

УДК 55 (234.852)+551.24

## ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ U–Pb LA–SF–ICP–MS-ДАТИРОВАНИЯ ДЕТРИТОВЫХ ЦИРКОНОВ ИЗ СРЕДНЕРИФЕЙСКИХ (?) ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Н. С. Уляшева<sup>1,\*</sup>, Ю. И. Пыстина<sup>1</sup>, А. М. Пыстин<sup>1</sup>, О. В. Гракова<sup>1</sup>, В. Б. Хубанов<sup>2</sup>

Представлено академиком РАН А.М. Асхабовым 30.01.2017 г.

Поступило 09.01.2017 г.

Приведены первые результаты U–Pb LA–SF–ICP–MS-датирования детритовых цирконов из терригенных отложений минисейшорской свиты няровейской серии Харбейского антиклинория Полярного Урала предположительно среднерифейского возраста, залегающей в основании разреза полярноуральского верхнего докембрия. Полученные данные дают основание ограничить нижний возрастной интервал формирования отложений минисейшорской свиты рубежом 660 млн лет назад и считать выделение няровейской серии в качестве среднерифейского стратона ошибочным. Формирование всего разреза норвежской серии происходило в относительно узком возрастном интервале в конце позднего рифея. Доминирующая роль при образовании отложений всей серии принадлежала продуктам размыва недалеко расположенных массивов глубокометаморфизованных пород.

*Ключевые слова:* детритовые цирконы, няровейская серия, возраст, Полярный Урал.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524854488-492>

В Тимано-Североуральском регионе, в отличие от южных районов Урала, отсутствует полный разрез рифея. В последние годы было установлено, что в этом регионе нет возрастных аналогов бурзянской серии: выделяемые в стратиграфических схемах нижнерифейские стратоны не относятся к нижнему рифею, а принадлежат нижнедокембрийскому кристаллическому основанию [5]. Некоторыми исследователями на основе анализа имеющихся геохронологических данных по возрасту верхнедокембрийских отложений и прорывающих их интрузий высказывается предположение, что нижние части верхнедокембрийских разрезов на Тимане, в фундаменте Печорской плиты и на севере Урала могут относиться к среднему рифею ([1, 4] и др.). Однако первый опыт датирования детритовых цирконов из верхнедокембрийских осадочных толщ Северного Тимана, которые могут принадлежать среднерифейскому разрезу, а именно барминской серии [2], показал, что нижний возрастной предел формирования вмещающих цирконы осадков соответствует значению ~1 млрд лет, что даёт основание относить их к верхнему рифею. Тем не менее эти данные не снимают проблему возраста базальных отложе-

ний региона, а следовательно, и вопрос о времени заложения Тиманской пассивной континентальной окраины, так как многие предположительно среднерифейские стратоны пока не имеют геохронологического обоснования.

В нашей работе на основе первых результатов массового U–Pb-датирования детритовых цирконов из предположительно среднерифейских образований Полярного Урала уточняется их возраст и с учётом ранее полученных данных дано обоснование возрастной позиции базальных отложений тимано-североуральского верхнего докембрия.

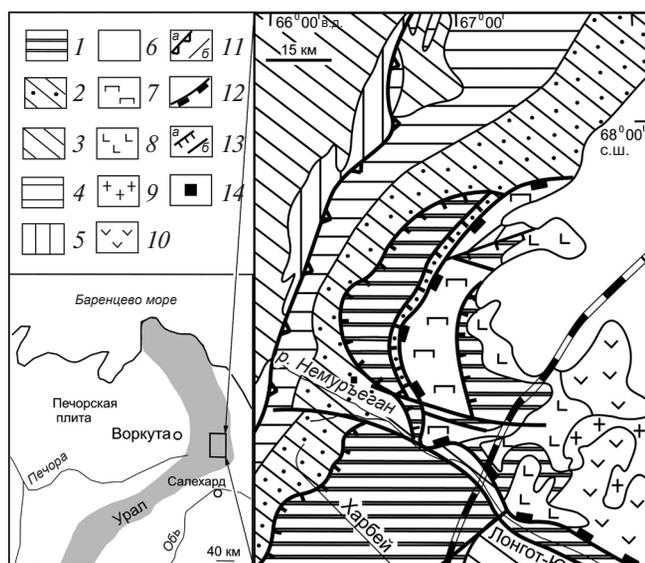
В предположительно среднерифейских отложениях северной части Урала, как и других районов Тимано-Североуральского региона, отсутствуют фаунистически охарактеризованные породы. Их среднерифейский возраст принимается условно по залеганию ниже верхнерифейских образований.

На Полярном Урале к среднерифейскому уровню относится няровейская серия [3], которая участвует в строении западной и восточной частей Харбейского антиклинория Центрально-Уральской зоны. Породы, объединённые в няровейскую серию, протягиваются в виде двух полос северо-северо-восточного простирания и обрамляют харбейский и марункеуский раннепротерозойские глубокометаморфизованные комплексы, слагающие ядро антиклинория (рис. 1). Няровейская серия залегает на метаморфических нижнедокембрийских образованиях

<sup>1</sup> Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской Академии наук, Сыктывкар

<sup>2</sup> Геологический институт Сибирского отделения Российской Академии наук, Улан-Удэ

\*E-mail: [nsulasheva@geo.komisc.ru](mailto:nsulasheva@geo.komisc.ru)

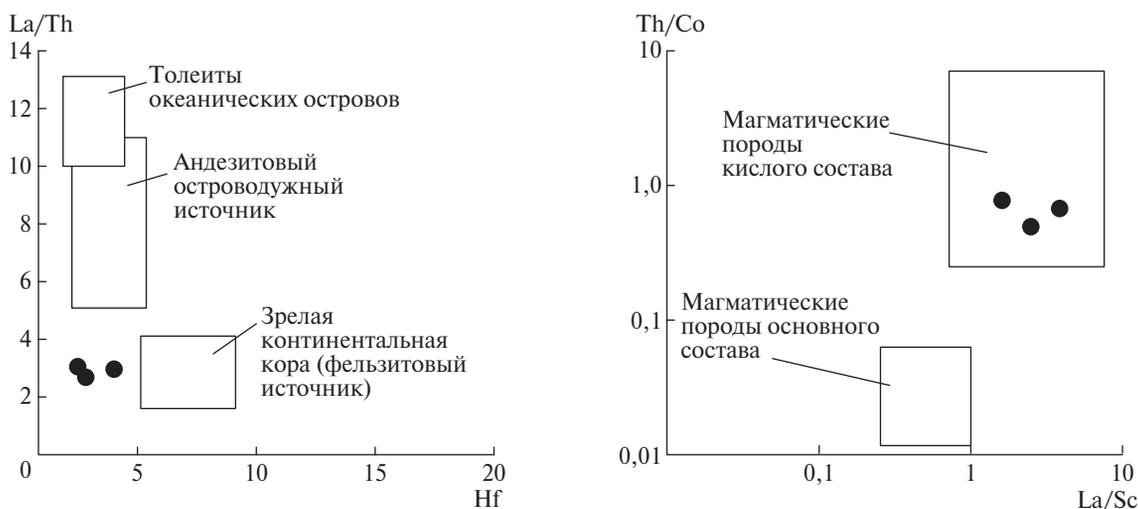


**Рис. 1.** Схематическая геологическая карта северной части Полярного Урала (с использованием материалов В.А. Душина и др. [3]). 1 — архейско-нижнепротерозойские комплексы; 2 — няровейская серия (RF<sub>2</sub>); 3 — верхнедокембрийские комплексы; 4 — вулканогенно-осадочные комплексы (Є<sub>3</sub>–P<sub>1</sub>) Лемвинской структурно-фациальной зоны; 5 — терригенно-карбонатные комплексы (Є<sub>3</sub>–С) Елецкой структурно-фациальной зоны; 6 — плитный комплекс (Mz); 7 — райизско-войкарский дунит-гацбургитовый комплекс (O<sub>1–2</sub>?); 8 — кершорский габброидный комплекс (O<sub>3</sub>–S<sub>1</sub>); 9 — собский диорит-плаггиогранитный комплекс (S<sub>2</sub>–D<sub>1</sub>); 10 — юньягинский вулканогенный комплекс: базальты, андезитобазальты, риолиты, туфы; 11 — геологические границы: а — надвиговая граница Лемвинской и Елецкой структурно-фациальных зон, б — границы комплексов, свит; 12 — Главный Уральский глубинный разлом (надвиг); 13 — другие разломы: а — надвиги и взбросы, б — крутопадающие разломы, 14 — место отбора образца.

со стратиграфическим и структурным несогласием. Стратиграфический перерыв отчётливо фиксируется наличием в основании серии базального горизонта полимиктовых конгломератов [3].

Среднерифейский возраст пород няровейской серии обосновывается по их положению под мраморизованными известняками немурюганской свиты с микрофитолитами IV (укского) комплекса рифея. Серия снизу вверх подразделяется на терригенно-карбонатную верхнехарбейскую свиту мощностью 400–500 м и терригенно-вулканогенную минисейшорскую свиту мощностью 1400–1500 м [3]. В целом в разрезе серии преобладают metabasalts и различные слюисто-кварцевые и слюисто-хлорит-кварцевые, нередко углеродсодержащие сланцы [7], образованные за счёт различных терригенных и кремнистых пород и претерпевших метаморфизм зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций.

Порода, из которой были отобраны и изучены цирконы, обнажается по руч. Няршор, левому притоку р. Немур'еган. Она относится к нижней части минисейшорской свиты и представлена хлорит-мусковит-кварцевым сланцем. Первичный состав сланца соответствует железистому песчанику. Содержание кремнезёма (66,8–73,6%) и соотношения индикаторных элементов Th, Co, La, Sc, Hf в метапесчаниках няровейской серии указывают на то, что основным источником сноса для них послужили породы кислого состава зрелой континентальной коры (рис. 2). В то же время повышенные количества хлорита и титанита, следовательно, оксидов Fe, Ti, Mg в рассматриваемых породах подтверждают размывание также основных пород.



**Рис. 2.** Положение точек составов метапесчаников няровейской серии на дискриминантных диаграммах La/Th–Hf [10], Th/Co–La/Sc [9]. Содержания La, Th, Hf, Co и Sc — в г/т.

В выделенной в породе монофракции циркон представлен тремя морфологическими типами различной формы, окраски, степени окатанности. Первый морфологический тип — хорошо окатанные цирконы в 0,1–0,2 мм. Они составляют ~5–10% общего количества цирконовой фракции в породе. Это прозрачные светло-розовые, светло-жёлтые округлые зёрна с характерной шероховатой поверхностью. В отдельных случаях видны сколы, царапины, указывающие на механическую природу округлости. Внутреннее строение однородное, отмечены изометричные, удлинённые включения.

Второй морфологический тип представлен слабо окатанными кристаллами дипирамидально-призматического габитуса, обусловленного развитием граней призм {100}, {110}, дитетрагональной дипирамидой {311}, дипирамидой {331}. Коэффициент удлинения  $K_y = 2,5–3,5$ . Размер зёрен 0,05–0,2 мм. Минерал прозрачный, светло-розовый. Внутреннее строение характеризуется многозональностью. Зоны расположены более или менее симметрично. Отмечены включения неправильной и изометричной формы. Содержание этой разновидности циркона составляет 45–50% общего количества минерала в породе.

Третий морфологический тип — слабо окатанные округлые цирконы с чётко выраженной кристаллографической формой, обусловленной развитием граней {311}, {111}, {110}, {100}. Они светло-розовые.

Размер зёрен 0,01–0,1 мм. Внутреннее строение цирконов однородное. Содержание их 40–45% общего количества минерала в породе.

Изотопные исследования проводили U–Pb LA-SF-ICP-MS-методом, реализованным на базе одноколлекторного магнитно-секторного масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой Element XR и установки для лазерной абляции UP-213 в ГИН СО РАН [8].

Было проанализировано 100 зёрен цирконов, представленных всеми тремя морфологическими типами примерно в тех же соотношениях, в которых они присутствуют в породе. Одиннадцать анализов с высокой дискордантностью ( $D \geq 10\%$ ) были исключены из рассмотрения. Оставшегося количества анализов (89 датировок) вполне достаточно для установления возраста пород, слагающих области размыва при накоплении отложений минисейшорской свиты няровейской серии.

Распределение возрастов показано на рис. 3. Максимальный позднеархейский возраст получен по циркону третьего морфотипа — 2859 млн лет, а минимальный ранневендский возраст — по зерну второго морфотипа — 595,2 млн лет. Основная выборка датировок, включающая 87 анализов (или 97,7%), охватывает интервал 2028,1–660,1 млн лет и образует три возрастные группы с максимумами на уровнях 1700, 1225, 700 млн лет. Учитывая, что в двух первых возрастных группах есть единичные определения, полу-

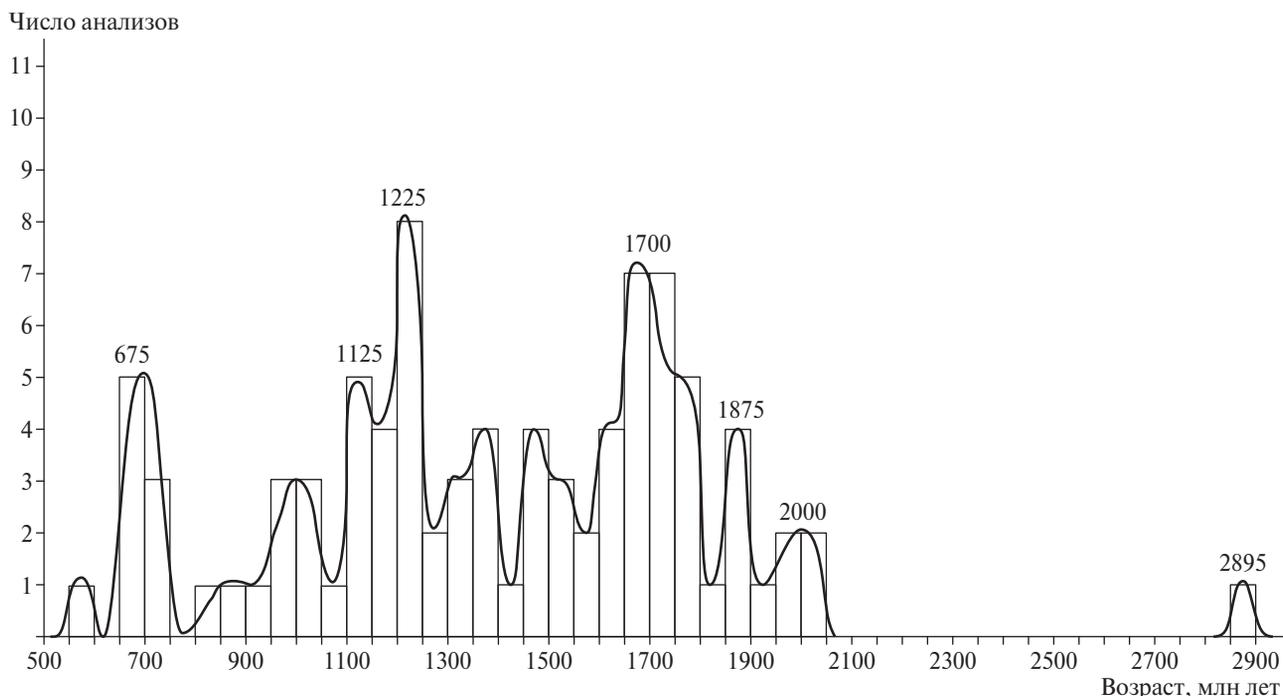


Рис. 3. Гистограмма и кривая относительной плотности распределения возрастов детритовых цирконов из метапесчаника няровейской серии.

ченные для хорошо окатанных цирконов первого морфотипа, можно сделать вывод, что в формировании отложений минисейшорской свиты участвовали продукты размыва удалённых нижнепротерозойских, ниже-, средне-, верхнерифейских породных ассоциаций. Однако преобладающее количество возрастных значений в этих группах и абсолютное в третьей группе принадлежит очень слабо окатанным цирконам второго и третьего морфотипов. Слабая степень окатанности цирконов свидетельствует о близком расположении источников сноса.

Аналогичные цирконы, представленные сопоставимыми возрастными популяциями (но не окатанные, новообразованные), типичны для пород гнейсо-мигматитовых и других полиметаморфических комплексов Урала, в том числе и полярноуральских [6]. Поэтому можно сделать заключение, что доминирующая роль при формировании отложений минисейшорской свиты, как, вероятно, и всей няровейской серии, принадлежала продуктам размыва недалеко расположенных массивов глубокометаморфизованных пород, фрагментами которых, вероятно, являются харбейский и марункеуский комплексы, слагающие ядро Харбейского антиклинория.

Для установления возможного нижнего возрастного предела отложений минисейшорской свиты определяющими являются наиболее молодые датировки цирконов. Если принимать во внимание самое молодое возрастное значение 595,2 млн лет, то следует признать, что накопление осадочных отложений минисейшорской свиты происходило не раньше чем в венде. Однако, учитывая, что вендский возраст получен только по одному зерну минерала и он противоречит имеющимся геологическим данным (залегание отложений минисейшорской свиты ниже известняков немурюганской свиты с микрофитолиитами IV комплекса рифея), эту датировку, скорее всего, следует исключить из рассмотрения. Более реалистичным представляется ограничение нижнего возрастного интервала минисейшорской свиты рубежом 660 млн лет назад, т.е. концом позднего рифея. Этому возрасту соответствуют датировки пяти зёрен цирконов (660,1; 661,9; 666,5; 668,7; 669,1 млн лет), что, на наш взгляд, не может быть случайным или ошибочным. В то же время верхний возрастной рубеж свиты не должен выходить за границу рифея и венда вследствие наличия рифейских микрофитоцитов в вышележащих породах. Из этого следует вывод, что отложения минисейшорской свиты сформировались в узком возрастном интервале в конце позднего рифея.

Относительно небольшая мощность нижележащих отложений верхнехарбейской свиты (400–500 м)

даёт основание предполагать, что возрастной интервал накопления пород всего разреза няровейской серии ограничивался поздним рифеем.

Таким образом, выполненное U–Pb-датирование детритовых цирконов няровейской серии Полярного Урала указывает на ошибочность выделения её в качестве среднерифейского стратона. Наиболее вероятно, что весь разрез серии относится к верхнему рифею, а возраст заключительных эпизодов осадконакопления имеет нижнее ограничение 660 млн лет назад.

Результаты проведённых исследований наряду с ранее полученными данными о позднерифейском возрасте терригенных образований барминской серии Северного Тимана [2], хотя и не снимают полностью вопрос о нижней возрастной границе тимано-североуральского верхнего докембрия, всё же дают основание считать, что в верхнедокембрийском разрезе региона среднерифейские отложения если и присутствуют, то имеют крайне ограниченное распространение.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность В.Л. Андреичеву за конструктивные советы.

**Источники финансирования.** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16–35–00146 мол\_а, а также при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 15–18–5–17.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреичев В.Л.* Эволюция фундамента Печорской плиты по изотопно-геохронологическим данным. Автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук. Екатеринбург, 2010. 44 с.
2. *Андреичев В.Л., Соболева А.А., Герелс Дж.* U–Pb-возраст и источники сноса обломочных цирконов из верхнедокембрийских отложений Северного Тимана // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 2. С. 32–45. DOI: 10.7868/S0869592X14020021.
3. *Душин В.А., Сердюкова О.П., Малюгин А.А. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации 1:200 000. 2-е изд. Серия Полярно-Уральская. Листы Q-42-I, II. Объясн. зап. СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. 340 с.
4. *Пучков В.Н.* Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа, 2010. 280 с.
5. *Пыстин А.М., Пыстина Ю.И.* Базальные отложения верхнего докембрия в Тимано-Североуральском регионе // Литосфера. 2014. № 3. С. 41–50.

6. *Пыстина Ю.И., Пыстин А.М.* Цирконовая летопись уральского докембрия. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 168 с.
7. *Уляшева Н.С., Гракова О.В.* Первичный состав пород няровейской серии (Полярный Урал) // Вестн. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 2. С. 24–35.
8. *Хубанов В.Б., Буянтуев М.Д., Цыганков А.А.* U–Pb-изотопное датирование цирконов из PZ<sub>3</sub>–MZ магматических комплексов Забайкалья методом магнитно-секторной масс-спектрометрии с лазерным пробоотбором: процедура определения и сопоставление с SHRIMP-данными // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 1. С. 241–258. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgg.2016.01.013>
9. *Cullers R.L.* // Chem. Geol. 2002. V. 191. P. 305–327.
10. *Gu X.X.* // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1994. V. 58. P. 4615–4631.

## FIRST RESULTS OF U–Pb LA–SF–ICP–MS-DATING DETRITAL ZIRCONS FROM THE MIDDLE RIPHEAN (?) TERRIGENOUS DEPOSITS OF THE POLAR URALS

**N. S. Ulyasheva<sup>1</sup>, Yu. I. Pystina<sup>1</sup>, A. M. Pystin<sup>1</sup>, O. V. Grakova<sup>1</sup>, V. B. Hubanov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*N.P. Yushkin Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation*

Presented by Academician of the RAS A.M. Askhabov January 30, 2017

Received January 9, 2017

The first results of U–Pb LA–SF–ICP–MS-dating of detrital zircons from terrigenous deposits of the Miniseishor suite of the Nyarovei series of the Harbei anticlinorium of the Polar Urals are presented. The series has a presumably Middle Riphean age and lies at the base of the section of the Polar Ural Upper Precambrian. The data obtained give grounds to limit the lower age interval for the formation of sediments of the Miniseishor suite abroad 660 million years ago. Allotment the Nyarovei series as a Middle Riphean straton is erroneous. Formation of the whole cut the Nyarovei series occurred in a relatively narrow age range at the end of the late Riphean. The dominant role in the formation of deposits of the entire series belonged to the products of erosion close arrays of deeply metamorphosed rocks.

*Keywords:* detrital zircons, Nyarovei series, age, Polar Urals.