НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГРАНИТОИДАМ ГЕРДИЗСКОГО МАССИВА (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

А. С. Шуйский, И. И. Голубева

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
Self88@yandex.ru, iigolubeva@geo.komisc.ru

Посвящается В. Н. Охотникову и Л. В. Махлаеву — известным
исследователям геологии полярных территорий России

В статье приводятся новые данные по петрографии и геохимии одного из гранитных тел северо-восточной части Гердизского массива. Генезис гнейсовидной структуры гранитов данного массива до сих пор вызывает споры. Одними исследователями предполагается автохтонное происхождение за счет процессов гранитизации, другими — интрузивное становление. В результате исследования гранитного тела северо-восточной части Гердизского массива выяснилось, что граниты, трактуемые как ультраметаморфогенные автохтонные образования, являются интрузивными гранитами А-типа и характерная для пород гнейсовидная структура образуется в результате тектонического воздействия.

Ключевые слова: А-граниты, катакластическая структура, Гердизский массив, Полярный Урал.

NEW DATA ON GERDIZSKY GRANITES (POLAR URALS)

A. S. Shuysky, I. I. Golubeva

Institute of Geology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar

Dedicated to V.N. Okhotnikov and L.V. Makhlaev — known
researchers of geology of Russian polar areas

The paper presents new data on the petrography and geochemistry of granitic bodies from the north-eastern part of Gerdizsky massif. The genesis of gneissic structure of granites from this massif is still controversial. Researchers assume autochthonous origin by granitisation processes, and others — intrusive genesis. The study of the granite body of north-eastern part of Gerdizsky massif revealed that granites, interpreted as ultrametamorphogenous autochthonous formations, are intrusive A-granites and the characteristic gneissic structure of rocks is formed by tectonic effects.

Keywords: A-granites, cataclastic structure, Gerdizsky massif, Polar Urals.

Введение

На палеоконтинентальной части Полярного Урала самыми распространенными магматическими породами являются гранитоиды. Несмотря на то, что гранитами данного региона занимаются давно и им посвящены многочисленные публикации, некоторые вопросы по геологии отдельных гранитных тел остаются открытыми. В частности, выделение гранитных комплексов в данном регионе остается до сих пор проблематичным. В этом плане наиболее спорным и интересным объектом представляется Гердизский массив, на генезис которого на данный момент существуют противоположные (исключающие друг друга) точки зрения. Различное представление о геологии данного массива вызвано в первую очередь конвергентными свойствами текстурно-структурных особенностей пород и недостаточностью аналитического материала. Одними исследователями предполагается автохтонное происхождение за счет процессов гранитизации, другими — интрузивное становление. Соответственно, гнейсовидная текстура, являющаяся характерной особенностью описываемых гранитоидов, трактуется как унаследованная от материнских высокометаморфизованных пород или как наложенная в результате тектонического воздействия на интрузивные граниты. Цель данной работы заключается в установлении природы гранитного Гердизского массива на основе геологических предпосылок, строения пород и их петрогеохимических особенностей.

Методы исследования

Петрохимический состав гранитов определен рентгенофлуоресцентным методом в аналитической лаборатории ИГ Коми НЦ УрО РАН на приборе XRF-1800 (аналитик С. Т. Неверов). Элементы-примеси определены методом ICP-MS в ЦЛ ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург). Морфологические особенности и химический состав минералов изучены с использованием СЭМ Tescan Vega 3 LMN с энергодисперсионным детектором X-MAX 50 mm Oxford Instruments (г. Сыктывкар, оператор С. С. Шевчук).

Геология, петрография

Гердизский массив расположен на восточном склоне Полярного Урала в районе среднего течения р. Большая Щучья (правый берег). В геологическом плане он находится в пределах аккреционной системы Центрально-Уральской мегазоны. Вмещающими породами являются амфиболовые и слюдяные сланцы ханмехойской свиты протерозойского возраста, составляющие марункеускую структурно-формационную зону доуралид. Согласно объяснительной записке к Государственной геологической карте (масштаб 1 : 200 000), изданной в 2009 г., Гердизский гранитный массив имеет сложное двухфазное строение. В нем выделено два комплекса: раннепротерозойский евыюганский (гердизский) и венд-кембрийский сядатахинский [3]. Предполагается, что относительно меланократовые граниты евыюганского комплекса относятся к мигматит-плагиогранитовой формации и образова-

лись «за счет минерального вещества осадочно-вулканических пород в ходе их прогрессивного метаморфизма в условиях амфиболитовой фации» [3, с. 80]. Лейкократовые разновидности Гердизского массива, выделенные как сядатяхинский комплекс полингенных и полингенно-метасоматических гранитов, сформированы в результате ультраметаморфических процессов. Таким образом, оба комплекса, выделенные в Гердизском массиве, имеют единый ультраметаморфический генезис и одинаковое автохтонное становление. В этом случае возникает вопрос об обоснованности выделения двух комплексов только на основе текстурных особенностей горных пород.

Близкую точку зрения на происхождение данных пород имел один из авторитетных исследователей геологии Полярного Урала В. Н. Охотников (1985). Его научные изыскания существенно повлияли на представления о геологическом строении региона, геологии гранитов, и в частности Гердизского массива. Виталий Николаевич считал, что «интрузии гердизского комплекса относятся к автохтонным образованиям. Они формировались в условиях межслойного проникновения расплавов, что определило общие для них текстурно-структурные особенности» [6, с. 29]. Основанием для данного научного вывода послужили морфологические особенности гранитных тел Гердизского массива, которые представляют собой согласные (пластообразные) залежи с разной мощностью и протяженностью, обширные зоны мигматизации [6]. Тела гранитов имеют протяженность до 10–15 км и мощность от 200 до 500–1000 м (рис. 1). В зоне мигматизации граниты «представлены многочисленной и согласной инъекцией мощностью от 0.1–0.2 до 3 м» [6, с. 29]. Расщепленные мелкие согласные прожилки гранитов в области выкли-

нивания пластообразных тел трактуются как инъекции во вмещающие метаморфиты. Для восстановления генезиса данных гранитных тел первостепенное значение уделялось гнейсовидной полосчатости, которая, как предполагалось, унаследована от вмещающих сланцев. В этом заключается несогласованность в представлениях о процессах гранитизации В. Н. Охотникова, который сочетал интрузивный процесс и автохтонное становление (анатексис). Тем не менее Виталий Николаевич не считал граниты Гердизского массива разновозрастными с протерозойской рамой, видимо опираясь на радиологические К–Аг–данные (510–435 млн лет) и на свое удивительно прозорливое «геологическое чутье». Обращает внимание его наблюдение над особенностями распределения гнейсовидности в объеме гранитных тел: «Линейный и плоскостной параллелизм минералов особенно отчетливо выражен в эндоконтактах интрузии и постепенно затухает в сторону внутренних частей, где изредка наблюдается нормальная гранитовая структура» [6, с. 29]. В данном случае предполагается, что гранитный материал в условиях ультраметаморфизма постепенно пропитывает сланцевый субстрат с образованием в центральной части участков практически безреликтовых гнейсовидных текстур. Данный факт подтверждает выводы об унаследованности в гранитах директивных текстур вмещающих сланцев.

Но есть другая точка зрения на природу гнейсовидности, автором которой является Л. В. Махлаев. Он предполагал, что гнейсовидность породе придают наложенные тектонические подвижки [5]. Граниты, имеющие первичное интрузивное происхождение, подвергаются впоследствии тектоническому рассланцеванию. В этом случае неравномерное распределение гнейсовидности в попереч-

Рис. 1. Схематическая геологическая карта северо-восточной части Гердизского массива (Охотников, 1970): 1 — четвертичные отложения нерасчлененные, 2 — мелкозернистый гранит, 3 — крупнозернистый гранит, 4 — микроклиновый гранит, 5 — докембрийские сланцы

Fig. 1. Schematic geological map of Gerdizsky massif (Ohotnikov, 1970): 1 — Quaternary deposits undivided, 2 — fine-grained granite, 3 — coarse-grained granite, 4 — microcline granite, 5 — Precambrian shales

ном срезе гранитных тел с постепенным исчезновением ее в центральных частях тел объясняется тектоническим воздействием, наиболее интенсивным в краевых участках. Пластовая форма гранитных тел, согласная с общей сланцеватостью вмещающих пород, образовалась за счет многочисленных параллельных срывов в интрузивных телах, впоследствии смещенных в пластичном сланцевом субстрате вдоль плоскостей тектонических срывов в условиях интенсивных деформаций, прошедших во фронтальной части Главного Уральского разлома (надвига) в ходе уральской коллизии. В дальнейшем в пластинчатые гранитные блоки были затерты отторженцы вмещающих сланцев, а в некоторых случаях, наоборот, в сланцах обнаруживались граниты. Тектонические процессы, видимо, прошли неоднократно. Об этом свидетельствует, например, обнажение (рис. 2), в котором деформированный (будинированный) блок амфиболитовых сланцев заключен в гранитном теле. В будинированном пласте сланцев, в утоненном участке, также вдоль контактов кристаллизуются жилки кварца, которые на следующем этапе становления массива в условиях непрекращающегося становления Главного Уральского надвига подвергаются дроблению. Вмещающие слюдястые и амфиболсодержащие сланцы, а также их фрагменты среди гранитов содержат глаукофан, свидетельствующий о низких температурах и высоких локальных давлениях в обстановке сутурной зоны. Развальцованные и смятые в микроскладки вмещающие сланцы пронизаны многочисленными кварцевыми жилками, придающими им мигматоподобный облик. Все эти факты говорят о низкотемпературном уровне метаморфизма вмещающих пород, исключая ультраметаморфизм с проявлением анатексиса.

Гранитоиды Гердизского массива имеют гнейсовидную текстуру. В породах на макроуровне наблюдаются полосчатая, линзовидно-полосчатая, свилеватая текстуры, обусловленные чередованием слюдястых и кварц-полевошпатовых слоев (рис. 3, а, б). В участках скопления слюд, развивающихся в зонах тектонического кливажа, как правило, отмечаются на плоскостях (зеркала) скольжения характерные бороздки. В кварц-полевошпатовых линзах на начальных этапах деформаций отмечаются стяжения, образующиеся за счет сдвиговых смещений. На концах линзочек наблюдаются характерные для катаклазитов утонения в виде вытянутых «хвостиков», сложенных мелким крошечком полевых шпатов и перекристаллизованного кварца. Порфирикласты кремневого калиевого полевошпата, обрамленные слюдястыми минералами, придают породе очковую структуру. Калиевый полевой шпат, в

Рис. 2. Будинированный пласт рифейских сланцев в гранитном теле (сланцы обозначены штрихом)

Fig. 2. Boudinage bed of Riphean shales in the granite body (shales marked with stroke)

породе представленный исключительно обломками, имеет самые большие размеры. Наиболее крупные их представители имеют размеры в пределах 4–6 мм и составляют 20–30 % объема породы. Крупнокристалличность калиевого шпата и его относительно высокое содержание придает гранитам лейкократовость. Милонитизированные граниты, образующиеся в краевых участках Гердизского массива, полностью теряют первично-магматические структурные особенности, приобретают полосчатую текстуру и, как следствие, облик гнейсов — пород высокого уровня метаморфизма амфиболитовой фации. Меланократовость пород в таком случае определяется не только вторичными слюдястыми минералами, но и мелкозернистостью раздробленного кварц-полевошпатового материала. Таким образом, разновидности гранитов Гердизского массива объясняются не степенью гранитизации сланцевого субстрата или пропитыванием их гранитным расплавом, а различной интенсивностью дезинтеграции. В краевых участках породы пластовых гранитных тел за счет перетирания и кристаллизации вторичных минералов приобретают гнейсовидный облик с постепенными переходами в сланцевую раму. Наименее катаклазированные лейкократовые породы расположены в центральных частях (рис. 3, с). Вероятно, данный факт и послужил основой для выделения двух разновозрастных комплексов, разли-

Рис. 3. Структурные особенности гранитов Гердизского массива: а — линзовидно-полосчатая структура катаклазированных гранитов, б — полосчатая структура милонитизированных гранитов, с — гнейсовидная структура

Fig. 3. Structure of granites of Gerdizsky massif: a — lenticular-banded structure of cataclastic granite, b — banded structure of cataclastic granites, c — gneissic structure

чающихся меланократовостью и степенью дробления на геологических картах последнего поколения.

На микроуровне в граните наблюдается полная перекристаллизация кварца. Он образует стрессовые синкинематические удлиненные зерна с извилистыми или зубчатыми краями, ориентируясь согласно общей директивности породы, или формирует мелкозернистый мозаичный агрегат, образующийся при спаде давления. Агрегаты полигонального кварца развиваются в теневых участках порфирокласта калиевого полевого шпата. Количество последнего в породе варьирует от 40 до 50 %. Калиевый полевой шпат и на микроуровне представлен исключительно обломками, с хорошо выраженной микроклиновой решеткой и с пертитам распада (рис. 4, а). По нему в краевых участках в некоторых случаях развивается «шахматный» альбит (рис. 4, b). Последний встречается и в виде пертитов замещения. Отмечается рост мелких удлиненных зерен микроклина второй генерации, развивающихся за счет миграции флюидов в катаклазированных гранитах. Плагиоклаз представлен относительно мелкими (0.4–2 мм) гипидиоморфными таблитчатыми зернами и, как правило, замещается серицитом. Крупные зерна разбиты системой трещин на отдельные блоки, слегка растащенные вмещающим раздробленным материалом. Границы обломков «регенерируются» с образованием заливообразных кружевных краев, чистых от вторичных минералов. В породе появляется мусковит, развивающийся в параллельных трещинах катаклаза. В некоторых разновидностях гранитов встречается тонкоиглочатый пироксен зеленого

цвета со слабым плеохроизмом, малым углом погасания и отрицательным удлинением. Его химический состав представлен в таблице 1. В участках скопления пироксена и мусковита помимо низкотемпературных минералов, представленных хлоритом, стильпномеланом и эпидотом, обнаруживаются алланит, титанит, гранат, апатит, циркон. Гранат встречается во всех разновидностях гранитов в виде мелких розовых зерен размерами до 0.2 мм. По химическому составу минерал соответствует альмандин-гроссуляр-спессартиновому ряду [8]. В интерстициях перекристаллизованного кварца и в трещинах калиевого полевого шпата развивается флюорит. По петрохимическим параметрам (табл. 2) граниты, независимо от минерального состава, принадлежат к субщелочным лейкогранитам (сумма щелочей составляет 7.5–8.8 %). В породах отмечается тенденция к снижению щелочности на фоне возрастания содержания SiO_2 , что соответствует увеличению роли кварца и уменьшению доли полевых шпатов в породе. Как уже отмечалось, процессы окварцевания связаны с катаклазом. По соотношению щелочей граниты относятся к калиево-натриевому типу ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0.7–1.4$), а по величине коэффициента глиноземистости — к весьма высокоглиноземистым (al составляет в среднем 4.5). Согласно петрохимической субстратной классификации гранитоидных групп по Б. Чаппелу [10], граниты Гердизского массива относятся к А-типу (табл. 3). Для данных гранитов характерны низкие содержания CaO (0.4–1.24 %), MgO (0.1–0.51 %) и суммы оксидов железа (0.52–2.22 %). Соответственно, количества (в г/т) таких индикаторных

Рис. 4. Микроструктуры гранитогнейсов: а — остроугольный обломок микроклина, б — альбитизация обломка калиевого полевого шпата

Fig. 4. Microstructures of granite-gneisses: a — acute-angled fragment of microcline, b — albitization fragment of potassium feldspar

Химический состав пироксена (мас. %)

Таблица 1

Pyroxene chemical composition (wt. %)

Table 1

№ образца Sample No.	№ точки Point No.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	CaO
A50-14	1	50.06	0.0	21.32	5.31	1.02	0.59	22.47
	2	49.46	0.63	21.86	4.72	1.46	0.79	21.87
A51-14	3	49.11	1.21	26.59	2.25	0.99	3.27	17.48
	4	49.12	1.97	25.43	2.41	0.67	3.48	16.81
A53-14	5	48.1	1.84	27.87	1.07	1.01	4.32	14.88

Эмпирические формулы / Empirical formulas: 1 — $(\text{Ca}_{0.95}\text{Na}_{0.04}\text{Fe}^{+2}_{0.59}\text{Mg}_{0.31}\text{Fe}^{+3}_{0.11}\text{Mn}_{0.05})(\text{Si}_{1.97}\text{O}_6)$; 2 — $(\text{Ca}_{0.91}\text{Na}_{0.06}\text{Fe}^{+2}_{0.59}\text{Mg}_{0.31}\text{Fe}^{+3}_{0.11}\text{Mn}_{0.05})(\text{Si}_{1.97}\text{O}_6)$; 3 — $(\text{Ca}_{0.74}\text{Na}_{0.25}\text{Fe}^{+2}_{0.53}\text{Mg}_{0.13}\text{Fe}^{+3}_{0.34}\text{Mn}_{0.03})(\text{Si}_{1.92}\text{Al}_{0.06}\text{O}_6)$; 4 — $(\text{Ca}_{0.71}\text{Na}_{0.27}\text{Fe}^{+2}_{0.53}\text{Mg}_{0.4}\text{Fe}^{+3}_{0.31}\text{Mn}_{0.02})(\text{Si}_{1.93}\text{Al}_{0.09}\text{O}_6)$; 5 — $(\text{Ca}_{0.64}\text{Na}_{0.33}\text{Fe}^{+2}_{0.51}\text{Mg}_{0.06}\text{Fe}^{+3}_{0.41}\text{Mn}_{0.05})(\text{Si}_{1.97}\text{Al}_{0.09}\text{O}_6)$.

Таблица 2

Петрохимический состав гранитоидов Гердизского массива (мас. %)

Table 2

Petrochemical composition of granites (wt. %)

Компонент Component	A34a/14	A34в/14	A35/14	A51/14	A52/14	A53/14	A54/14	A100-7	A100-6
SiO ₂	75.62	73.58	77.28	76.3	73.2	79.64	74.24	75.59	75.16
TiO ₂	0.19	0.32	0.059	0.093	0.31	0.078	0.033	0.15	0.19
Al ₂ O ₃	12.39	12.76	12.25	12.54	13.04	10.49	14.82	13.28	12.7
Fe ₂ O ₃	0.74	2.08	1.03	1.05	0.92	0.52	0.52	0.69	0.68
FeO	1.02	0.99	0.42	0.6	1.3	0.57	0.38	0.85	1
MnO	0.019	0.026	0.018	0.01	0.034	0.011	0.04	0.04	0.03
MgO	0.1	0.51	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.35	0.31
CaO	0.93	0.93	0.4	0.4	1.24	0.4	0.4	0.52	0.62
Na ₂ O	3.73	3.49	3.83	3.51	3.53	3.24	5.07	3.44	3.45
K ₂ O	3.69	4.76	4.52	4.42	5.06	4.26	3.7	4.08	4.38
П.п.п.	1.14	1.04	0.59	0.71	0.85	0.51	0.64	0.72	0.64

Примечание: пироксенсодержащие граниты — A34a/14; A34в/14; A35/14; A100-7; A100-6, мусковитовые граниты — A51/14; A52/14, A53/14, A54/14, A100-7, A100-6

Note: pyroxene granites — A34a / 14; A34v / 14; A35 / 14; A100-7; A100-6, muscovite granite — A51 / 14; A52 / 14 A53 / 14 A54 / 14, A100-7, A100-6

Таблица 3

Петрогеохимические характеристики гранитоидных групп по Б. Чаппелу [10] и гранитов Гердизского массива (Полярный Урал)

Table 3

Petrogeochemical characteristics of granitoid groups according to B. Chappell [10] and granites of Gerdizsky massif (Polar Urals)

Компонент / Component	I-тип / I type	S-тип / S-type	A-тип / A-type	Граниты Гердизского массива Granites of Gerdizsky massif
Петрогенные элементы (мас. %) / Petrogeneous element (wt. %)				
SiO ₂	69.17	70.0	74.0	75.1 (73.58–79.64)
Al ₂ O ₃	14.3	14.1	12.4	13.0 (10.49–14.82)
Na ₂ O	3.1	2.41	4.02	3.76 (3.73–5.07)
TiO ₂	0.43	0.48	0.26	0.16 (0.033–0.32)
CaO	3.2	2.3	0.75	0.64 (0.4–1.24)
Fe ₂ O ₃ + FeO	3.3	3.5	2.8	1.0 (0.52–2.22)
MgO	1.42	1.42	0.2	0.26 (0.1–0.51)
Малые элементы (г/т) / Minor elements (g/t)				
Sr	247	120	45	33.6 (7.67–85.9)
Y	28	32	75	35.2 (27.2–42.8)
Nb	11	12	37	20.4 (12.0–37.6)
Ga	16	17	25	18.8 (16.0–20.8)
Zr	151	165	520	172.8 (103–316)
Характеристические отношения / Ratios				
Al ₂ O ₃ / (Na ₂ O + K ₂ O + CaO)	<1.1	>1.1	1.3	1.48
K / Rb	187	151	229	206
Rb / Sr	1.6	1.8	3.5	5.7
(Ga / Al) × 10 000	2.1	2.3	3.8	2.9

элементов-примесей, как Sr = 33.6, Y = 35.2, Nb = 20.4, Ga = 18.8, Zr = 172.8, полностью соответствуют геохимическим параметрам А-гранитов. Характеристические отношения элементов, свойственные данной группе пород, наглядно демонстрируются на классификационной диаграмме Дж. Вейлена (рис. 5). Таким образом, принадлежность гранитов Гердизского массива к А-типу опровергает их автохтонное (ультраметаморфическое) становление, так как данные породы генетически представляют собой продукты плавления нижней части континентальной коры преимущественно при рифтогенезе — расколе континентальной коры. Особенности минерального состава гранитоидов отражаются на характере распределения редкоземельных элементов (рис. 6). Спектры РЗЭ пироксенсодержащих гранитов не имеют глубокого европиевого минимума, в отличие от мусковитовых. В этих же разновидностях гранитоидов отмечается увеличение содержания легких РЗЭ, связанное, возможно, с повышенным содержанием акцессорных минералов, и в частности алланита.

В плане тектонической принадлежности и геологической истории становления интрузивных гранитов Гердизского массива нужно исходить из того, что А-граниты образуются в земной коре континентального типа со значительной мощностью. Граниты данного типа генериру-

ются в условиях платформенных рифтогенных или на по-стороненных этапах коллизионных орогенов. В нашем случае описываемые граниты образовались в условиях континентального рифтогенеза перед раскрытием Палеоуральского океана на рубеже 520—490 млн [1]. Согласно диаграммам Дж. Пирса, которые на основе петрогеохимических параметров гранитов диагностируют геодинамическую обстановку их формирования, изучаемые гнейсограниты образовались в конвергентных условиях (рис. 7). Приведенные диаграммы, широко применяемые для установления тектонических условий формирования гранитов, в нашем случае оказались несостоятельными. Для уточнения геологической истории становления Гердизского массива следует провести определения возрастов современными радиологическими методами петрографически и петрохимически разнотипных гранитов, пренебрегая текстурными особенностями пород, которые являются следствием тектонического воздействия коллизии при формировании Уральского орогена. Так как массив состоит, скорее всего, из нескольких тектонически смещенных деформированных интрузивных тел, то они могут оказаться разновозрастными, отражающими этапы допалеозойской и палеозойской тектономагматической эволюции всего Тимано-Североуральского региона. Время тектонического расщепления всех гранитных тел Гердизского массива, скорее всего, было единым, совпадающим с формированием надвиговых уральских структур, возраст которых ориентировочно равен 360 млн лет и, вероятно, связан с экзумацией эклогитов и глаукофановым метаморфизмом (347—346 млн лет), отражающим коллизию на Полярном Урале [2, 7].

Заключение

Гердизский массив представлен несколькими телами интрузивного происхождения, различающимися генерирующим гранитный материал субстратом. Гранитные тела, слагающие северо-восточную часть массива, согласно петрохимической субстратной классификации, относятся к А-типу, а юго-западную, по данным Л. В. Махлаева, —

Рис. 5. Диагностическая диаграмма Дж. Вейлена [12] для восстановления субстрата выплавления гранитов

Fig. 5. J. Whalen diagnostic diagram [12] to restore the substrate of granite melting

к I-типу [5]. Вытянутая форма конформных с вмещающими сланцами тел, а также характерная гнейсовидная текстура, несущая основную генетическую нагрузку, являются результатом тектонического воздействия на интрузивные граниты в процессе формирования Главного Уральского разлома. Предполагается, что гранитные тела различаются не только субстратом плавления, но и, скорее всего, возрастом становления, отражающим формирование Тимано-Уральского орогена, что и требуется установить в дальнейшем изучении Гердизского массива.

Литература

1. Андреев В. Л. Эволюция фундамента Печорской плиты по изотопно-геохронологическим данным: Автореф.

Рис. 6. Спектры редких земель в А-гранитах Гердизского массива, приведенных к хондриту

Fig. 6. Spectra of rare earths in A-granites of Gerdzisky massif

Рис. 7. Диаграммы Пирса [11] для гнейсогранитов Гердизского массива. Обозначения полей: WPG — внутриплитные граниты, VAG — граниты островных дуг, ORG — граниты океанических хребтов, syn-COLG — коллизионные граниты

Fig. 7. Pierce diagrams [11] for gneiss-granites of Gerdizsky massif. Fields: WPG — intraplate granites, VAG — granite of island arcs, ORG — granite ocean ridges, syn-COLG — collisional granites

дис. ... д. г.-м. н. Сыктывкар: Издательско-информационный отдел ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2000. 45 с.

2. Андреичев В. Л. R-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd и Pb-Pb изотопно-геохронометрические системы в эколитах Марункеуского блока (Полярный Урал) Сыктывкар: Геопринт, 2003. 26 с.

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000: Серия Полярно-Уральская: Лист Q-42-I, II (Лабаровая): Объяснительная записка / Ред. А. П. Казак. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2009. 372 с.

4. Махлаев Л. В. Гранитогенез: основные проблемы, противоречия, тенденция: Учебное пособие. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского университета, 1988. 36 с.

5. Махлаев Л. В. Гранитоиды севера Центрально-Уральского поднятия (Полярный и Приполярный Урал). Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 148 с.

6. Охотников В. Н. Гранитоиды и рудообразование (Полярный Урал). Л.: Наука, 1985. 184 с.

7. Шуйский А. С., Андреичев В. Л. Метагранитоиды Марункеуского блока (Полярный Урал): Rb-Sr-данные // VII Сибирская науч.-практ. конф. молодых ученых по наукам о Земле: Материалы конф. Новосибирск, 2014. С. 168—169.

8. Шуйский А. С. Минералогические особенности гранитоидов Гердизского массива (Полярный Урал). Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 23-й науч. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2014. С. 150—154.

9. Удовкина Н. Г. Эколгиты СССР. М.: Наука, 1985. 286 с.

10. Chappell B. W., Stephens W. G. Origin of infracrustal (I-type) granite magmas // Trans. Roy. Soc. 1988. V. 79. P. 71—89.

11. Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrol., 1984, v. 25, P. 956—983.

12. Whalen J. B., Currie R. L., Chappell B. W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis // Contrib. Miner. And Petrol. 1987. V. 95. P. 407—419.

References

- Andreichev V. L. *Evoluciya fyndamenta pechorskoy plity po izotopno-geohronologicheskim dannym*. (Evolution of Pechora plate foundation according to isotope-geochronological data). Doctoral thesis. Institute of geology Komi SC UB RAS, 2000, 45 p.
- Andreichev V. L. *R-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd i Pb-Pb izotopno-geohronometricheskie sistemy v eklogitah Marynkeysogo bloka*

(Polyarny Ural) (R-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd and Pb-Pb isotope geochronometric systems in eclogites of Marunkeusky block (Polar Urals) Syktvykar, Geoprint, 2003, 26 p.

3. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy federacii mashaba 1 : 200 000. Seria Polyrno-Yralskay. List Q-42-I, II, (Laborovay). Obysnitelnay zapiska*. (State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 200000. Series of Polar Urals. Q-42 Sheet-I, II (Laborovaya). Explanatory letter. Editor A. P. Kozack. St-Petersburg, VSEGEI, 2009, 372 p.

4. Makhlaev L. V. *Granitogenes: osnovnye problemy, protivorechia, tendenci: Uchebnoe posobie*. (Granite genesis: main problems, contradictions, tendency: Textbook.) Syktvykar, Publishing house of the University of Syktvykar, 1988, 36 pp.

5. Makhlaev L. V. *Granitoidy Severa Centralno-Yralskogo podnytya (Polyrny i Pripolyrny Ural)* (The granitoids of the North Central Ural uplift (Polar and Polar Urals)). Ekaterinburg, UB RAS, 1996, 148 pp.

6. Ohotnikov V. N. *Granitoidy i rudoobrazovanie (Polyrny Ural)* (Granite and mineralization (Polar Urals)). Leningrad, Science, 1985, 184 pp.

7. Shuysky A. S., Andreichev V. L. *Metagranitoidy marynkeysogo bloka (Polyrny Ural) : Rb-Sr dannye* (Metagranitoids of marunkeusky block (Polar Urals): Rb-Sr data). VII Siberian scientific-practical conference of young scientists on Earth Sciences: conference materials. Novosibirsk, 2014, pp. 168—169.

8. Shuysky A. S. *Miheralogicheskie osobennosti granitoidov gerdizskogo massiva (Polyrny Ural)* (Mineralogical features of granites of gerdizsky massif (Polar Urals)). The structure of the substance, the history of the lithosphere of the Timan-Polar Ural Segment: Proceedings of 23rd scientific conference. Syktvykar, Geoprint, 2014, pp. 150—154

9. Uдовкина N. G. *Eklogiti SSSR* (Eclogites of the USSR). Moscow, Science, 1985, 1986 p.

10. Chappell B. W., Stephens W. G. Origin of infracrustal (I-type) granite magmas. Trans. Roy. Soc. 1988, V. 79, pp. 71—89.

11. Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petrol., 1984, V. 25, pp. 956—983.

12. Whalen J. B., Currie R. L., Chappell B. W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contrib. Miner. And Petrol. 1987, V. 95, pp. 407—419.