платформы не распространены, и, следовательно, цирконы с такими возрастными — экзотические для СК. Более древние части возрастного спектра dZr из погорюйских песчаников северной и южной частей Восточно-Ангарского блока Заангарья идентичны между собой и со спектром распределения возрастов цирконов из магматических формаций фундамента СК [10]. Это подтверждает предположение о формировании погорюйской свиты на пассивной континентальной окраине СК ([13] и др.) преимущественно за счёт накопления продуктов разрушения слагающих СК архейско-палеопротерозойских комплексов.

Отмеченные особенности возрастных спектров dZr из песчаников погорюйской свиты ЕК можно объяснить, исходя из известных палеоконтинентальных реконструкций: в конце мезопротерозоя СК был частью суперконтинента Родиния, причём его южная окраина (здесь и ниже современные координаты) сочленялась с северной окраиной Лаврентии, где магматические комплексы мезопротерозойского возраста имеют существенное распространение (например [12, 14]). Вероятно, dZr с мезопротерозойскими возрастными могли поступать в область седиментации, существовавшую в пределах современного ЕК, между 1,2 и 0,9 млрд лет назад, напрямую с кратона Лаврентия, как это предполагают для

близковозрастных песчаников Сетте-Дабана [12]. При этом качественные различия в возрастных спектрах dZr из песчаников погорюйской свиты южной и северной частей Восточно-Ангарского блока Заангарья могут быть объяснены тем, что эти части находились по разные стороны от устья Иркинееско-Котуйского авлакогена [15], служившего препятствием для перемещения лаврентийской силикокластики на север вдоль западной окраины Сибири. Точное расположение источников сноса dZr мезопротерозойского возраста в песчаники погорюйской свиты требует дополнительных исследований.

Работа выполнена в соответствии с планами фундаментальных исследований ГИН РАН (тема 0135–2016–0009 — Н. Б. Кузнецов и 0135–2016–0004 — С. В. Рудько). Синтез материалов по ЕК, сбор каменного материала, его подготовка к аналитическим исследованиям и обработка изотопных анализов проведены при финансовой поддержке РНФ (№ 14–27–00058), Минобрнауки России (договор № 14.Z50.31.0017 ИФЗ РАН) и гранта СПбГУ 3.38.137.2014. Проведение изотопных исследований выполнено при поддержке Australian Research Council grant ARC DP 120104004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верниковский В.А., Метелкин Д.В., Верниковская А.Е., Матушкин Н.Ю., Казанский А.Ю., Кадильников П.И., Романова И.В., Вингейт М.Т.Д., Ларионов А.Н., Родионов Н.В. // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 1. С. 63–90.
2. Лиханов И.И., Ножкин А.Д., Ревердатто В.В., Козлов П.С. // Геотектоника. 2014. № 5. С. 32–53.
3. Vernikovsky V.A., Vernikovskaya A.E., Wingate M.T.D., Popov N.V., Kovach V.P. // Precamb. Res. 2007. V. 154. P. 175–191.
4. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и её складчатого обрамления / Под ред. Н.В. Мельникова Новосибирск: Гео, 2005. Кн. 1. 428 с.
5. Волобуев М.И., Зыков С.И., Ступникова С.И. Проблемы современной геохронологии. М.: Наука, 1976. С. 96–123.
6. Кириченко В.Т., Зуев В.К., Перфилова О.Ю., Сосновская О.В., Смокотина И.В., Маркович Л.А., Бородин В.П., Миронюк Е.П. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1 : 1 000 000 (третье поколение). Сер. Ангаро-Енисейская. Лист О-47—Братск. Объясн. зап. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2012. 470 с.
7. Вишневская И.А., Кочнев Б.Б., Летникова Е.Ф., Кузнецов А.Б., Прошенкин А.И. // ДАН. 2012. Т. 443. № 4. С. 459–463.

8. Хабаров Е. М., Пономарчук В. А., Морозова И. П., Травин А. П. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 6. С. 20–40.
9. Ножкин А. Д., Туркина О. М., Бибикина Е. В., Терле-ев А. А., Хоментовский В. В. // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 9. С. 1305–1313.
10. Priyatkina N., Khudoley A. K., Collins W. J., Kuznetsov N. B., Huang, H.-Q. // Precamb. Res. 2016. V. 285. P. 21–38.
11. Khudoley A., Chamberlain K., Ershova V., Sears J., Prokopyev A., MacLean J., Kazakova G., Malyshev S., Molchanov A., Kullerud K., Toro J., Miller E., Veselovskiy R., Li A., Chipley D. // Precamb. Res. 2015. V. 259. P. 78–94.
12. Rainbird R. H., Stern R. A., Khudoley A. K., Kropachev A. P., Heaman L. M., Sukhorukov V. I. // Earth and Planet. Sci. Lett. 1998. V. 164. P. 409–420.
13. Kuznetsov V. G. // J. Petrol. Geol. 1997. V. 20. P. 459–474.
14. Ernst R. E., Hamilton M. A., Soderlund U., Hanes J. A., Gladkochub D. P., Okrugin A. V., Kolotilina T., Mekhonoshin A. S., Bleeker W., LeCheminant A. N., Buchan K. L., Chamberlain K. R., Didenko A. N. // Nature Geosci. 2016. V. 9. P. 464–469.
15. Филинцов Ю. А. Нефтегазоносность верхнего протерозоя западной части Сибирской платформы. Дис. д-ра геол.-мин. наук. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2015. 449 с.

POGOR'UY FORMATION OF THE PROTEROZOIC, YENISEY RIDGE: AGE AND PROVENANCE ACCORDING TO U–Pb-ISOTOPIC DETRITAL ZIRCON DATING

**N. S. Priyatkina, N. B. Kuznetsov, S. V. Rud'ko, A. V. Shatsillo, A. K. Khudoley,
T. V. Romanyuk, Corresponding Member of the RAS A. V. Maslov**

Received September 11, 2018

The results of U–Pb-isotopic dating of detrital zircons from sandstones of the Proterozoic Pogor'uy Fm. from the northern and southern parts of the Eastern-Angara block of the Yenisei Ridge are presented. The sandstones of the northern part of the Eastern-Angara block are dominated by the Archean and Paleoproterozoic populations of detrital zircons, while in the samples from the southern part of the Eastern-Angara block up to 25% of the Mesoproterozoic age grains have been fixed. The dates of detrital zircons allow us to constrain the maximum sedimentary age of the Pogor'uy Fm. and the entire interval of its formation as 1.2–0.9 Ga. The paleogeographic features of the formation of the Pogor'uy Fm. in the context of existing views on a location of Siberia within the Rodinia supercontinent are considered.

Keywords: Siberian platform, Yenisei Ridge, Riphean, Pogor'uy Formation, detrital zircon, U–Pb-dating.