УДК 551.72(234.851)

НИЖНИЙ ДОКЕМБРИЙ В СТРУКТУРЕ ПАЛЕОЗОИД НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

Ю. И. Пыстина^{1,*}, А. М. Пыстин^{1,**}, В. Б. Хубанов²

Представлено академиком РАН А.М. Асхабовым 17.05.2017 г.

Поступило 01.06.2017 г.

Во многих полиметаморфических комплексах Урала установлены породы с раннедокембрийскими возрастными метками. Но только в отношении двух полиметаморфических комплексов, расположенных на западном склоне Южного Урала: тараташском и александровском признаётся их бесспорная принадлежность к архейско-палеопротерозойскому разрезу. Они обрамляются слабометаморфизованными нижнерифейскими отложениями и по ним получены надёжные геохронологические данные, однозначно указывающие на раннедокембрийский возраст метаморфизма пород. Имеющиеся раннедокембрийские возрастные датировки по другим уральским полиметаморфическим комплексам (при преобладающем количестве позднедокембрийских и палеозойских возрастных значений) интерпретируются по-разному. Поэтому их отношение к нижнедокембрийскому разрезу многими исследователями оспаривается. В сообщении впервые на основе результатов массового U–Pb-датирования метаморфогенных цирконов из гнейсов няртинского полиметаморфического комплекса Приполярного Урала с учетом уже имеющихся данных обосновывается палеопротерозойский возраст наиболее раннего этапа метаморфизма пород (2127 ± 31 млн лет). Это даёт основание утверждать, что рассматриваемый комплекс, так же как тараташский и александровский комплексы Южного Урала, относится к нижнедокембрийским образованиям, вовлеченным в структуру уралид.

Ключевые слова: Приполярный Урал, нижний докембрий, гнейс, циркон, изотопное датирование.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524865572-576>

К настоящему времени можно считать установленным фактом присутствие на Урале нижнедокембрийских образований. Они встречаются в составе высокотемпературных и сложнодислоцированных (полиметаморфических) комплексов пород, выступающих на дневной поверхности в относительно небольших тектонических блоках площадью до нескольких тысяч км².

Выделяется более 20 таких комплексов (рис. 1). Но все ли они относятся к нижнему докембрию, остаётся вопросом: не во всех случаях возраст высокотемпературных метаморфитов является бесспорно раннедокембрийским. Имеются данные о позднедокембрийском и даже палеозойском возрасте глубокометаморфизованных пород, в том

числе и в составе тех комплексов, где ранее традиционно выделялись нижнедокембрийские стратоны (селянkinская толща ильменогорского комплекса, уфалейский, салдинский, харбейский, марункеуский и другие комплексы).

В настоящее время не вызывает споров принадлежность к архейско-палеопротерозойскому разрезу только двух южноуральских полиметаморфических комплексов: тараташского и александровского (рис. 1). Они обрамляются слабометаморфизованными нижнерифейскими отложениями и по ним получены надёжные геохронологические данные, однозначно указывающие на раннедокембрийский возраст метаморфизма пород [3, 4, 9, 12].

Имеющиеся раннедокембрийские возрастные датировки для других уральских полиметаморфических комплексов интерпретируются по-разному. Поэтому их отношение к нижнедокембрийскому разрезу многими исследователями оспаривается.

В сообщении впервые на основе результатов массового U–Pb-датирования метаморфогенных цирконов из гнейсов няртинского полиметаморфиче-

¹Институт геологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской Академии наук,
Сыктывкар

²Геологический институт Сибирского отделения
Российской Академии наук, Улан-Удэ

*E-mail: yuliya_pyстина@mail.ru

**E-mail: pystin@geo.komisc.ru

Рис. 1. Схема расположения полиметаморфических комплексов Урала: 1–2 — палеозойские формации: 1 — палеоокеанические; 2 — палеоконтинентальные; 3 — осадочный чехол Восточно-Европейской платформы; 4–7 — полиметаморфические комплексы: 4 — гнейсо-гранулитовые; 5 — гнейсо-мигматитовые; 6 — эклогит-гнейсовые и эклогит-сланцевые; 7 — гранулит-метабазитовые; 8 — верхнепротерозойские образования, преимущественно претерпевшие зеленосланцевый метаморфизм; 9 — район исследований. Названия полиметаморфических комплексов: 1 — малыкский, 2 — марункеуский, 3 — харьбейский, 4 — хордьюский, 5 — неркаюский, 6 — няртинский, 7 — тараташский, 8 — александровский, 9 — уфалейский, 10 — белорецкий, 11 — максютовский, 12 — салдинский, 13 — мурзинско-адуйский, 14 — сысертско-ильменогорский, 15 — кочкарский, 16 — мариинский, 17 — адамовский, 18 — текельдытауский, 19 — кайрактинский, 20 — талдыкский.

ского комплекса Приполярного Урала с учётом уже имеющихся данных обосновывается палеопротерозойский возраст наиболее раннего этапа метаморфизма пород, что даёт основание для вывода о принадлежности этого геологического объекта к нижнедокембрийским образованиям, вовлечённым в структуру уралид.

Няртинский комплекс в соответствии с типизацией полиметаморфических комплексов Урала относится к гнейсо-мигматитовым комплексам [1]. Он составляет ядро Хобеизкой блок-антиклинали, расположенной в северной части Ляпинского антиклинория. Комплекс прослеживается в северо-восточном направлении на расстояние 65 км. В северо-восточной части метаморфические толщи выступают на дневной поверхности в виде относительно изометричного массива размером 25–35 км (рис. 2). Для няртинского комплекса характерен брахиформный тип складчатости. Вблизи контактов с вмещающими рифейскими отложениями породы рассматриваемого комплекса рассланцованы и превращены в низкотемпературные диафториты (бластомилониты).

В разрезе няртинского комплекса среди пород, не затронутых процессами низкотемпературного диафтореза, преобладают гранатовые и гранатосодержащие слюдистые гнейсы и кристаллические сланцы, а также продукты их гранитизации — мигматиты. В подчинённом количестве присутствуют амфиболиты, амфиболсодержащие кристаллические сланцы, кварциты и мраморы. Эти породы впервые условно были отнесены к дорифейским образованиям М.В. Фишманом и Б.А. Голдиным [10]. Первая изотопная датировка, подтверждающая предположение о дорифейском возрасте пород няртинского комплекса (1680 млн лет) приведена в статье В.Н. Пучкова и Л.А. Карстен [5]. Она получена термоизохронным методом по циркону из гранат-биотит-мусковит-полевошпатовых сланцев. По нашим материалам из гранат-слюдяных гнейсов было также установлено несколько термоизохронных Pb–Pb-датировок цирконов: 2210 ± 25 , 2125 ± 25 , 700 ± 20 и 665 ± 25 млн лет [7]. Первое возрастное значение относится к детритовым цирконам, второе — к изометричным слабозональным или незональным (шаровидным) цирконам с обилием граней, которые обычно характерны для ультравысокотемпературных метаморфитов и на Урале выделяются как цирконы “гранулитового” типа [2], третье и четвёртое — к отчётливо зональным призматическим цирконам. Такие цирконы типичны для пород амфиболитовой фации, особенно для их мигматизированных раз-

Рис. 2. Схема геологического строения северной части Приполярного Урала: 1 — няртинский метаморфический комплекс (PR_1); 2 — маньохеинская свита ($RF_1?$); 3 — шокуртинская свита ($RF_1?$); 4 — пуйвинская свита (RF_2); 5 — верхнерифейские отложения (RF_3), нерасчленённые; 6 — палеозойские отложения ($Є_3-O$), нерасчленённые; 7 — граниты; 8 — разломы; 9 — границы стратиграфических и интрузивных подразделений; 10 — границы стратиграфических несогласий; 11 — место отбора пробы К-7.

новидностей. Их образование связывается с присутствием жидкой силикатной фазы, и поэтому фактически они являются магматическими цирконами. В литературе они известны как цирконы “мигматитового” типа [2]. Наличие в породах няртинского комплекса цирконов “гранулитового” типа позволило нам высказать предположение, что они являются средне-высокотемпературными диафторитами по гранулитам [8].

Выполненное позднее U—Pb-датирование метаморфогенных цирконов на ионном микрозонде SHRIMP-II (ВСЕГЕИ) привело к неоднозначным результатам [6]. Для цирконов “гранулитового” типа было зафиксировано три возрастных интервала: 1746–1722, 960–942 и 752–662 млн лет. Навряд ли эти цифры отражают реальные возрастные рубежи нескольких последовательных этапов метаморфизма гранулитовой фации. По-видимому, это “омоло-

Рис. 3. Фотографии цирконов “гранулитового” типа из гранат-биотитового гнейса (проба К-7) в упруго-отражённых электронах (1–3) и в катодолуминесценции (4–6).

женные” значения, связанные с проявлением более низкотемпературных процессов (метаморфизма амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций). Для цирконов “мигматитового” типа был получен ещё более значительный разброс возрастов: 1748–498 млн лет с преобладающими значениями в интервалах 1748–1574, 1284–1204 и 782–634 млн лет.

В последнее время нами была предпринята попытка массового U–Pb-датирования метаморфогенных цирконов из кристаллических сланцев няртинского комплекса. Исследования проводились U–Pb LA–SF–ICP–MS-методом, реализованным на базе одноколлекторного магнитно-секторного масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой ElementXR и установки для лазерной абляции UP-213 в ГИН СО РАН [11].

В няртинском комплексе была отобрана проба мелкозернистого серого гранат-биотитового гнейса без признаков мигматизации и других вторичных процессов. В монофракции преобладающими оказались цирконы “гранулитового” типа. Учитывая, что по таким цирконам получены наиболее древние значения возрастов, как в породах няртинского комплекса, так и в других полиметаморфических комплексах Урала [2, 8], именно цирконы этого морфотипа были тщательно отобраны вручную под бинокуляр. Всего было выделено 110 зёрен таких цирконов. Их размер варьируется от 80 до 300 мкм. Зёрна прозрачные бледно-розовой окраски. Оптическая зональность отсутствует или слабо выражена (рис. 3). При анализе на масс-спектрометре выбирались наиболее чистые, неэродированные и не-

трещиноватые зёрна. Всего было проанализировано 44 кристалла.

Возраст, вычисленный по верхнему пересечению дискордии с конкордией (2127 ± 31 млн лет), подтверждает ранее полученную датировку методом термоионной эмиссии свинца (2125 ± 25 млн лет) и даёт основание с большой степенью уверенности интерпретировать его как время проявления раннего этапа метаморфизма пород няртинского комплекса (рис. 4). Отметим, что близкий возраст аналогичных цирконов установлен нами в александровском гнейсо-мигматитовом комплексе Южного Урала (2081 ± 14 млн лет, SHRIMP-II [12]).

Значительная величина погрешности для нижнего пересечения дискордии с конкордией (555 ± 120 млн лет) связана с тем, что фигуративные точки возрастов локализованы в основном вблизи верхнего пересечения. Тем не менее, этот возраст (около 600 млн лет) соответствует реальным эндогенным событиям. Это время становления метаморфической зональности в условиях амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций, определяющей современный облик няртинского метаморфического комплекса и его рифейского обрамления, а также масштабных проявлений гранитоидного магматизма [6].

Таким образом, впервые на основе результатов массового U–Pb-датирования метаморфогенных цирконов из гнейсов няртинского полиметаморфического комплекса Приполярного Урала с учётом уже имеющихся данных установлен палеопротерозойский возраст наиболее раннего этапа метаморфизма пород. Это даёт основание утверждать, что рассматриваемый комплекс, так же как тараташский и александровский комплексы Южного Урала, относится к нижнедокембрийским образованиям, вовлечённым в структуру уралид.

Источник финансирования. Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 15–18–5–17.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глубинное строение Тимано-Североуральского региона. Сыктывкар: Геопринт, 2011. 261 с.
2. Краснобаев А.А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 152 с.
3. Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н. и др. // ДАН. 2011. Т. 437. № 6. С. 803–807.
4. Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Бушарина С.В. и др. // ДАН. 2011. Т. 439. № 3. С. 394–398.

Рис. 4. Диаграмма с конкордией для цирконов “гранулитового” типа из гранат-биотитового гнейса (проба К-7, U–Pb-изотопный LA–SF–ICP–MS-метод)

5. Пучков В.Н., Карстен Л.А. Ежегодник-1985 Института геологии и геохимии. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 25–27.
6. Пыстин А.М., Пыстина Ю.И. Метаморфизм и гранитообразование в протерозойско-раннепалеозойской истории формирования Приполярно-уральского сегмента земной коры // Литосфера. 2008. № 6. С. 25–38.
7. Пыстина Ю.И. Минералогическая стратиграфия метаморфических образований Приполярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 124 с.
8. Пыстина Ю.И., Пыстин А.М. Цирконовая летопись уральского докембрия. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2002. 167 с.
9. Ронкин Ю.Л., Сидерн С., Лепихина О.П. // Литосфера. 2012. № 5. С. 50–76.
10. Фишман М.В., Голдин Б.А. Гранитоиды центральной части Приполярного Урала. Л.: Наука, 1963. 105 с.
11. Хубанов В.Б., Буянтеев М.Д., Цыганков А.А. // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 1. С. 241–258.
12. Pystin A., Pystina J. // Intern. J. Geol. Rev. 2015. V. 57. Is. 11–12. P. 1650–1659.

THE LOWER PRECAMBRIAN IN THE STRUCTURE OF PALEOZOIC IN THE SUBPOLAR URALS

Yu. I. Pystina¹, A. M. Pystin¹, V. B. Hubanov²

¹Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russian Federation

²Geological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation

Presented by Academician of the RAS A.M. Askhabov 17.05.2017

Received May 17, 2017

In many polymetamorphic complexes of the Urals, rocks with Early Precambrian age marks have been established. But only with respect to the two polymetamorphic complexes located on the western slope of the Southern Urals: the Taratash and Aleksandrov, their indisputable belonging to the Archean-Paleoproterozoic section is recognized. They are framed by weakly metamorphosed Lower Riphean sediments and reliable geochronological data are obtained from them, which unambiguously indicate the Early Precambrian age of rock metamorphism. The available Early Precambrian age datings for other Ural polymetamorphic complexes (with the prevailing number of Late Precambrian and Paleozoic age values) are interpreted differently. Therefore, their attitude to the Lower Precambrian section has been disputed by many researchers. In the article, for the first time, based on the results of mass U-Pb dating of metamorphic zircons from the gneiss of the Nyrtin polymetamorphic complex of the Subpolar Urals, taking into account the available data, the Paleoproterozoic age of the earliest stage of rocks metamorphism (2127 ± 31 Ma) is substantiated. This gives grounds to assert that the complex under consideration, as well as the Taratash and Alexandrov complexes of the Southern Urals, belongs to the Lower Precambrian formations involved in the structure of Uralides.

Keywords: Subpolar Urals, Lower Precambrian, gneiss, zircon, isotopic dating.