ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ВОЗРАСТ МАНЬХОБЕЙНСКОЙ СВИТЫ (RF₁?) НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

А. М. Пыстин, Ю. И. Пыстина

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

pystin@geo.komisc.ru

Рассмотрены геологическая позиция и возраст маньхобейнской свиты на Приполярном Урале, которая в современных стратиграфических схемах относится к ниже- или среднерифейским образованиям и рассматривается в качестве базальных отложений верхнего докембрия этого района, являющегося стратотипическим для докембрия всего Тимано-Североуральского региона. На основе результатов новых изотопно-геохронологических исследований с учетом имеющихся геологических данных (структурных, петрологических, минералогических) дается обоснование представления о том, что маньхобейнская свита не может рассматриваться как самостоятельное стратиграфическое подразделение. Она представляет собой породную ассоциацию преимущественно низкотемпературных диафторитов и катаклазитов по высокотемпературным метаморфитам, аналогичных тем, которыми сложен нижнедокембрийский няртинский комплекс.

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

GEOLOGICAL POSITION AND AGE OF THE MAN'HOBEYU SUITE (RF₁?) IN THE SUBPOLAR URALS

A. M. Pystin, Yu. I. Pystina

Institute of Geology of the Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The geological position and age of the Man'hobeyu suite in the Subpolar Urals are considered, which in modern stratigraphic schemes refers to the Lower or Middle Riphean formations and is considered as the basal deposits of the Upper Precambrian of this region, which is stratotype for the Precambrian of the entire Timan-Northern Ural region. Based on the results of new isotope-geochronological studies, taking into account the available geological data (structural, petrological, mineralogical), the rationale for the idea, that the Man'hobeyu suite cannot be regarded as an independent stratigraphic subdivision is given. It is a rock association of predominantly low-temperature diaphthorites and cataclasites in high-temperature metamorphites, analogous to those of which the Lower Precambrian Nyartin complex consists.

Isotopic-geochronological data make it possible to unambiguously classify the metamorphosed rocks, which is allocated as the Man'hobeyu suite, to the Lower Precambrian formations. At the same time, the most preferable assumption is the Early Proterozoic age of the protoliths of the metamorphic rocks of both the Man'hobeyu suite and the Nyartin complex.

Keywords: Subpolar Ural, Upper Precambrian, basal sediments, zircon, isotope age.

Введение

Разрез докембрийский образований на Приполярном Урале является стратотипическим для всего Тимано-Североуральского региона. В сравнении с другими районами развития докембрия на севере Урала и Тимане, Приполярный Урал считается относительно хорошо изученным. Здесь начиная с середины прошлого века проводятся систематические геолого-съемочные, поисковые и геолого-разведочные работы. Имеются геологические карты масштаба 1:1000000 и 1:200000 и несколько поколений крупномасштабных карт. В результате многолетних исследований установлены структурные особенности территории, довольно детально разработаны вопросы магматизма и метаморфизма, выявлены стратиграфические последовательности. Тем не менее в геологии докембрия этой территории остается целый ряд нерешенных проблем и спорных вопросов. Пожалуй, наиболее обсуждаемыми являются вопросы о геологическом строении нижней части верхнедокембрийского разреза Приполярного Урала и нижнем возрастном рубеже базальных отложений рифея.

В современных стратиграфических схемах приполярноуральского докембрия в основании верхнедокембрийского разреза выделяется существенно метатерригенная маньхобейнская свита. Несмотря на то, что этот стратон в стратиграфической схеме Приполярного Урала был закреплён еще в 1977 г. решением Третьего

Уральского межведомственного совещания, ряд уральских геологов до сих пор придерживается более ранних стратиграфических построений М. В. Фишмана и Б. А. Голдина [19], а также В. Н. Пучкова [10], в которых маньхобейнская свита отсутствует, а верхнедокембрийский разрез начинается с ошизской свиты (толщи), которая в современных схемах относится к среднему или верхнему рифею. Следует также отметить, что у исследователей, признающих правомерность выделения маньхобейнской свиты, нет единой позиции в оценке возраста этого стратиграфического подразделения: ранний или средний рифей.

Целью настоящей статьи является критическая оценка имеющихся данных о стратиграфической позиции маньхобейнской свиты и анализ результатов новых изотопно-геохронологических исследований для уточнения возраста этого геологического объекта.

История выделения свиты, стратиграфическая позиция и геологическая характеристика

Маньхобейнская свита (RF₁) была выделена Л. Т. Беляковой [1] из состава николайшорской свиты (PR₁), по М. В. Фишману и Б. А. Голдину [19]. Частично в разрез свиты были включены терригенные отложения, ранее относившиеся к хобейнской (RF₃) и саранхапнерской (Є₃–O₁) свитам.

Маньхобеинская свита сложена двуслюдяными и мусковитовыми кристаллическими сланцами, переслаивающимися с хлорит-амфиболовыми сланцами и слюдястыми полевошпатовыми кварцитами. По данным Л. Т. Беляковой [1] и некоторых других исследователей, в основании свиты фрагментарно отмечаются грубообломочные породы. Так, авторы геологической карты масштаба 1:200000 [5] выделяют в разрезе маньхобеинской свиты в верховьях р. Хальмерью базальный груботерригенный горизонт мощностью 200–220 м ритмично переслаивающихся метаконгломератов, аркозовых метагравелитов, гравелитистых метапесчаников, метаалевропесчаников с постепенными переходами псаммитовых разностей в породы гнейсовидного облика. Мощность свиты, по оценкам разных авторов, может изменяться от 250 до 2100 м.

Выделение в разрезе приполярноуральского докембрия маньхобеинской свиты и уточнение стратиграфической позиции карбонатно-терригенной шокуринской свиты, а именно ее залегание под ошизской толщей пуйвинской свиты, а не над пуйвинской свитой, как это предполагали предыдущие исследователи [7, 19], позволило Л. Т. Беляковой предложить новую схему стратиграфии допалеозойских отложений Приполярного Урала, сопоставимую со схемой стратиграфии разновозрастных отложений в стратотипическом

разрезе Башкирского антиклинория. По-видимому, появившаяся возможность корреляции относительно слабоизученных древних толщ севера Урала с мировым стратотипом рифея способствовала заинтересованному отношению уральского геологического сообщества к схеме, предложенной Л. Т. Беляковой. Она была рассмотрена и принята на Третьем (в 1977 г.), а затем и на Четвертом (1990 г.) Уральском межведомственном стратиграфическом совещании [18]. В соответствии с этой схемой в разрезе рассматриваемого района выделяются (снизу вверх): няртинский метаморфический комплекс (PR_1), маньхобеинская и шокуринская свиты (RF_1), пуйвинская свита, включающая базальную ошизскую толщу (FR_2), хобеинская и мороинская (санаизская, манарагская) свиты (FR_3), саблегорская (FR_3-V_1) и лаптопайская (V_2) свиты (рис. 1, 2). То есть в разрезе полярноуральского докембрия, как и в стратотипической местности, выделены стратоны, представляющие все подразделения верхнего протерозоя: бурзаний, юрматиний, каратавий и венд.

Основанием для отнесения маньхобеинской свиты к нижнему рифею послужило залегание ее под шокуринской свитой, в которой по сборам В. С. Шальных были установлены остатки трубчатых водорослей *Nelcanella* sp. и новый вид *Murandavia Magna* Vol., сходные по внешнему виду и строению с водорослями му-

Рис. 1. Схема геологического строения северной части Приполярного Урала: 1 — няртинский гнейсомигматитовый комплекс (PR_1); 2 — маньхобеинская свита (PR_1); 3 — шокуринская свита (PR_1); 4 — пуйвинская свита (RF_2); 5 — верхнерифейские отложения (RF_3) нерасчлененные; 6 — палеозойские отложения (C_3-O) нерасчлененные; 7 — граниты; 8 — разломы; 9 — границы стратиграфических, интрузивных и метаморфических подразделений; 10 — границы стратиграфических несогласий; черный кружок — место отбора пробы 15

Fig. 1. Scheme of the geological structure of the northern part of the Subpolar Urals
1 — Nyartinsk gneiss-migmatite complex (PR_1); 2 — Man'hobeyu suite (PR_1); 3 — Schokurya suite (PR_1); 4 — Puyva suite (RF_2); 5 — Upper Riphean deposits (RF_3), undivided; 6 — Paleozoic deposits (C_3-O), undivided; 7 — granites; 8 — faults; 9 — boundaries of stratigraphic, intrusive and metamorphic divisions; 10 — boundaries of stratigraphic disagreements; Black circle — sampling site 15

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

Рис. 2. Схема стратиграфии докембрийских образований Приполярного Урала (по [18])

Fig. 2. Scheme of stratigraphy of Precambrian formations of the Subpolar Urals (according to [18])

рандавской свиты Мал. Хингана и гонамской свиты Саяно-Муйского района Сибири. На основании этих находок А. Г. Вологдин [2] датировал отложения щокуринской свиты нижним протерозоем или низами верхнего протерозоя.

Позднее при геологическом доизучении и подготовке к изданию карт масштаба 1:200000 [5] и 1:1000000 [6] авторы цитируемых работ сочли необходимым переместить маньхобеинскую свиту на среднерифейский уровень, не изменив при этом названия и возрастную последовательность стратонов по Л. Т. Беляковой.

Основанием для нового представления о возрасте свиты для В. Н. Иванова и его коллег [5] послужили полученные ими изотопные U-Pb-датировки цирконов из нижележащего няртинского комплекса — 1498 и 1509 млн лет, а также из гранитизированных кварцевых метаконгломератов маньхобеинской свиты — 1263 млн лет.

Для авторов карты масштаба 1:1000000, подготовленной под редакцией О. А. Кондияйна [6], основанием для изменения возраста маньхобеинской свиты явилось ее залегание под среднерифейской шокуринской свитой. В свою очередь, среднерифейский возраст шокуринской свиты обосновывался тем, что она по литологическим особенностям и положению в разрезе аналогична мойвинской свите Северного Урала, имеющей палеонтологически обоснованный среднерифейский возраст. Кроме того, на среднерифейский возраст, по мнению О. А. Кондияйна и его соавторов, может указывать обогащенность пород шокуринской свиты барием, что позволяет сопоставлять ее с авзянской свитой среднего рифея стратотипической местности в Башкирском антиклинории на Южном Урале [3].

Другая трактовка стратиграфической позиции и первичной природы породной ассоциации, выделяемой как маньхобеинская свита, была предложена авторами настоящей статьи на основе результатов, полученных при геологическом доизучении северной части Приполярного Урала (бассейн р. Кожим) в масштабе 1:50000 в 80–90-е годы прошлого столетия [11, 12], а также последующих многолетних структурно-петрологических исследований рассматриваемой территории [4, 14, 16 и др.]. Ревизия обнажений маньхобеинской свиты показала, что грубообломочные образования в ее составе имеют явно катакlastическую и диафторическую природу и сформировались за счет кристаллических сланцев и других метаморфических пород, аналогичных тем, которыми сложен няртинский комплекс. Было установлено, что в некоторых случаях к маньхобеинской свите отнесены очковые гранитогнейсы, имеющие постепенные переходы к гнейсовидным гранитам, слагающим небольшие автохтонные массивы среди метаморфических пород няртинского комплекса, например в бассейне руч. Кожимвож (левый приток р. Кожим). Было также показано, что среди низкотемпературных метаморфических пород маньхобеинской свиты присутствуют реликты высокотемпературных метаморфитов (гранатовых амфиболитов и гранат-слюдяных кристаллических сланцев). Было установлено, что по структурным признакам маньхобеинская свита аналогична няртинскому комплексу и резко отличается от заведомо верхнедокембрийских отложений (пуйвинской, хобеинской, мороинской и вышезалегающих свит). Позднее на основе специализированных структурных и микроструктурных исследований было обосновано представление о том, что няртинский комплекс и маньхобеинская свита (а также, возможно, и щокуринская свита) относятся к одному структурному этажу [8, 9 и др.]. То есть структурно-вещ-

венные особенности маньхобейнской свиты, отличающие ее от няртинского комплекса, связаны не с первичным составом пород, а в основном с наложенными процессами низкотемпературного метаморфизма и катаклаза. Существенным аргументом в пользу диафторической природы низкотемпературных метаморфитов, которыми сложена маньхобейнская свита, является то, что в этих породах отмечается такой же набор морфотипов метаморфогенных цирконов, как и в метаморфических образованиях няртинского комплекса. В том числе в породах маньхобейнской свиты присутствуют типичные для нижнедокембрийских комплексов Урала цирконы «гранулитового» (округлые многогранники) и «мigmatитового» (призматические кристаллы, часто отчетливо зональные) типов [16]. По этому признаку маньхобейнская свита сопоставима с няртинским комплексом, но резко отличается от перекрывающих толщ с обоснованным палеонтологическими данными позднедокембрийским возрастом, в которых метаморфогенные цирконы отсутствуют.

На основании приведенных выше аргументов мы пришли к выводу, что маньхобейнская свита как самостоятельное стратиграфическое подразделение выделена ошибочно и является составной частью метаморфических образований, слагающих дорифейский структурный этаж. Эта точка зрения отражена в ряде наших публикаций [4, 14, 16 и др.].

Геохронологическое обоснование возраста маньхобейнской свиты

Первое возрастное определение циркона из двуслюдяных кристаллических сланцев, относившихся к маньхобейнской свите (665 ± 25 млн лет), было опубликовано в 1997 г. [15]. Оно получено по короткопризматическому циркону желтовато-коричневого цвета свинцовым термоиохронным методом в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН и интерпретировалось как время проявления одного из этапов метаморфизма пород.

Позднее при геологическом доизучении рассматриваемой территории в масштабе 1:200000 [5] были получены U-Pb-датировки цирконов из гранитизированных метаконгломератов маньхобейнской свиты. Изотопно-геохимические исследования были выполнены в Институте геологии и геохронологии докембрия РАН на масс-спектрометре Finnigan MAT 261. В цитируемом источнике дается возраст 1263 млн лет, который уже упоминался выше. В отчете о геохронологических изотопно-геохимических исследованиях, которые выполнялись в рамках работ по геологическому доизучению, отмечается, что датировки, рассчитанные по отдельным изотопным отношениям, не совпадают (дискордантны), а полученное максимальное значение (1263 ± 3.0) млн лет ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) может оцениваться в качестве минимально возможного возрастного рубежа кристаллизации цирконов. При графической обработке результатов датирования основная часть фигуративных точек возрастов, полученных по цирконам из пород маньхобейнской свиты и няртинского комплекса (няртинской свиты — согласно авторам геологической карты), аппроксимируется линией, которая пересекает конкордию с отметками (1554 ± 31) и (451 ± 13) млн лет. Верхний возраст интерпретируется как время кристаллизации цирконов, нижний — как время наруше-

ния изотопных систем при метаморфическом воздействии на минералы.

По мнению авторов отчета и геологической карты, проанализированные цирконы являются магматическими. Судя по приведенным в работе микрофотографиям, они похожи на метаморфогенные цирконы «мigmatитового» типа. Кристаллизация призматических зональных цирконов в мigmatизированных породах объясняется присутствием жидкой силикатной фазы, и поэтому фактически такие цирконы, действительно, являются магматическими образованиями. Полученные и рассчитанные возрастные значения в интервале 1554–1263 млн лет хорошо сопоставляются с данными U-Pb (SHRIMP-II)-датирования цирконов «мigmatитового» типа из гнейсов няртинского комплекса [13]. Они связываются нами с процессами полиметаморфизма пород.

В последнее время нами была предпринята попытка массового U-Pb (LA-SF-ICP-MS)-датирования детритовых, магматогенных и метаморфогенных цирконов из различных структурно-вещественных комплексов Приполярного Урала, в том числе и из маньхобейнской свиты. U-Pb (LA-SF-ICP-MS)-метод реализован на базе одноколлекторного магнитно-секторного масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой Element XR и установки для лазерной абляции UP-213 в ГИН СО РАН. Обработка данных масс-спектрометрического анализа проводилась с помощью программы Glitter, разработанной Австралийским научным центром GEMOC при Университете Маккуори (г. Сидней). Процедура анализа и расчета возраста приведена в статье В. Б. Хубанова с соавторами [20].

Для U-Pb-датирования цирконов была отображена проба (проба 15) биотит-мусковитового кварцита в истоках р. Хасаварки (правый приток р. Кожим) (рис. 1). В породе резко преобладают цирконы «мigmatитового» типа. Они представлены бесцветными и бледно окрашенными розовыми кристаллами призматического габитуса размером 100–250 мкм. В единичных зернах отмечаются детритовые цирконы. Цирконы «гранулитового» типа в этой пробе, к сожалению, не были обнаружены.

Изотопные датировки получены по пятидесяти зернам цирконов. Десять возрастных определений с высокой степенью дискордантности ($D \geq 10\%$) были исключены из рассмотрения. Изотопно-геохимические и геохронологические данные по сорока зернам приведены в таблице, а распределение датировок — на рис. 3.

По детритовым цирконам получено два значения возраста: (2631 ± 12) и (2520 ± 11) млн лет. Цирконы «мigmatитового» типа показывают большой разброс датировок от (1797 ± 26) до (421 ± 70) млн лет, группирующихся в три возрастных интервала: 1797–1529, 1395–1046 и 768–421 млн лет, которые в целом вполне соотносятся с интервалами датировок аналогичных цирконов в породах няртинского комплекса: 1748–1574, 1284–1204 и 782–634 млн лет. Первый возрастной интервал связан с регрессивными стадиями проявления высокотемпературного метаморфизма и гранитизации, остальные — с наложенными процессами метаморфического и метасоматического преобразования пород.

Минимальное возрастное значение, полученное для детритового циркона (2520 ± 11 млн лет) определяет максимально возможный возраст первично-осадочных

Результаты U-Pb (LA-ICP-MS)-датирования цирконов
из биотит-мусковитового кварцита маньхобеинской свиты (проба 15)
Results of U-Pb (LA-ICP-MS)-dating of zircons
from biotite-muscovite quartzite of the Man'khobeyu suite (sample 15)

Номер зерна	Изотопные отношения $\pm 1\sigma$		Rho	Возраст $\pm 1\sigma$, млн лет		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	0.2988 $\pm$ 0.9	4.5308 $\pm$ 1.2	0.72	1685.30 $\pm$ 13	1797.40 $\pm$ 26	6.65	0.43
2	0.0805 $\pm$ 1.0	0.6627 $\pm$ 2.1	0.50	499.10 $\pm$ 5	591.40 $\pm$ 48	3.45	0.84
3	0.0819 $\pm$ 1.0	0.6632 $\pm$ 1.7	0.53	507.60 $\pm$ 5	554.60 $\pm$ 44	1.77	0.22
4	0.0802 $\pm$ 1.2	0.6886 $\pm$ 2.6	0.46	497.10 $\pm$ 6	682.70 $\pm$ 59	7.00	1.17
5	0.0810 $\pm$ 1.1	0.6276 $\pm$ 2.2	0.49	501.90 $\pm$ 5	458.50 $\pm$ 52	-1.45	1.12
6	0.1056 $\pm$ 1.0	0.9305 $\pm$ 1.8	0.55	647.40 $\pm$ 6	736.20 $\pm$ 41	3.17	0.20
7	0.0817 $\pm$ 0.9	0.6607 $\pm$ 1.6	0.57	506.10 $\pm$ 5	553.10 $\pm$ 40	1.76	0.75
8	0.0779 $\pm$ 1.3	0.5939 $\pm$ 3.1	0.43	483.90 $\pm$ 6	421.00 $\pm$ 71	-2.17	1.04
9	0.0780 $\pm$ 1.1	0.6804 $\pm$ 2.3	0.49	484.30 $\pm$ 5	715.10 $\pm$ 51	8.82	0.73
10	0.0792 $\pm$ 1.4	0.6461 $\pm$ 3.4	0.43	491.40 $\pm$ 7	571.30 $\pm$ 76	2.99	0.82
11	0.1505 $\pm$ 0.9	1.6296 $\pm$ 1.3	0.67	903.60 $\pm$ 8	1159.30 $\pm$ 30	8.64	0.13
12	0.0791 $\pm$ 0.9	0.6425 $\pm$ 1.2	0.69	490.70 $\pm$ 4	562.20 $\pm$ 31	2.67	0.49
13	0.2476 $\pm$ 0.9	3.2476 $\pm$ 1.2	0.71	1426.10 $\pm$ 11	1529.30 $\pm$ 27	7.24	0.40
14	0.0802 $\pm$ 1.2	0.6483 $\pm$ 2.7	0.46	497.20 $\pm$ 6	552.30 $\pm$ 62	2.05	0.66
15	0.0759 $\pm$ 0.9	0.6046 $\pm$ 1.3	0.66	471.50 $\pm$ 4	519.80 $\pm$ 33	1.82	0.84
16	0.0859 $\pm$ 0.9	0.7500 $\pm$ 1.2	0.71	531.10 $\pm$ 4	718.30 $\pm$ 30	6.99	0.04
17*	0.4766 $\pm$ 0.9	10.9626 $\pm$ 1.2	0.73	2512.40 $\pm$ 19	2525.10 $\pm$ 23	0.51	0.59
18	0.1766 $\pm$ 0.9	1.8066 $\pm$ 1.4	0.65	1048.30 $\pm$ 9	1045.80 $\pm$ 32	-0.24	0.60
19	0.0811 $\pm$ 1.1	0.6640 $\pm$ 2.2	0.50	502.70 $\pm$ 5	579.70 $\pm$ 52	2.84	1.20
20	0.0829 $\pm$ 1.1	0.7064 $\pm$ 2.2	0.50	513.20 $\pm$ 6	667.00 $\pm$ 51	5.73	1.15
21*	0.5028 $\pm$ 0.9	12.3466 $\pm$ 1.2	0.72	2625.80 $\pm$ 19	2634.50 $\pm$ 23	0.33	1.04
22	0.2851 $\pm$ 1.2	4.1370 $\pm$ 1.9	0.63	1616.80 $\pm$ 17	1718.10 $\pm$ 37	6.27	0.39
23	0.2925 $\pm$ 1.0	4.0378 $\pm$ 1.5	0.66	1654.10 $\pm$ 15	1625.40 $\pm$ 31	-1.74	0.60
24	0.0785 $\pm$ 1.2	0.6528 $\pm$ 2.4	0.49	487.20 $\pm$ 5	613.70 $\pm$ 55	4.72	1.73
25	0.0818 $\pm$ 1.1	0.6719 $\pm$ 2.2	0.51	507.00 $\pm$ 5	587.10 $\pm$ 50	2.94	0.67
26	0.0773 $\pm$ 1.3	0.6152 $\pm$ 2.8	0.46	479.80 $\pm$ 6	519.40 $\pm$ 65	1.48	0.86
27	0.0845 $\pm$ 1.2	0.6639 $\pm$ 2.7	0.46	522.90 $\pm$ 6	490.10 $\pm$ 62	-1.13	0.98
28	0.1986 $\pm$ 1.1	2.2545 $\pm$ 1.8	0.60	1167.60 $\pm$ 11	1253.70 $\pm$ 37	7.37	0.37
29	0.0869 $\pm$ 1.1	0.7026 $\pm$ 2.3	0.50	537.00 $\pm$ 6	554.30 $\pm$ 52	0.61	1.49
30	0.0758 $\pm$ 1.1	0.6188 $\pm$ 2.0	0.54	471.20 $\pm$ 5	573.80 $\pm$ 46	3.80	0.60
31	0.0782 $\pm$ 1.2	0.5958 $\pm$ 2.4	0.49	485.60 $\pm$ 5	421.60 $\pm$ 56	-2.27	0.57
32	0.0878 $\pm$ 1.1	0.7037 $\pm$ 2.2	0.51	542.60 $\pm$ 6	534.00 $\pm$ 52	-0.29	0.66
33	0.1805 $\pm$ 1.0	1.9011 $\pm$ 1.7	0.60	1069.80 $\pm$ 10	1105.20 $\pm$ 37	3.31	0.36
34	0.2547 $\pm$ 1.1	3.1098 $\pm$ 1.7	0.62	1462.90 $\pm$ 14	1394.50 $\pm$ 35	-4.68	0.43
35	0.3076 $\pm$ 1.1	4.5446 $\pm$ 1.7	0.63	1728.70 $\pm$ 16	1752.10 $\pm$ 33	1.35	0.38
36	0.3140 $\pm$ 1.1	4.4563 $\pm$ 1.7	0.63	1760.50 $\pm$ 17	1677.80 $\pm$ 34	-4.70	0.27
37	0.0844 $\pm$ 1.1	0.6635 $\pm$ 2.1	0.53	522.40 $\pm$ 6	492.20 $\pm$ 49	-1.09	0.97
38	0.2251 $\pm$ 1.1	2.6047 $\pm$ 1.9	0.59	1308.80 $\pm$ 13	1291.40 $\pm$ 39	-1.33	0.25
39	0.2722 $\pm$ 1.1	3.7292 $\pm$ 1.8	0.62	1552.00 $\pm$ 15	1613.00 $\pm$ 35	3.93	0.66
40	0.1865 $\pm$ 1.0	1.9304 $\pm$ 1.6	0.62	1102.40 $\pm$ 10	1071.20 $\pm$ 35	-2.83	0.42

Примечание. звездочкой отмечены номера детритовых цирконов
Note. the asterisk denotes numbers of detrital zircons

пород, по которым образовались биотит-мусковитовые кварциты. Но он может быть и меньше. Отметим, что в гнейсах няртинского комплекса датирован детритовый циркон с изотопным Pb-Pb-возрастом (2210 $\pm$ 25) млн лет [15]. Судя по полученным датировкам цирконов «мигматитового» типа, верхний возрастной рубеж формирования маньхобеинской свиты не может быть выше (1797 $\pm$ 26) млн лет, а учитывая, что в породах маньхобеинской свиты встречаются цирконы «гранулитового» типа, хотя они и не обнаружены в конкретной пробе биотит-мусковитового кварцита, в них проявился и гранулитовый метаморфизм, который в няртинском комплексе датируется U-Pb-возрастом по циркону «гранулитового» типа — (2127 $\pm$ 31) млн лет [17]. По совокупности приведенных данных породная ассоциа-

ция, которая выделяется в современных стратиграфических схемах как маньхобеинская свита, однозначно относится к дорифейским образованиям. По всем признакам, кроме степени метаморфизма пород, она не отличается от няртинского комплекса. При этом низкая степень метаморфизма обусловлена проявлением процессов низкотемпературного диафореза. Это подтверждает высказанное предположение, что маньхобеинская свита как самостоятельное стратиграфическое подразделение выделена ошибочно и является составной частью метаморфических образований, слагающих дорифейский структурный этаж. Имеющиеся датировки по детритовым цирконам дают основание считать наиболее предпочтительным предположение о раннепротерозойском возрасте протолитов метаморфических

Рис. 3. Гистограмма распределения и график плотности вероятности $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -возрастов цирконов из биотит-мусковитового кварцита маньхобеинской свиты (проба 15)

Fig. 3. The histogram of distribution and the graph of the probability density of $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ of the ages of zircons from the biotite-muscovite quartzite of the Man'hobeyu suite (sample 15)

пород как маньхобеинской свиты, так и няртинского комплекса.

Заключение

Нижняя граница возрастного диапазона первично-осадочных отложений, по которым образовались метаморфические породы маньхобеинской свиты, определяется минимальной датировкой детритовых цирконов — (2520 ± 11) млн лет, а верхняя граница — максимальным возрастным значением метаморфогенного циркона — (1797 ± 26) млн лет. С учетом имеющихся изотопно-геохронологических данных по няртинскому комплексу, с которым маньхобеинская свита обнаруживает схожесть геохронологической истории метаморфизма пород, возрастной диапазон формирования маньхобеинских отложений может быть предварительно ограничен интервалом (2210 ± 25) – (2127 ± 31) млн лет. В этом возрастном интервале предварительным нами принимается значение нижней границы, так как она подтверждается только одной датировкой циркона, полученной Pb-Pb-изохронным методом и поэтому требует дополнительного обоснования. В любом случае наиболее предпочтительным является предположение о раннепротерозойском возрасте протолитов метаморфических пород как маньхобеинской свиты, так и няртинского комплекса.

Приведенные в статье результаты изотопно-геохронологических исследований с учетом ранее полученных структурных, петрологических и минералогических данных подтверждают предположение, что маньхобеинская свита была выделена ошибочно. Она не является самостоятельным стратоном, а представлена диафторированными и катаклазированными разностями пород, аналогичных тем, которыми сложен няртинский комплекс. Учитывая, что няртинский комплекс и маньхобеинская свита были выделены Л. Т. Беляковой [1] на месте николайшорской свиты, по М. В. Фишману

и Б. А. Голдину [19], за метаморфическим комплексом, объединяющим эти два структурно-вещественных подразделения, следует оставить прежнее название — «николайшорский».

Исследования проведены в НИЦ «Геонаука» в рамках НИРИГ Коми НЦ УрО РАН ГРН № АААА-А17-117121270035-0.

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. редактор 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. Вазенин и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2001б. 342 с.
7. Львов К. А. Стратиграфия протерозоя и нижнего палеозоя Приполярного Урала // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 35. 1959. С. 51–73.
8. Потапов И. Л., Повасев К. С. Структурная эволюция докембрийских пород Приполярного Урала // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2017. № 10. С. 9–19.
9. Потапов И. Л., Повасев К. С., Пыстин А. М. Корреляция и расчленение донеопроterозойских образований Приполярного Урала: структурный аспект // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: XII Межрегиональная научно-практическая конференция. Уфа, 2018. С. 139–148.
10. Пучков В. Н. Структурные связи Приполярного Урала и смежной части Русской платформы. Л.: Наука, 1975. 208 с.
11. Пыстин А. М. Карта метаморфизма Приполярного и южной части Полярного Урала / (Научные доклады). Коми НЦ УрО АН СССР. Сыктывкар, 1991. 20 с.
12. Пыстин А. М. Полиметаморфические комплексы западного склона Урала. СПб.: Наука, 1994. 208 с.
13. Пыстин А. М., Пыстина Ю. И. Метаморфизм и гранитообразование в протерозойско-раннепалеозойской истории формирования Приполярноуральского сегмента земной коры // Литосфера. 2008. № 6. С. 25–38.
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 складчато-го обрамления: Материалы всерос. научн. конф. с междунар. 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., Буянтуйев 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.

References

1. Belyakova L. T. *Geosynclinal'nnyy rifey severa Urala* (Geosynclinal Riphean of the North of the Urals). Author's abstract. Cand. thesis, Moscow, 1972, 26 p.

2. Vologdin A. G. *Kotkrytiyu ostatkov proterozoyskikh 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-Severoural'skogo regiona* (The deep structure of the Timan-Northern Ural 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. Ob'yasnitel'naya 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. Ob'yasnitel'naya 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. 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, 35. 1959, pp. 51–73.

8. Potapov I. L., Popvasev K. S. *Strukturnaya evolyutsiya dokembriyskikh porod Pripolyarnogo Urala* (Structural evolution of Precambrian rocks of the Subpolar Urals). Vestnik of the Institute of Geology of the Komi SC UB RAS, 2017., No. 10, pp. 9–19.

9. Potapov I. L., Popvasev K. S., Pystin A. M. *Korrelyatsiya i raschleneniye doneoproterozoyskikh obrazovaniy Pripolyarnogo Urala: strukturnyy aspekt* (Correlation and dismemberment of the Preneoproterozoic formations of the Subpolar Urals: structural aspect). XII Interregional scientific and practical conference

«Geology, minerals and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories», Ufa, 2018, pp. 139–148.

10. 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.

11. 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.

12. Pystin A. M. *Polimetamorficheskiye komplekсы zapadnoy sklona Urala* (Polymetamorphic complexes of the western slope of the Urals). St. Petersburg: Nauka, 1994. 208 p.

13. Pystin A. M., Pystina Yu. I. *Metamorfizm i granitoobrazovaniye v proterozoysko-rannepaleozoyskoy istorii formirovaniya Pripolyarnoural'skogo segmenta zemnoy kory* (Metamorphism and granite formation in the Proterozoic-Early Paleozoic history of the formation of the Subpolar Ural segment of the earth's crust). Lithosphere. 2008, No. 6, pp. 25–38.

14. Pystin A. M., Pystina Yu. I. *Bazal'nyye otlozheniya verkhnego dokembriya v Timano-Severoural'skom regione* (Basal deposits of the Upper Precambrian in the Timan-Severouralsk region). Lithosphere, No. 3, 2014, 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' ural'skogo dokembriya* (Zircon chronicle of the Ural Precambrian). Ekaterinburg: UB RAS, 2002, 167 p.

17. Pystina Yu. I., Pystin A. M. *Novyye dannyye o paleoproterozoyskom vozraste metamorfizma porod nyartinskogo kompleksa (Pripolyarnyy Ural)* (New data on the Paleoproterozoic age of the metamorphism of the rocks of the Nyartin 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: Uralgeolkom, 1993.

19. Fishman M. V., Goldin B. A. *Granitoidy tsentral'noy 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 sopostavleniye 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.