ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ВОЗРАСТ ШОКУРЬИНСКОЙ СВИТЫ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

А. М. Пыстин¹, Ю. И. Пыстина^{1, 2}

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; *pystin@geo.komisc.ru*

²СГУ им. Питирима Сорокина, Сыктывкар

Рассмотрены геологическая позиция и возраст шокурьинской свиты на Приполярном Урале, которая в современных стратиграфических схемах относится к ниже- или среднерифейским образованиям. Впервые полученные U-Pb-датировки цирконов указывают на раннепротерозойское время проявления ранних этапов метаморфизма шокурьинской свиты. Верхний возрастной рубеж формирования терригенно-карбонатного субстрата свиты предварительно можно ограничить минимальным возрастом основной популяции терригенных цирконов (около 2.5 млрд лет). Эти данные подтверждают результаты ранее выполненных структурно-петрологических и минералогических исследований, на основе которых сформировано представление о том, что шокурьинская свита вместе с маньохеинской свитой и няртинским комплексом относятся к образованиям одного (нижнедокембрийского) структурного этажа, а верхнепротерозойский разрез (верхнедокембрийского структурного этажа) на Приполярном Урале начинается с ошизской толщи пуйвинской свиты средне- или позднерифейского возраста.

Ключевые слова: Приполярный Урал, верхний докембрий, метаморфизм, циркон, изотопный возраст.

GEOLOGICAL POSITION AND AGE OF THE SHCHOKURYA SUITE IN THE SUBPOLAR URALS

A. M. Pystin¹, Yu. I. Pystina^{1, 2}

¹Institute of Geology of the Komi SC UB RAS, Syktyvkar

²Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktyvkar

The geological position and age of the Shchokurya suite in the Subpolar Urals are considered, which in modern stratigraphic schemes refers to the Lower or Middle Riphean formations. For the first time the U-Pb-dating of zircons indicates the Early Proterozoic time of the early stages of the metamorphism of the rocks of the Shchokurya suite. The upper age limit for the formation of the terrigenous-carbonate substrate of the suite may be previously limited to the minimum age of the main population of terrigenous zircons (about 2.5 Ga). These data confirm the results of previous structural, petrological and mineralogical studies, on the basis of which the idea was formed that the Shchokurya suite with the Manhobeyu suite and the Nyartin complex belonged to the structures of one (Lower Precambrian) structural story, and the Upper Proterozoic section (the Upper Precambrian structural story) in the Subpolar Urals began with the Oisez stratum of the Puyva suite of Middle or Late Riphean age.

Keywords: Subpolar Urals, Upper Precambrian, metamorphism, zircon, isotope age.

Введение

На Приполярном Урале выделяется вулканогенно-терригенно-карбонатная шокурьинская свита. В схеме последнего (четвертого) Уральского межведомственного стратиграфического совещания [18] она расположена выше базальной терригенной маньохеинской свиты раннерифейского возраста и завершает разрез бурзяния. Юрматинская эратема в этой схеме представлена вулканогенно-осадочной пуйвинской свитой, а каратавская (снизу вверх) — терригенной хобеинской, терригенно-карбонатной мороинской и существенно вулканогенной саблегорской свитами (рис. 1). При проведении геологических съемок в 80—90-е годы прошлого столетия и последующих картографических работ, а также различных тематических геологических исследований заключение о стратиграфической позиции свиты, закрепленное решением упомянутого совещания (ее положение между нижележащей маньохеинской и вышележащей пуйвинской свитами), не подвергалось сомнению, но вопрос о возрасте отложений оставался спорным. Возраст свиты, по представлениям разных исследователей, варьируется в интервале от раннего протерозоя до среднего рифея.

Статья является попыткой оценки возраста свиты на основе результатов впервые выполненных U-Pb-изотопных датировок цирконов, с учетом ранее полученных структурных, петрологических и минералогических данных.

Стратиграфическая позиция и предполагаемый возраст шокурьинской свиты: современное состояние вопроса

Шокурьинская свита выделена К. А. Львовым [10] в доордовикском разрезе Приполярного Урала. При этом глубокометаморфизованные образования, залегающие в его основании (шагмагинская свита), были отнесены к верхнему протерозою, а все вышележащие стратиграфические подразделения (ошизская, пуйвинская, шокурьинская, хобеинская и маньинская свиты) — к кембрию. По К. А. Львову, шокурьинская свита представлена существенно карбонатными отложениями, завершающими нижний седиментационный цикл кембрия. В 50—60-е годы прошлого столетия при проведении региональных исследований коллективом Института геологии Коми филиала АН СССР (ныне Института геологии Коми НЦ УрО РАН) под руководством М. В. Фишмана глубокометаморфизованные толщи были

объединены в николайшорскую свиту и отнесены к нижнему докембрию, а более молодые стратиграфические подразделения, причисленные К. А. Львовым к кембрию, выведены на рифейский возрастной уровень [19]. При этом названия свит и их стратиграфическая последовательность были сохранены.

В эти же годы на крайнем северо-восточном участке развития шокуринской свиты по сборам В. С. Шальных были установлены остатки трубчатых водорослей *Nelcanella* sp. и новый вид *Murandavia Magna* Vol., сходных по внешнему виду и строению с водорослями мурандавской свиты Мал. Хингана и гонамской свиты Саяно-Муйского района Сибири. На основании этих находок А. Г. Вологдин [2] датировал отложения шокуринской свиты нижним протерозоем или низами верхнего протерозоя.

Л. Т. Белякова [1] на основе результатов собственных исследований и обобщения материалов крупномасштабных геологических съемок пришла к выводу, что шокуринская свита подстилает ошизскую свиту (толщ — по Л. Т. Беляковой), а не наращивает пуйвинскую свиту, как считали предыдущие исследователи, и, основываясь на упомянутых выше находках водорослей, отнесла ее к нижнему рифею. Она показала, что в разрезе свиты кроме карбонатных пород существенная роль принадлежит терригенным отложениям, особенно в ее нижней части. Кроме того, Л. Т. Белякова выделила из состава нижележащей николайшорской свиты комплекс преимущественно низкотемпературных слюдистых кристаллических сланцев в качестве базальной маньхобеинской свиты нижнего рифея и предложила новую схему стратиграфического расчленения докембрийских толщ Приполярного Урала, сопоставимую со схемой стратиграфии докембрия Башкирского антиклинория на Южном Урале, где известен один из наиболее полных разрезов рифея. Эта схема, уже упомянутая во введении, была принята на Третьем (1977 г.) и затем одобрена на Четвертом (1991 г.) Уральском межведомственном стратиграфическом совещании [18].

При проведении геолого-съемочных работ в 80–90-е годы прошлого столетия с участием авторов настоящей статьи было подтверждено заключение Л. Т. Беляковой, что шокуринская свита залегает ниже пуйвинской свиты и ошизской толщи [13, 15]. В вопросе о возможном возрасте свиты нами была поддержана позиция Ю. Р. Беккера [8], который на основании сопоставления уральских докембрийских комплексов с докембрием платформенных областей считал возможным корреляцию сланцево-кварцито-карбонатных отложений (шокуринской свиты) Приполярного Урала с онежской серией Карелии, принадлежащей к верхам разреза нижнего протерозоя. Нами также было сделано заключение, что выделение так называемой базальной маньхобейнской свиты проблематично, так как она представляет собой нестратифицированный комплекс низкотемпературных диафторитов и катаклазитов по высокотемпературным метаморфитам, аналогичных тем, которыми сложен няргинский комплекс [12–14].

При геологическом доизучении масштаба 1 : 200000 [5] и издании листа Q—40, 41 Государственной карты Российской Федерации масштаба 1 : 1000000 [6] возраст отложений шокуринской и маньхобеинской свит был определен как среднерифейский. Основанием для отнесения шокуринской свиты к среднему рифею послужили данные Я. Э. Юдовича и его коллег [3], свидетельствующие об аномальной обогащенности пород барием, что по-

Подразделения стратиграфической шкалы				Стратиграфические подразделения	
Акротема	Эонотема		Эратема	Система	
Прогорзой	Верхний	Рифей	Верхний	Лаптопайская свита	
				Саблегорская свита	
	Нижний	Средний	Верхний	Мороинская (санаизская) свита	
				Хобеинская свита	
Нижний	Нижний	Средний	Верхний	Пуйвинская свита Ошизская толща	
				Щокурбинская свита	
				Маньхобеинская свита	
				Няртинский комплекс	

Рис. 1. Схема стратиграфии докембрийских образований Приполярного Урала (по [18])

Fig. 1. Scheme of stratigraphy of Precambrian formations of the Subpolar Urals (according to [18])

зволюило сопоставлять ее с авзянской свитой среднего рифея в Башкирском антиклинории.

Таким образом, на сегодняшний день вопрос о возрасте шокуринской свиты остается нерешенным. Как следует из вышеизложенного, возраст свиты, по данным разных авторов, варьируется от раннего протерозоя до среднего рифея. Обоснованием раннерифейского возраста, как было отмечено выше, являются единичные находки протерозойских водорослей. Кроме того, эту точку зрения подтверждает факт залегания рассматриваемых отложений под пуйвинской свитой, возраст которой считается среднерифейским [1, 5, 18] или позднерифейским [6]. Предположение о принадлежности этих образований к дорифеидам основано на схожести геологической позиции и строения сланцево-кварцито-карбонатных толщ (шокуринской свиты) Приполярного Урала с онежской серией Карелии, принадлежащей к верхам разреза нижнего протерозоя [8]. Это мнение подтверждается результатами структурных исследований, общностью метаморфической эволюции шокуринской свиты и няртинского комплекса и минералогическими данными, в частности наличием в шокуринской свите типичных для раннедокембрийских комплексов Урала метаморфогенных цирконов «гранулитового» и «мигматитового» типов¹ [15, 16].

Обоснование возраста шокуринской свиты

Геологические и палеонтологические данные

Наше предположение о том, что шокуринская свита относится к образованиям нижнего (дорифейского) структурного этажа, основывается на следующих данных [12–16]:

- низкий уровень метаморфизма пород обусловлен интенсивным проявлением диафтореза; среди низкотемпературных метаморфитов присутствуют реликты высокотемпературных минеральных парагенезисов;

- по степени и характеру пликативной деформации шокуринская свита аналогична няртинскому комплексу и резко отличается от вышезалегающих относительно слабо деформированных отложений;

- по составу, весовым соотношениям и морфологическим особенностям акцессорных минералов метатерригенные породы шокуринской свиты сопоставимы с аналогичными породами няртинского комплекса;

- в шокуринской свите, как и в метаморфитах няртинского комплекса и других нижнедокембрийских комплексах Урала, присутствует метаморфогенный циркон «гранулитового» типа.

Поскольку шокуринская свита сложена низкотемпературными диафторитами по высокотемпературным метаморфическим породам, и более того, для нее характерно наличие цирконов «гранулитового» типа, можно предположить, что метаморфизм пород, как и в няртинском комплексе, достигал условий гранулитовой фации. В таких условиях возможность сохранности трубчатых водорослей *Nelcanella* sp. и *Murandavia Magna* Vol., которые были обнаружены В. С. Шальных и описаны А. Г. Вологдиным [2], как и любых других органических остатков, весьма сомнительна. В процессе проведения геологичес-

кой съемки северной части Приполярного Урала и многолетних специализированных геологических исследований на этой территории мы многократно пытались повторить находки ископаемых водорослей в карбонатных породах шокуринской свиты, но безуспешно. Не увенчались успехом предпринятые в этом направлении усилия и других геологов, например, В. Н. Иванова и его коллег [5]. Учитывая, что выходы шокуринской свиты в северо-восточном крыле Хобеизской антиклинали находятся в зоне интенсивного развития разрывных нарушений (рис. 2), в ее разрезе могут быть «чужеродные» линзы более молодых отложений. В частности, в непосредственной близости от крупного выхода шокуринской свиты в истоках рек Хасаварки и Балбанью обнажается широкая полоса слабометаморфизованной карбонатсодержащей мороинской свиты, фрагменты которой могут присутствовать в поле распространения шокуринских мраморов. Заключение А. Г. Вологдина о возрасте карбонатных пород, содержащих остатки трубчатых синезеленых водорослей (ранний протерозой или начало позднего протерозоя), не выглядит бесспорным. Так, в источнике [5] со ссылкой на отчетные материалы О. А. Кондияйна и его соавторов отмечается, что род *Murandavia* распространен в постранирифейских отложениях, а *Nelcanella* sp. является «сквозной» формой.

Геохронологические данные

Для уточнения возраста шокуринской свиты и основных возрастных рубежей метаморфического преобразования пород было выполнено изотопно-геохронологическое изучение цирконов из прослоя кварцитов (проба 51), залегающих среди карбонатсодержащих слюдястых кристаллических сланцев на правобережье р. Хасаварки в ее среднем течении (рис. 2). В породе циркон представлен тремя морфотипами. Первый из них составляют детритовые цирконы светло-розового цвета округлой, обычно шаровидной формы размером 50–250 мкм. Поверхность зерен равномерно шероховатая. Второй морфотип представлен цирконами «гранулитового» типа. Кристаллы размером 50–200 мкм также шаровидные, но с обилием граней и гладкой блестящей поверхностью. Цвет зерен темно-розовый. Оптическая зональность отсутствует. Третий преобладающий в пробе морфотип — бесцветные и бледно окрашенные розовые призматические цирконы «мигматитового» типа с хорошо выраженной оптической зональностью. Размер зерен по длинной оси 100–300 мкм.

Изотопные датировки были получены по 50 зернам цирконов. Четыре возрастных определения с высокой степенью дискордантности ($D \geq 10\%$) были исключены из рассмотрения. Изотопно-геохронологические данные по оставшимся 46 определениям приведены в таблице, а гистограмма распределения датировок цирконов показана на рис. 3. При этом за время кристаллизации цирконов нами был принят возраст, вычисленный по отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, так как для целей данной работы наибольший интерес представляют датировки, превышающие 1 млрд лет. Как видно из таблицы, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -изотопный возраст детритовых цирконов находится в интервале (2901 ± 30) —

¹ Типизация метаморфогенных цирконов дается по А. А. Краснобаеву [9] и Ю. И. Пыстиной [15]. Цирконы «гранулитового» типа — изометричные, часто шаровидные слабозональные или незональные кристаллы с обилием граней; цирконы «мигматитового» типа — отчетливо зональные призматические кристаллы. Подробно вопрос типизации метаморфогенных цирконов из гнейсомигматитовых комплексов Урала рассмотрен в монографии Ю. И. Пыстиной и А. М. Пыстина [16].

Рис. 2. Схема геологического строения северной части Приполярного Урала: 1 — няртинский гнейсомигматитовый комплекс (PR₁); 2 — маньхобеинская свита (PR₁); 3 — шокуринская свита (PR₁); 4 — пуйвинская свита (RF₂?); 5 — верхнерифейские отложения (RF₃) нерасчлененные; 6 — палеозойские отложения (Є₃—О) нерасчлененные; 7 — граниты; 8 — разломы; 9 — границы стратиграфических, интрузивных и метаморфических подразделений; 10 — границы стратиграфических несогласий; черный кружок — место отбора пробы 51

Fig. 2. Scheme of the geological structure of the northern part of the Subpolar Urals: 1 — Nyartín gneiss-migmatite complex (PR₁); 2 — Manhobeyu suite (RF₂?); 3 — Shshokurya suite (RF₂?); 4 — the Puyva suite (RF₂?); 5 — Upper Riphean deposits (RF₃) undivided; 6 — Paleozoic deposits (Є₃—O) undivided; 7 — granites; 8 — faults; 9 — boundaries of stratigraphic, intrusive and metamorphic divisions; 10 — boundaries of stratigraphic disagreements; Black mugs — sampling site 51

Рис. 3. Гистограмма распределения и график плотности вероятности $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возрастов цирконов из кварцита шокуринской свиты (проба 51). На гистограмме показаны цирконы: детритовые — точками, «гранулитовые» — серым тоном, «мigmatитовые» — без цветовой и штриховой нагрузки

Fig. 3. The histogram of distribution and the graph of the probability density of the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages of zircons from the quartzite of the Shshokurya suite (sample 51). The histogram shows zircons: detritus — with dots, «granulite» — with a gray tone, «migmatite» — without color and stroke load

Результаты U-Pb (LA-ICP-MS)-датирования цирконов из кварцита шокуринской свиты (проба 51)

Results of U-Pb (LA-ICP-MS)-dating of zircons from quartzite of Shchokurya suite (sample 51)

Номер зерна Grain number	Изотопные отношения $\pm 1\sigma$ (1 σ) Isotope ratios $\pm 1\sigma$ (1 σ)		Rho	Возраст $\pm 1\sigma$, млн лет Age $\pm 1\sigma$, My		D, %	Th/U
	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		
1	0.5972 $\pm$ 0.9	17.2343 $\pm$ 1.5	0.60	3019 $\pm$ 22	2901 $\pm$ 27	-2.34	0.28
2	0.5603 $\pm$ 1.1	15.1282 $\pm$ 2.3	0.47	2868 $\pm$ 25	2792 $\pm$ 38	-1.56	0.15
3	0.5439 $\pm$ 1.1	14.3316 $\pm$ 2.3	0.47	2800 $\pm$ 25	2752 $\pm$ 39	-0.99	0.10
4	0.5252 $\pm$ 1.2	13.6145 $\pm$ 2.5	0.47	2721 $\pm$ 26	2725 $\pm$ 41	0.08	0.84
5	0.5447 $\pm$ 1.2	14.0509 $\pm$ 2.7	0.45	2803 $\pm$ 28	2717 $\pm$ 44	-1.78	0.42
6	0.4954 $\pm$ 1.1	12.5864 $\pm$ 2.3	0.48	2594 $\pm$ 24	2692 $\pm$ 39	2.13	0.05
7	0.5067 $\pm$ 1.0	12.7579 $\pm$ 1.8	0.56	2642 $\pm$ 22	2677 $\pm$ 31	0.74	0.94
8	0.4931 $\pm$ 0.9	12.0733 $\pm$ 1.6	0.58	2584 $\pm$ 20	2631 $\pm$ 29	1.01	0.83
9	0.5177 $\pm$ 1.0	12.6571 $\pm$ 1.9	0.52	2689 $\pm$ 22	2628 $\pm$ 33	-1.30	0.75
10	0.4814 $\pm$ 1.2	11.4390 $\pm$ 2.5	0.46	2533 $\pm$ 24	2581 $\pm$ 42	1.04	0.48
11	0.4780 $\pm$ 1.1	11.2396 $\pm$ 2.2	0.48	2519 $\pm$ 22	2563 $\pm$ 37	0.98	0.04
12	0.5027 $\pm$ 1.1	11.5699 $\pm$ 2.2	0.49	2626 $\pm$ 23	2527 $\pm$ 37	-2.11	0.06
13	0.5602 $\pm$ 1.0	12.8817 $\pm$ 2.1	0.49	2868 $\pm$ 24	2525 $\pm$ 36	-6.85	0.35
14	0.4843 $\pm$ 0.9	9.7324 $\pm$ 1.7	0.55	2546 $\pm$ 20	2297 $\pm$ 31	-5.35	0.07
15	0.3949 $\pm$ 1.1	7.5958 $\pm$ 2.3	0.47	2145 $\pm$ 20	2221 $\pm$ 40	1.82	0.26
16	0.4069 $\pm$ 1.1	7.5372 $\pm$ 2.5	0.45	2201 $\pm$ 21	2156 $\pm$ 44	-1.06	0.31
17	0.4113 $\pm$ 0.9	6.7471 $\pm$ 1.6	0.58	2221 $\pm$ 17	1941 $\pm$ 30	6.41	0.25
18	0.3974 $\pm$ 0.8	6.4764 $\pm$ 1.6	0.57	2157 $\pm$ 17	1929 $\pm$ 31	-5.30	0.47
19	0.3547 $\pm$ 1.0	5.7564 $\pm$ 1.9	0.53	1958 $\pm$ 17	1921 $\pm$ 36	-0.91	0.34
20	0.3567 $\pm$ 1.0	5.6898 $\pm$ 1.7	0.56	1967 $\pm$ 16	1891 $\pm$ 33	-1.87	2.05
21	0.3258 $\pm$ 1.1	5.1535 $\pm$ 2.3	0.47	1817 $\pm$ 18	1877 $\pm$ 43	1.55	0.05
22	0.3562 $\pm$ 0.9	5.6132 $\pm$ 1.6	0.58	1964 $\pm$ 16	1869 $\pm$ 31	-2.35	0.25
23	0.3619 $\pm$ 1.2	5.6732 $\pm$ 2.6	0.44	1991 $\pm$ 20	1860 $\pm$ 47	-3.21	0.19
24	0.3053 $\pm$ 1.2	4.7760 $\pm$ 2.6	0.45	1718 $\pm$ 18	1856 $\pm$ 47	3.67	0.50
25	0.4101 $\pm$ 1.2	7.0541 $\pm$ 2.6	0.45	2216 $\pm$ 22	2026 $\pm$ 46	-4.39	1.03
26	0.3553 $\pm$ 1.0	5.7322 $\pm$ 1.9	0.52	1960 $\pm$ 17	1911 $\pm$ 36	-1.21	0.44
27	0.3670 $\pm$ 1.0	5.7362 $\pm$ 2.0	0.51	2015 $\pm$ 18	1854 $\pm$ 37	-3.89	0.48
28	0.3286 $\pm$ 1.1	5.0922 $\pm$ 2.5	0.45	1831 $\pm$ 18	1839 $\pm$ 45	0.19	0.30
29	0.3397 $\pm$ 1.0	5.1235 $\pm$ 1.9	0.52	1886 $\pm$ 16	1789 $\pm$ 37	-2.41	0.35
30	0.3524 $\pm$ 1.0	5.2496 $\pm$ 1.7	0.55	1946 $\pm$ 16	1767 $\pm$ 33	-4.38	1.11
31	0.2663 $\pm$ 0.9	3.9598 $\pm$ 1.6	0.58	1522 $\pm$ 12	1764 $\pm$ 31	6.84	0.19
32	0.2765 $\pm$ 1.0	4.0813 $\pm$ 2.0	0.51	1574 $\pm$ 14	1750 $\pm$ 37	4.88	0.05
33	0.2083 $\pm$ 1.0	2.3423 $\pm$ 1.9	0.52	1220 $\pm$ 11	1234 $\pm$ 38	0.43	0.43
34	0.1792 $\pm$ 1.0	1.9437 $\pm$ 2.2	0.47	1063 $\pm$ 10	1164 $\pm$ 45	3.18	0.35
35	0.2053 $\pm$ 1.0	2.2218 $\pm$ 2.1	0.49	1204 $\pm$ 11	1159 $\pm$ 43	-1.31	0.37
36	0.0795 $\pm$ 1.2	0.7011 $\pm$ 3.3	0.37	493 $\pm$ 6	740 $\pm$ 70	9.37	0.72
37	0.1178 $\pm$ 1.1	1.0335 $\pm$ 2.6	0.43	718 $\pm$ 8	729 $\pm$ 56	0.38	0.89
38	0.0749 $\pm$ 1.1	0.6299 $\pm$ 2.9	0.40	466 $\pm$ 5	639 $\pm$ 62	6.55	0.24
39	0.0805 $\pm$ 1.2	0.6706 $\pm$ 3.2	0.37	499 $\pm$ 6	617 $\pm$ 69	4.37	0.98
40	0.0818 $\pm$ 0.9	0.6558 $\pm$ 2.0	0.48	507 $\pm$ 5	535 $\pm$ 46	1.03	0.95
41	0.0792 $\pm$ 1.2	0.6221 $\pm$ 2.9	0.41	491 $\pm$ 6	491 $\pm$ 64	0.00	0.60
42	0.0800 $\pm$ 1.0	0.6240 $\pm$ 2.2	0.44	496 $\pm$ 5	476 $\pm$ 51	-0.73	0.93
43	0.0845 $\pm$ 1.0	0.6578 $\pm$ 2.1	0.48	523 $\pm$ 5	469 $\pm$ 48	-1.85	1.42
44	0.0841 $\pm$ 1.0	0.6448 $\pm$ 2.1	0.47	521 $\pm$ 5	437 $\pm$ 49	-2.92	0.56
45	0.0622 $\pm$ 1.5	0.4714 $\pm$ 4.8	0.31	389 $\pm$ 6	410 $\pm$ 106	0.74	0.77

Примечание. Мофотипы цирконов: детритовые (1—15), «гранулитовые» (15—24), «мигматитовые» (25—45).

Note. Zircon mofotypes: detritus (1—15), «granulite» (15—24), «migmatite» (25—45).

(2221 $\pm$ 40) млн лет. Основная возрастная популяция цирконов этого морфотипа (2792—2525 млн лет) включает двенадцать датировок. По цирконам «гранулитового» типа максимальное значение $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -возраста (2156 $\pm$ 44 млн лет) в пределах погрешности совпадает с изохронным возрастом «гранулитовых» цирконов из гнейсов няринского комплекса (2127 $\pm$ 31 млн лет). Более низкие цифры, полученные для цирконов «гранулитового» типа (1941—1856 млн лет), обусловлены, по-видимому, нарушением

изотопных систем и «омоложением» возрастных определений при повторном метаморфизме и гранитизации, время проявления которых фиксируется датировками цирконов «мигматитового» типа: 2026—1750, 1234—1159 и 740—410 млн лет.

Приведенные геохронологические данные указывают на раннепротерозойский возраст наиболее ранних эпизодов в истории метаморфизма шокуринской свиты (не менее 2.1 млрд лет назад). Этот рубеж может быть принят

за время завершения формирования терригенно-карбонатного субстрата свиты, а нижний возрастной рубеж, скорее всего, следует ограничить минимальным возрастом основной популяции терригенных цирконов (около 2.5 млрд лет), так как более молодые датировки этих цирконов ((2297 ± 31) и (2221 ± 40) млн лет) могут быть следствием их «омоложения» в связи с частичным нарушением изотопных систем в цирконах в условиях полиметаморфизма.

Заключение

Таким образом, результаты изотопно-геохронологических исследований детритовых и метаморфогенных цирконов из кварцитов шокуринской свиты, с учетом ранее проведенного сравнительного анализа структурных, петрографических и минералогических особенностей докембрийских образований Приполярного Урала, позволяют сделать заключение о том, что рассматриваемая свита относится к нижнепротерозойским стратонам и сформировалась в интервале около 2.5—2.1 млрд лет назад. Этим подтверждается возможность корреляции шокуринской свиты с онежской серией Карелии, принадлежащей к верхам разреза нижнего протерозоя [8]. По недавно полученным данным, возраст базитов из субвулканических даек, залегающих в разрезе онежской серии, определенный U-Pb изохронным методом по цирконам, равен (2150 ± 60) и (2180 ± 60) млн лет [7]. Приведенные датировки вполне вписываются в предполагаемый нами интервал формирования шокуринской свиты. Провинциальной особенностью шокуринской свиты, отличающей ее от онежской серии, как, впрочем, и для многих других докембрийских стратонов, содержащих карбонатные толщи, более характерны доломиты. На эту аномальную особенность шокуринской свиты впервые обратил внимание Я. Э. Юдович и объяснил ее формированием пород в условиях сухого климата и ослабленного континентального выветривания [3]. Несомненно, этот факт необходимо учитывать в дальнейшем при проведении региональных палеоклиматических и палеогеодинамических реконструкций.

Новое представление о геологической позиции и возрасте шокуринской свиты заставляет нас обратиться к схемам стратиграфии, разработанным в середине прошлого века [11, 19], где в качестве базального стратиграфического подразделения верхнедокембрийского разреза Приполярного Урала предлагалась ошизкая свита (в современном понимании ошизская толща пуйвинской свиты) средне- или позднерифейского возраста. Уточнение в эти схемы вносит предлагаемое нами изменение стратиграфической позиции шокуринской свиты, включение ее наряду с няртинским комплексом и маньхобеинской свитой (точнее, диафторитов по высокотемпературным метаморфитам) в состав дорифейского структурного этажа.

Исследования проведены в рамках НИР ИГ Коми НЦ УрО РАН ГР № АААА-А17-117121270035-0 и при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 18-5-5-19.

Литература

1. Белякова Л. Т. Геосинклинальный рифей севера Урала: Автореф. канд. дис. М., 1972. 26 с.

2. Вологдин А. Г. К открытию остатков протерозойских водорослей на Дальнем Востоке и на Урале // Докл. АН СССР. 1967. Т. 175. № 4. С. 926—928.

3. Геохимия древних толщ севера Урала / Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис, А. В. Мерц и др. Сыктывкар: Геопринт, 2002. 333 с.

4. Глубинное строение Тимано-Североуральского региона / Отв. ред. А. М. Пыстин. Сыктывкар: Геопринт, 2011. 261 с.

5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-41-XXV. Объяснительная записка / В. Н. Иванов, Т. Б. Жаркова, И. Ю. Курзанов и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2001а. 210 с.

6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000. Лист Q-40, 41— Воркута. Объяснительная записка / Н. Г. Берлянд, В. М. Богомазов, Г. В. Важенин и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2001б. 342 с.

7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000. Серия Балтийская. Лист Р-35, 36 — Петрозаводск. Объяснительная записка / А. В. Максимов, Ю. Б. Богданов, О. А. Воинова и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 400 с.

8. Докембрий континентов / В. П. Арсентьев, Ю. Р. Беккер, А. В. Благонравов и др. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.

9. Краснобаев А. А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 152 с.

10. Львов К. А. Стратиграфия протерозоя и нижнего палеозоя Приполярного Урала // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 35. 1959. С. 51—73.

11. Пучков В. Н. Структурные связи Приполярного Урала и смежной части Русской платформы. Л.: Наука, 1975. 208 с.

12. Пыстин А. М. Карта метаморфизма Приполярного и южной части Полярного Урала / Коми НЦ УрО АН СССР. Сыктывкар, 1991. 20 с. (Научные доклады).

13. Пыстин А. М. Полиметаморфические комплексы западного склона Урала. СПб.: Наука, 1994. 208 с.

14. Пыстин А. М., Пыстина Ю. И. Базальные отложения верхнего докембрия в Тимано-Североуральском регионе // Литосфера. 2014. № 3. С. 41—50.

15. Пыстина Ю. И. Минералогическая стратиграфия метаморфических образований Приполярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 124 с.

16. Пыстина Ю. И., Пыстин А. М. Цирконовая летопись уральского докембрия. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2002. 167 с.

17. Пыстина Ю. И., Пыстин А. М. Новые данные о палеопротерозойском возрасте метаморфизма пород няртинского комплекса (Приполярный Урал) // Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Материалы всерос. науч. конф. с международ. участием. Сыктывкар: Гепринт, 2017. С. 181—183.

18. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: Уралгеолком, 1993.

19. Фишман М. В., Голдин Б. А. Гранитоиды центральной части Приполярного Урала. Л.: Наука, 1963. 105 с.

20. Хубанов В. Б., Буянтеев М. Д., Цыганков А. А. U-Pb изотопное датирование цирконов из PZ3-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.

Reference

1. Belyakova L. T. *Geosinklinalnyy rifey severa Urala* (Geosynclinal Riphean of the North of the Urals). Author's abstract. Cand. Dis., Moscow, 1972, 26 p.
2. Vologdin A. G. *K otkrytiyu ostatkov proterozoysskikh vodorosley na Dal'nem Vostoke i na Urale* (On the discovery of the remnants of Proterozoic algae in the Far East and the Urals). DAN (Proceed. AS USSR). 1967, V. 175, No. 4, pp. 926—928.
3. *Geokhimiya drevnikh tolshch severa Urala* (Geochemistry of the ancient strata of the north of the Urals). Ya. E. Yudovich, M. P. Ketris, A. V. Merz et al. Syktyvkar: Geoprint, 2002, 333 p.
4. *Glubinnoye stroyeniye Timano-Severouralskogo regiona* (The deep structure of the Timan-Severouralsk region). Head Ed. A. M. Pystin. Syktyvkar: Geoprint, 2011, 261 p.
5. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:200 000. Seriya Severo-Ural'skaya. List Q-41-XXV. Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 200 000. Series North-Urals. Sheet Q-41-XXV. Explanatory note). V. N. Ivanov, T. B. Zharkova, I. Yu. Kurzanov, et al. St. Petersburg: Cartographic Factory VSEGEI, 2001a, 210 p.
6. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1000000. List Q-40, 41—Vorkuta. Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 1,000,000. Sheet Q-40, 41 — Vorkuta. Explanatory note). N. G. Berlyand, V. M. Bogomazov, G. V. Vazhenin et al. St. Petersburg: Cartographic factory VSEGEI, 2001b, 342 p.
7. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy federatsii. Masshtab 1:1 000 000. Seriya Baltiyskaya. List P-(35), 36—Petrozavodsk. Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000. Series Baltic. Sheet P-35, 36 — Petrozavodsk. Explanatory note). A. V. Maksimov, Yu. B. Bogdanov, O. A. Voinova et al. St. Petersburg: Cartographic factory VSEGEI, 2015, 400 p.
8. *Dokembriy kontinentov* (Precambrian continents). V. P. Arsent'ev, Yu. R. Becker, A. V. Blagonravov et al. Novosibirsk: Nauka, 1978, 320 p.
9. Krasnobayev A. A. *Tsirkon kak indikator geologicheskikh protsessov* (Zircon as an indicator of geological processes). Moscow: Nauka, 1986, 152 p.
10. Lvov K. A. *Stratigrafiya proterozoya i nizhnego paleozoya Pripolyarnogo Urala* (Stratigraphy of the Proterozoic and Lower Paleozoic of the Subpolar Urals). Sc. works of the Geol. Institute of the AS USSR. Is. 35, 1959, pp. 51—73.
11. Puchkov V. N. *Strukturnyye svyazi Pripolyarnogo Urala i smezhnoy chasti Russkoy platformy* (Structural relations of the Subpolar Urals and the adjacent part of the Russian platform). Leningrad: Nauka, 1975, 208 p.
12. Pystin A. M. *Karta metamorfizma Pripolyarnogo i yuzhnoy chasti Polyarnogo Urala* (Map of metamorphism of the Subpolar and southern part of the Polar Urals). A series of preprints «Scientific reports». Syktyvkar: Komi SC UB RAS, Syktyvkar, 1991, 20 p.
13. Pystin A. M. *Polimetamorficheskiye komplekсы zapadnogo sklona Urala* (Polymetamorphic complexes of the western slope of the Urals). St. Petersburg: Nauka, 1994, 208 p.
14. Pystin A. M., Pystina Yu. I. *Bazalnyye otlozheniya verkhnego dokembriya v Timano-Severouralskom regione* (Basal deposits of the Upper Precambrian in the Timan-Severouralsk region). Lithosphere, 2014, No. 3, pp. 41—50.
15. Pystina Yu. I. *Mineralogicheskaya stratigrafiya metamorficheskikh obrazovaniy Pripolyarnogo Urala* (Mineralogical stratigraphy of metamorphic formations of the Subpolar Urals). Ekaterinburg: UB RAS, 1997, 124 p.
16. Pystina Yu. I., Pystin A. M. *Tsirkonovaya letopis uralskogo dokembriya* (Zircon chronicle of the Ural Precambrian). Ekaterinburg: UB RAS, 2002, 167 p.
17. Pystina Yu. I., Pystin A. M. *Novyye dannyye o paleoproterozoysskom vozraste metamorfizma porod nyartinskogo kompleksa (Pripolyarnyy Ural)* (New data on the Paleoproterozoic age of the metamorphism of the rocks of the Nyartinsk complex (Subpolar Urals)). Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with international participation «Geodynamics, matter, ore genesis of the Eastern European platform and its folded frame». Syktyvkar: Geoprint, 2017, pp. 181—183.
18. *Stratigraficheskiye skhemy Urala (dokembriy, paleozoy)* (Stratigraphic diagrams of the Urals (Precambrian, Paleozoic)). Ekaterinburg: Uralsgeolkom, 1993.
19. Fishman M. V., Goldin B. A. *Granitoidy tsentralnoy chasti Pripolyarnogo Urala* (Granitoids of the central part of the Subpolar Urals). Leningrad: Nauka, 1963, 105 p.
20. Khubanov V. B., Buyantuyev M. D., Tsygankov A. A. *U-Pb-izotopnoye datirovaniye tsirkonov iz PZ3-MZ magmaticheskikh kompleksov Zabaykal'ya metodom magnitno-sektornoy mass-spektrometrii slazernymprobootborom: protsedura opredeleniya i sopostavleniya s SHRIMP dannymi* (U-Pb-isotope dating of zircons from PZ3-MZ magmatic complexes of the Transbaikalian region using the method of magnetic-sector mass spectrometry with a slice sampling: the procedure of determination and comparison with SHRIMP data). Geology and geophysics. 2016, V. 57, No. 1, pp. 241—258.