

РАЗДЕЛ 2.
ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И
СТРАТИГРАФИЯ

УДК 552.331.1 (470.621)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ
РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ

Рубан Д. А.¹, Зорина С. О.², Никашин К. И.³, Таххан Ф.⁴

¹ Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), Москва, Российская Федерация

^{2,3,4} Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация

E-mail: ¹ruban-d@mail.ru, ²svzorina@yandex.ru, ³kostya97@inbox.ru, ⁴fatmeh.m.tahhan@gmail.com

В статье представлена петрографическая и петрохимическая характеристика пород, слагающих Руфабгинский кристаллический массив. Для их состава характерно высокое содержание зерен микроклина и кварца, а для их текстуры — признаки порфирированности и ориентированности. Эти породы идентифицированы как аляскиты, которые отличаются большей щелочностью, а также текстурно-структурными особенностями от аляскитов Даховского кристаллического массива. При этом состав породы без учета порфирированных вкрапленников соответствует монцититу. Полученные данные делают нецелесообразным отнесение аляскитов Руфабгинского массива к одной из фаз позднепалеозойского магматизма в Горной Адыгее. Они могут быть выделены в качестве самостоятельной литодемы — руфабгинского аляскита.

Ключевые слова: аляскит, Большой Кавказ, литодемы, малкинский комплекс, петрохимия.

ВВЕДЕНИЕ

Альпийский тектонический пояс Юга России интересен не только мезозойско–кайнозойскими осадочными и магматическими формациями, а также складчатыми и дизъюнктивными структурами, но и более древними (докембрийскими и палеозойскими) кристаллическими комплексами. Последние наследуют террейнам, перемещавшимся в постоянно изменявшемся пространстве между Гондваной и северными блоками, включая Балтику [1, 2, 3, 4, 5]. Отдельные выходы этих комплексов представляют собой кристаллические массивы с различной конфигурацией и размерами. Во многих случаях они соответствуют тектонически приподнятым блокам.

В пределах Западного Кавказа известно большое количество кристаллических массивов, основу многих из которых составляют позднепалеозойские гранитоидные интрузивы [6]. Наиболее характерной их группой является малкинский гранит-лейкогранитовый плутонический комплекс [7]. Соответствующие породы известны также как «северные» и «красные» граниты, однако эти названия являются скорее историческими. Хотя они изучались на протяжении длительного времени [7, 8, 9, 10], многие связанные с ними вопросы остаются неясными, а ранее полученные результаты требуют пересмотра в связи с появлением новой информации, изменениями в номенклатуре магматических пород, трансформациями основы региональных

геологических интерпретаций. Характерный пример можно обнаружить в Горной Адыгее, где на сравнительно небольшой территории установлено, как минимум, три выхода кристаллических комплексов на поверхность. Их изучение ведется почти столетие, и уже в работе Е. С. Дьяконовой-Савельевой [11] соответствующие магматические породы охарактеризованы достаточно полно. Однако несмотря на продолжение исследований в последующие годы (например, стоит отметить труды Г. Д. Афанасьева [8, 9]), проведение работ по региональному геологическому картографированию, а также реализацию в Горной Адыгее учебной практики студентов-геологов нескольких крупных отечественных вузов в течение многих десятилетий, состав, строение, происхождение, возраст, тектоническое положение и даже взаимоотношение этих трех выходов остаются неясными, при этом не только в деталях, но и в общем. Остается непонятным, идет ли речь об одном, двух или трех кристаллических массивах. Посвященные им работы и используемые карты/схемы часто противоречат друг другу настолько, что при их сопоставлении создается впечатление их отнесения к разным территориям, хотя в действительности в них рассматриваются одни и те же объекты. Это тем более странно с учетом весьма удовлетворительной обнаженности и довольно хорошей доступности магматических комплексов. Развитие туристической инфраструктуры в последние годы обеспечило исключительно комфортные условия для их изучения. Заметный прогресс намечился благодаря исследованиям воронежских геологов [12], однако они охватили только одно, наиболее крупное поле выходов (Даховский кристаллический массив), тогда как два других еще ждут изучения с той же степенью детальности.

В ходе полевых исследований в Горной Адыгее летом 2021 г. удалось опробовать гранитоиды Руфабгинского кристаллического массива — наименьшего по размеру и наименее изученного поля выхода кристаллических пород. Далее было предпринято их лабораторное изучение с использованием новейшего оборудования. Полученные результаты обобщаются в настоящей работе, которая призвана дополнить представления о позднепалеозойских магматических породах Горной Адыгеи, условно относимых к малкинскому комплексу.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ИЗУЧЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Горная Адыгея соответствует горной части Республики Адыгеи и прилегающим с запада участкам Краснодарского края, для которых характерны физико-географическое своеобразие [13] и исключительная концентрация уникальных геологических феноменов [14]. Географически она относится к «стыку» Северо-Западного и Западного Кавказа, при этом охватывая северный склон горного сооружения. В тектоническом отношении изученная территория соответствует северной периферии альпийского орогена Большого Кавказа, наследующей крупные структурные элементы мезозойско-кайнозойской активной окраины Нео-Тетиса [15, 16].

В пределах Горной Адыгеи наибольшим распространением пользуются мезозойские осадочные комплексы (рис. 1). Среди них преобладают мощные (до 10 км) юрские отложения: интенсивно дислоцированные песчано-глинистые толщи нижней–средней юры, перекрываемые относительно полого залегающими

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ

карбонатными и эвапоритовыми толщами верхней юры. Локально встречаются отложения смешанного состава триасового и раннемелового возрастов. На южной половине территории в отдельном крупном блоке выходит на поверхность нижнепермская красноцветная моласса мощностью до 2 км. На изученной территории известны три поля выходов кристаллических пород, которые условно могут быть описаны как массивы (условность связана с тем, что имеющаяся информация не позволяет уверенно судить об их пространственно-генетических взаимоотношениях). Их характеристика дается, в частности, в работах Г. Д. Афанасьева [8, 9], Е. С. Дьяконовой-Савельевой [11], В. М. Ненахова и др. [12], Ю. В. Попова [17], Н. М. Поповой и А. Г. Грановского [18], Д. А. Рубана [19]. Большею частью они фокусируются на наиболее крупном Даховском массиве. Возраст гранитоидов довольно точно установлен как позднепалеозойский (вероятнее всего, позднекаменноугольный), при этом массивы имеют четкие тектонические контакты и связаны с горстовыми структурами. Отметим также, что данные породы выходили на поверхность в раннеюрскую эпоху (и возможно, в пермском периоде), когда они активно размывались как реками (линейная эрозия), так и прибрежно-волновой деятельностью (абразия). На основании информации из вышеуказанных источников, а также собственных геологических наблюдений данные массивы могут быть охарактеризованы следующим образом.



Рис. 1. Геологическая схема изученной территории и расположение рассматриваемых кристаллических массивов.

Наиболее крупным является Даховский кристаллический массив, имеющий в плане форму клина (рис. 1). Он ограничен крупными разломами и окружен полями распространения юрских пород. При этом, как минимум, на одном участке

установлено трансгрессивное перекрытие последними кристаллических пород с горизонтом базальных конгломератов. На северной периферии массива представлены докембрийские метаморфические породы, а также ранее- или среднепалеозойские серпентиниты. Однако основная масса складывается гранитоидами. Среди них выделяются гранитоиды (в том числе гранодиориты) 1-й фазы и граниты (в том числе лейко- и пегматоидные граниты) 2-й фазы. Последние являются более кислыми и щелочными по составу. В. М. Ненахов и др. [12] убедительно аргументировали принадлежность данного массива к самостоятельному даховскому комплексу, который не должен смешиваться с малкинским плутоническим комплексом [7]. Значительно меньше по размерам расположенный восточнее Сахрайский (Шибабинский) массив (рис. 1). В его составе преобладают гранитоиды (вероятно, сходные с гранитоидами 1-й фазы ранее рассмотренного массива), а на периферии встречаются докембрийские метаморфические породы. Данный массив представлен в одном блоке с триасовыми осадочными породами. Наконец, на севере изученной территории имеется совсем небольшое и плохо изученное поле выходов гранитоидов, выделяемое в качестве Руфабгинского кристаллического массива (рис. 1). После оборудования для туристов каньона с известными водопадами на р. Сырыф доступность данного объекта выросла, а расчистка склонов для укрепления тропы и установки лестничных переходов улучшила обнаженность. Гранитоиды выходят на поверхность на участке протяженностью в первые десятки метров чуть выше русла реки. Они приурочены к блоку, слагаемому триасовыми осадочными комплексами, однако контактов с последними не прослежено. Ранее для этих магматических пород были установлены признаки катаклаза [18], что неудивительно с учетом их приуроченности к тектонически активной зоне.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе полевых исследований были намечены две точки опробования. Первая из них соответствует центральной части выхода Руфабгинского кристаллического массива в левом борту долины р. Сырыф (рис. 2а). Последняя представляет собой глубокий узкий каньон, являющийся левой ветвью более крупного Хаджохского каньона. Визуальное обследование данного выхода позволило наметить некоторые, наиболее характерные особенности породы, предварительно определенной как лейкогранит с большим количеством крупных зерен микроклина, напоминающих порфиновые крапленники (рис. 2б) (это созвучно интерпретациям [18]). В этой связи возник интерес к сопоставлению с гранитами 2-й фазы, среди которых известны лейкократовые разности [12]. Вторая точка опробования соответствует выходу таких гранитов на южном фланге Даховского кристаллического массива в правом борту долины р. Белой (ниже автомобильного моста). Стоит отметить, что облик этих пород все же несколько отличается от тех, что опробованы в первой точке (отличия связаны с отсутствием порфировидности, но при этом отчетливо выраженной пегматоидностью — рис. 2в). В обеих точках опробования было дано предварительное описание пород. Стоит отметить, что для гранитоидов Руфабгинского кристаллического массива характерна значительная выветрелость. Хотя для исследований был отобран максимально "свежий" образец из массива, степень

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ

выветрелости в нем все равно заметная. Во второй точке опробования подобных затруднений не возникло.

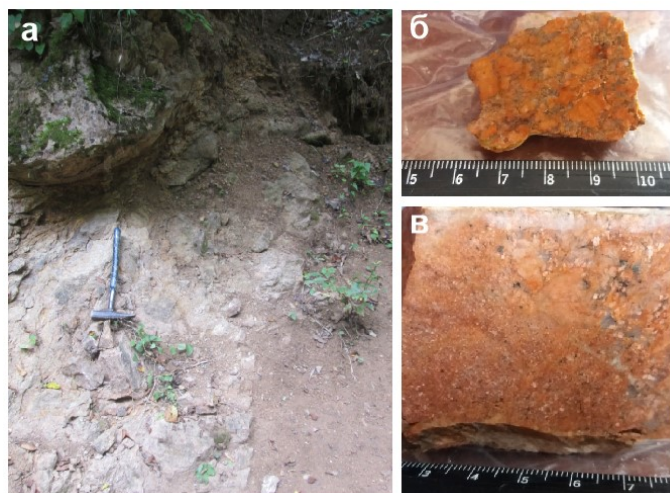


Рис. 2. Выходы (а) и общий вид аляскитов (б) Руфабгинского кристаллического массива; для сравнения показаны аляскиты Даховского кристаллического массива (в).

Аналитические исследования образцов были выполнены в лабораториях Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета. Петрографическое изучение шлифов проводилось с применением поляризационного оптического микроскопа CarlZeissAxioLab (петрограф А.И. Галиакберов). При последующей интерпретации этих результатов полезными оказались современные иллюстрированные пособия [20, 21, 22, 23]. Определение макро- и микроэлементного состава образцов проводилось рентгенофлуоресцентным и масс-спектрометрическим с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) методами соответственно. Для определения концентраций макроэлементов использовался волнодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр S8 Tiger (Bruker, Германия), позволяющий определять элементный состав твердых, порошкообразных и жидких образцов в диапазоне от В до U в вакууме или атмосфере гелия. Определение микроэлементного состава образцов производилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) на квадрупольном масс-спектрометре iCAPQc (ThermoFisherScientific). Возможности прибора позволяют регистрировать концентрации элементов в диапазоне от Li до U в сверхмалых навесках с точностью до триллионных и триллиардных долей.

Предпочитаемая номенклатура пород следует классификациям плутонических пород в отечественном петрографическом кодексе [24]. Для петрохимических интерпретаций использовалась "стандартная" диаграмма $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{CaO}$, как и при предшествующем изучении гранитоидов Даховского кристаллического массива [12]. Стоит добавить, что петрохимический анализ не в полной мере оправдал ожидания (см. ниже), однако соответствующие результаты все равно имеет смысл

представить в методических целях, а также для обсуждения специфики изученных пород.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Гранитоиды Руфабгинского кристаллического массива представляют собой породу серовато-розового цвета, в которой доминируют крупные (до 1 см) зерна микроклина, облекаемые более мелкозернистой массой, в которой преобладает кварц. Текстура массивная, однако зерна микроклина выглядят как порфировые вкрапленники (рис. 2б). Также создается впечатление некоторой ориентации текстуры, что уже отмечалось ранее в гранитоидах данной территории [18]. Подобного рода особенности отражают механизм и тектонические условия магматизма [25]. Макро- и микроскопическое изучение показывает, что содержание микроклина достигает 60–70%, а остальная часть приходится на зерна кварца (25–35%) (рис. 3а). Менее 5% составляют зерна плагиоклаза и биотита (рис. 3б). Вторичные изменения (в том числе пелитизация) отмечены для микроклина, но особенно характерны для биотита, зерна которого сильно лимонитизированы (рис. 3б). Отметить также стоит присутствие кальцита, выполняющего трещины. Структура гипидиоморфнозернистая (гранитовая). Согласно принятой номенклатуре магматических пород [24], изученная порода относится к числу ультракислых умереннощелочных пород и может быть определена как аляскит из семейства умереннощелочных лейкогранитов.

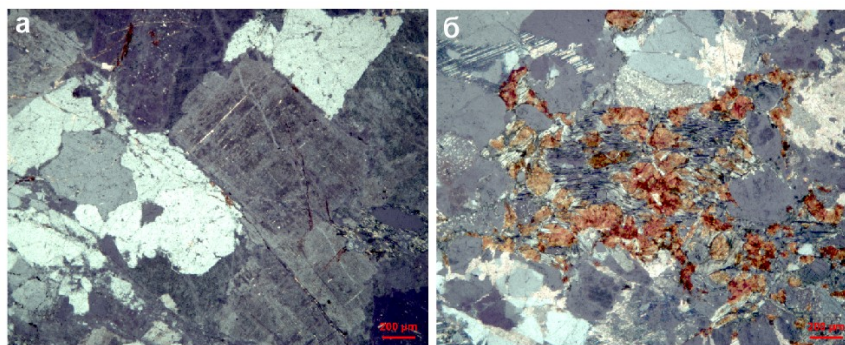


Рис. 3. Аляскиты Руфабгинского кристаллического массива: гипидиоморфные зерна микроклина и поликристаллические зерна кварца (а), лимонитизированные зерна биотита (б). Красная линейка — 200 мкм, николи скрещены.

Петрохимическое изучение аляскитов показывает неожиданные результаты. По содержанию макроэлементов (табл. 1) породы должны быть отнесены к монцонитам, которые являются средними умереннощелочными породами. Однако характерный минеральный состав монцонитов [24] никак не согласуется с тем, что установлен в изученных породах Руфабгинского кристаллического массива (см. выше), являющихся гораздо более кислыми. По всей видимости, этот парадокс имеет методическое объяснение. Неравнозернистость породы способствовала тому, что для петрохимического анализа была использована преимущественно относительно

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ
РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ**

мелкозернистая масса между крупными зернами микроклина, и именно ее состав может быть описан как монцонитовый. Для него же характерны и особенности содержания микроэлементов (табл. 2). Однако полученный результат не должен быть "отброшен" как невалидный. Напротив, имеющиеся представления об эволюции магматизма в Горной Адыгее [12, 18] дают основания предполагать, что изначально порода действительно была монцонитом (или менее щелочным диоритом), однако вследствие калишпатизации преобразовалась в аляскит. Это гипотеза требует последующей верификации с использованием большего количества информации.

Таблица 1.
Макроэлементный состав изученных магматических пород

Основные компоненты	Содержание компонентов, %%			
	Руфабгинский кристаллический массив - аляскиты (данная работа)	Даховский кристаллический массив		
		Гранитоиды 1-й фазы* (по [12])	Граниты 2-й фазы* (по [12])	Аляскиты (данная работа)
Na ₂ O	3,926	2,353–4,545	2,279–7,73	4,3924
MgO	0,8172	0,995–5,028	0,138–2,0	0,3447
Al ₂ O ₃	16,9292	11,811–16,441	3,868–15,476	12,6705
SiO ₂	57,7145	56,661–64,321	66,315–74,095	70,6455
P ₂ O ₅	0,1681	0,028–0,177	0,011–0,577	0,4555
SO ₃	0,1223	0,006–0,065	0,008–0,04	–
Cl	–	–	–	–
K ₂ O	3,913	2,009–5,693	1,172–10,107	4,958
CaO	5,4602	2,592–6,25	0,087–4,05	2,6415
TiO ₂	0,6057	0,068–1,047	0,011–0,472	0,1081
V ₂ O ₅	0,0209	–	–	–
MnO	0,0591	0,052–0,176	0,013–0,099	0,0272
Fe ₂ O ₃	3,9807	2,072–10,727	1,527–7,116	1,189
CuO	0,0054	–	–	0,0058
ZnO	0,0063	–	–	0,0026
Rb ₂ O	0,0217	–	–	0,0189
SrO	0,0186	–	–	0,006
ZrO ₂	0,0115	–	–	0,005
BaO	0,0833	–	–	–
ППП	6,1362	0,54–3,47	0,21–2,89	2,5292

Примечание: * гранитоиды и граниты — в данном случае собирательные названия для пород соответствующих фаз.

Микроэлементный состав изученных магматических пород

Элементы	Содержание компонентов, ppm			
	Руфабгинский кристаллический массив - аляскиты (данная работа)	Даховский кристаллический массив		
		Гранитоиды 1-й фазы* (по [12])	Граниты 2-й фазы* (по [12])	Аляскиты (данная работа)
Li	9,2	–	–	5,6
Be	0,9	–	–	1,2
Na	19193,8	–	–	22455,0
Mg	2116,5	–	–	1234,3
Al	54224,9	–	–	48037,8
K	23977,5	–	–	26795,8
Ca	1032,5	–	–	485,3
Sc	9,3	0–16	–	2,7
Ti	2859,8	–	–	614,8
V	72,9	11–107	5–55	18,5
Cr	20,7	14–45	19–46	3,6
Mn	316,4	–	–	156,8
Fe	19396,2	–	–	5746,8
Co	7,7	0–8	0–4	1,2
Ni	3,3	8–21	4–10	0,1
Cu	15,9	5–17	4–13	13,7
Zn	69,7	33–86	4–37	26,2
Ga	16,9	11–17	8–14	10,6
Ge	4,5	–	–	2,9
As	5,0	0–4	0–4	1,7
Se	3,3	–	–	0,9
Rb	158,0	62–128	17–155	132,2
Sr	133,4	43–300	28–325	47,9
Y	14,2	8–18	1–17	15,7
Zr	79,1	7–101	1–82	38,1
Nb	7,6	5–9	4–13	7,6
Mo	218,4	–	–	222,3
Ru	–	–	–	–
Rh	–	–	–	–
Pa	–	–	–	–
Ag	–	–	–	–
Cd	0,02	–	–	0,01
Sn	3,7	1–6	1–3	1,4
Sb	1,2	2–7	2–6	0,6
Te	–	–	–	–
Cs	14,2	0–43	1–12	2,5
Ba	619,0	81–1101	91–622	151,0

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ
РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ

Продолжение таблицы 2.

La	30,1	–	–	8,1
Ce	57,2	–	–	17,3
Pr	6,6	–	–	1,9
Nd	27,4	–	–	8,1
Sm	5,3	–	–	2,1
Eu	1,1	–	–	0,4
Gd	4,0	–	–	2,0
Tb	0,6	–	–	0,4
Dy	3,1	–	–	3,1
Ho	0,6	–	–	0,7
Er	1,7	–	–	2,3
Tm	0,2	–	–	0,4
Yb	1,6	–	–	2,6
Lu	0,3	–	–	0,4
Hf	2,9	–	–	2,7
Ta	0,9	–	–	2,1
W	2,5	–	–	0,9
Re	–	–	–	–
Os	–	–	–	–
Ir	–	–	–	–
Pt	–	–	–	–
Au	–	–	–	–
Tl	1,3	–	–	1,0
Pb	13,6	7–25	3–37	27,1
Bi	0,3	–	–	0,1
Th	13,6	3–10	2–12	22,4
U	4,9	5–8	4–13	18,5

Примечание: * гранитоиды и граниты – в данном случае собирательные названия для пород соответствующих фаз.

Изученные для сравнения граниты 2-й фазы из Даховского кристаллического массива представляют собой породу розового цвета, в которой в сопоставимых долях содержатся зерна кварца и микроклина. Размер их различен, однако довольно часто превышает 1–2 мм, а порода приобретает пегматоидный облик (рис. 2в). Макро- и микроскопическое изучение показывает, что содержания микроклина составляют 50–60%, а кварца — 35–45% (рис. 4а). Менее 5% приходится на плагиоклаз, биотит и рудные минералы. Отмечены прорастания кварца в микроклине (рис. 4б). Из вторичных изменений можно отметить слабую пелитизацию микроклина, хлоритизацию биотита и наличие прожилков вторичного кальцита (в том числе крупнокристаллического). Структура породы изменяется от гипидиоморнозернистой (гранитовой) до пегматитовой. Как и в предыдущем случае, согласно принятой номенклатуре магматических пород [24], изученная порода относится к числу ультракислых умереннощелочных пород и может быть определена как аляскит из семейства умереннощелочных лейкогранитов.

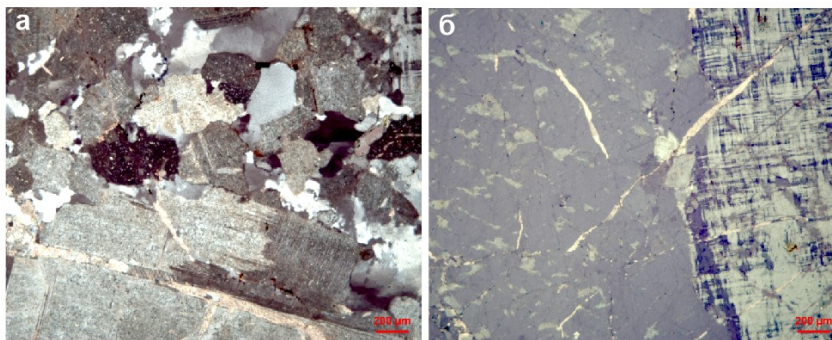


Рис. 4. Аляскиты Даховского кристаллического массива: гипидиоморфные зерна микроклина и поликристаллические зерна кварца (а), проращение кварца в зерне микроклина (б). Красная линейка — 200 мкм, николи скрещены.

Петрохимическое изучение данных аляскитов дает следующие результаты (табл. 1). По содержанию макроэлементов породы должны быть отнесены к умереннощелочным гранитам. Однако характерный минеральный состав последних [24] несколько отличается от того, что установлен в ходе настоящего исследования. В частности, речь идет о содержании кварца и темноцветных минералов. По всей видимости, это снова следует объяснять влиянием неравнозернистости породы на представительность пробы для анализа. Тем не менее различие между результатами петрографического и петрохимического анализов не слишком велико, т.к. в любом случае речь идет об умереннощелочных гранитоидах. В этой связи содержания микроэлементов (табл. 2) с некоторыми (незначительными) допущениями вполне может рассматриваться как характерные для рассматриваемых аляскитов. Содержания как макро-, так и микроэлементов зачастую соответствуют таковым в гранитах 2-й фазы (табл. 2), что говорит о принадлежности к ним изученных аляскитов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты позволяют провести целый ряд интерпретаций, имеющих важное значение для корректного понимания пространственно-временных взаимоотношений позднепалеозойских гранитоидов Горной Адыгеи. Прежде всего, в связи с двухфазностью магматизма на данной территории [12] возникает закономерный вопрос о принадлежности пород Руфабгинского кристаллического массива к одной из фаз. С одной стороны, идентификация этих пород как аляскитов свидетельствует о связи со 2-й фазой. При этом аляскиты Руфабгинского и Даховского кристаллического массива отличаются (см. выше). С другой стороны, в тех же самых породах прослеживается генетическая связь с изначальными монцонитами, которые явно ближе к 1-й фазе. В свете полученных результатов нет смысла привязывать породы Руфабгинского кристаллического массива к одной из фаз, равно как и вообще выделять последние. Возможно, такое подразделение имеет смысл в генетических моделях, но не в конкретном геологическом теле. Стоит добавить, что даже в

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ

Даховском кристаллическом массиве состав гранитоидов 1-й фазы и гранитов 2-й фазы в определенном степени сходен (интервалы содержаний макроэлементов часто перекрываются), даже при различиях в концентрации кремнезема (табл. 1).

Далее необходимо поставить вопрос о сходстве аляскитов Руфабгинского и Даховского массивов. Несмотря на их отнесение к одним и тем же породам, полученные результаты свидетельствуют о двух принципиальных различиях. Аляскиты Руфабгинского массива являются более щелочными, и в используемой классификации [24] они ближе к щелочным аляскитам, тогда как аляскиты Даховского массива оказываются чуть менее щелочными, и в классификации они ближе к лейкогранитам. Однако еще сильнее оказываются текстурно-структурные отличия. В Руфабгинском массиве породы проявляют признаки порфиroidности и ориентированности, а в Даховском массиве — пегматоидности (рис. 2б, в). Кроме того, возможны и генетические различия: аляскиты Руфабгинского массива могут быть "вторичным" продуктом калишпатизации, а аляскиты Даховского массива не демонстрируют признаков последней. На основании этого отождествлять аляскиты двух рассмотренных массивов невозможно или, как минимум, преждевременно. Для акцентирования различий допустимо говорить о порфиroidных аляскитах Руфабгинского массива и пегматоидных аляскитах Даховского массива.

Применительно к магматическим комплексам может быть использована методика литодеменной стратиграфии, которая служит целям упорядочивания региональной информации о них и облегчения картирования. Основы этой методики изложены в ряде работ [26, 27, 28], а обобщение ее достижений представлено в [29]. Ранее для Даховского кристаллического массива были выделены пять литодем: трезубцевый гранодиорит, сибирский гранит, белореченский аплит, березовский серпентинит и липовский родингит [19]. Из них трезубцевый гранодиорит соответствует гранитоидам 1-й фазы в понимании [12], а сибирский гранит — гранитам 2-й фазы в понимании [12]. В таком случае пегматоидные аляскиты Даховского массива входят в состав литодемы сибирского гранита (возможно, более корректно говорить о сибиркинском граните, т.к. название дается по р. Сибирке). С учетом сказанного выше об их отличиях от порфиroidных аляскитов Руфабгинского массива последние видится возможным выделить в самостоятельную литодему, которая может быть определена как руфабгинский аляскит. Валидность этого нового подразделения зависит от двух обстоятельств. Во-первых, нельзя исключать, что в Руфабгинском массиве могут быть установлены и другие гранитоиды, что потребует пересмотра «границ» данной литодемы. Во-вторых, аналоги порфиroidных аляскитов могут существовать и в Даховском массиве, будучи связанными или с трезубцевым гранодиоритом, или с сибирским гранитом, что потребует отнесения порфиroidных аляскитов к одной из двух указанных литодем. На саму возможность таких обстоятельств указывают результаты ранее проведенных исследований [12, 18], однако однозначные суждения можно будет сделать только после детальнейших исследований обоих кристаллических массивов.

ВЫВОДЫ

На основании проведенного исследования можно сделать три принципиальных вывода. Во-первых, изученные позднепалеозойские гранитоиды Руфабгинского кристаллического массива являются аляскитами, демонстрирующими признаки порфириовидности и ориентированности. Во-вторых, для этих пород нецелесообразно отнесение к одной из фаз магматизма, устанавливаемых в Горной Адыгее. В-третьих, данные аляскиты отличаются от аляскитов Даховского массива, что позволяет выделять первые в качестве самостоятельной литодемы. При этом следует указать и пять задач, которые должны быть решены в ходе последующих исследований; установление наличия/отсутствия четкой связи Руфабгинского и Даховского массивов, фиксация всего спектра пород, слагающих Руфабгинский массив, определение временных соотношений калишпатизации с полным интервалом магматической активности, уточнение петрохимических характеристик аляскитов Руфабгинского и Даховского массивов, проведение сравнительного анализа пород всех трех кристаллических массивов Горной Адыгеи с разработкой простой и надежной литодеменной стратиграфии.

Результаты настоящего исследования имеют практическое значение. Дело в том, что руфабгинский аляскит установлен в пределах объекта геологического наследия национального ранга [14]. Подобное наследие представляет собой ценный ресурс для использования в целях геотуризма – новой формы эксплуатации геологических ресурсов с очевидными социально-экономическими выгодами. Каньон р. Сырыф уже используется соответствующим образом. Обнаружение в нем своеобразной магматической породы не только увеличивает ценность данного объекта геологического наследия, но и позволяет диверсифицировать содержание организуемых на его основе геотуристических экскурсий, повысив их привлекательность и максимизировав коммерческие выгоды от этой деятельности.

Список литературы

1. Domeier M., Torsvik T. H. Plate tectonics in the late Paleozoic // *Geoscience Frontiers*. 2014. Vol. 5. P. 303–350.
2. Kocsis A. T., Scotese C. R. Mapping paleocoastalines and continental flooding during the Phanerozoic // *Earth-Science Reviews*. 2021. Vol. 213. P. 103463.
3. Matthews K. J., Maloney K. T., Zahirovic S., Williams S. E., Seton M., Muller R. D. Global plate boundary evolution and kinematics since the late Paleozoic // *Global and Planetary Change*. 2016. Vol. 146. P. 226–250.
4. Ruban D. A. The Greater Caucasus – A Galatian or Henseatic terrane? Comment on "The formation of Pangea" by G.M. Stampfli, C. Hochard, C. Verard, C. Wilhem and J. von Raumer [Tectonophysics 593 (2013) 1–19] // *Tectonophysics*. 2013. Vol. 608. P. 1442–1444.
5. Stampfli G. M., Borel G. D. A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons // *Earth and Planetary Science Letters*. 2002. Vol. 196. P. 17–33.
6. Снежко В. А., Снежко В. В. Возраст цирконов из гранодиоритов Соколовского массива (Западное Предкавказье) по данным U-Pb (SHIRMP II) датирования // *Региональная геология и металлогения*. 2017. № 70. С. 41–47.
7. Снежко В. А., Снежко В. В., Шарпёнок Л. Н. Малкинский гранит-лейкогранитовый комплекс

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ

- (Северный Кавказ) // Региональная геология и металлогения. 2021. № 85. С. 5–20.
8. Афанасьев Г. Д. Гранитоиды древних интрузивных комплексов Северо-Западного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 243 с.
 9. Афанасьев Г. Д. Магматические формации и общие проблемы геологической петрологии. М.: Наука, 1981. 514 с.
 10. Паффенгольд К. Н. Очерк мазматизма и металлогении Кавказа. Ереван: Изд-во АН АрССР, 1970. 435 с.
 11. Дьяконова-Савельева Е. С. Гранитоиды Даховской и Сахрайской интрузий // Ученые записки ЛГУ. Серия геолого-почвенных наук. 1940. № 45, вып. 8. С. 190–223.
 12. Ненахов В. М., Жабин А. В., Жаворонкин В. И., Ильин В. В., Чеботарёва Е. С. Вещественные особенности, петрофизические свойства и геодинамические условия формирования гранитоидов Даховского кристаллического массива (Западный Кавказ) // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2021. № 2. С. 4–21.
 13. Назаренко О. В., Михайленко А. В., Смагина Т. А., Кутилин В. С. Природные условия Горной Адыгеи. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2020. 132 с.
 14. Ruban D. A., Mikhailenko A. V., Yashalova N. N. Valuable geoheritage resources: Potential versus exploitation // Resources Policy. 2022. Vol. 77. P. 102–165.
 15. Трифионов В. Г., Соколов С. Ю., Соколов С. А., Хессами Х. Мезозойско-кайнозойская структура Черноморско-Кавказско-Каспийского региона и ее соотношение со строением верхней мантии // Геотектоника. 2020. № 3. С. 55–81.
 16. van Hinsbergen D. J. J., Torsvik T. H., Schmid S. M., Matenco L. C., Maffione M., Vissers L. R. M., Gurer D., Spakman W. Orogenic architecture of the Mediterranean region and kinematic reconstruction of its tectonic evolution since the Triassic // Gondwana Research. 2020. Vol. 81. P. 79–229.
 17. Попов Ю. В. Положение магматических комплексов Даховской горст-антиклинали в эволюции магматизма зоны Передового хребта Большого Кавказа // Актуальные проблемы региональной геологии, литологии и минерагении. Ростов-на-Дону: ЦВВР, 2005. С. 131–141.
 18. Попова Н. М., Грановский А. Г. Особенности состава и происхождения коллизионных гранитоидов Передового хребта (Северо-Западный Кавказ) // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки. Новосибирск: СибАК, 2014. С. 40–49.
 19. Рубан Д. А. Ревизия литодеменной стратиграфии магматических пород Даховского кристаллического массива (Западный Кавказ) // Вулканизм, биосфера и экологические проблемы. Майкоп, 2016. С. 39–40.
 20. Корнетова В. А. Атлас текстур и структур гранитных пегматитов. М.: Наука, 1983. 124 с.
 21. Краснощекова Л. А. Атлас основных типов магматических пород. Томск: Изд-во ТПУ, 2012. 128 с.
 22. Barker A. J. A Key for Identification Of Rock-forming Minerals in Thin-Section. London: Taylor and Francis, 2014. 170 p.
 23. MacKenzie W. S., Adams A. E., Brodie K. H. Rocks and Minerals in Thin Section. London: Taylor and Francis, 2017. 242 p.
 24. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
 25. Nedelec A., Bouchez J.-L. Granites: Petrology, Structure, Geological Setting, and Metallogeny. Oxford: Oxford University Press, 2015. 335 p.
 26. Gillespie M. R., Leslie A. G. BRUCS: a new system for classifying and naming mappable rock units // Journal of the Geological Society. 2021. Vol. 178. P. jgs2020-212.
 27. Hattin D. E. Lithodemes, suites, supersuites, and complexes: intrusive, metamorphic, and genetically mixed assemblages of rocks now embraced by North American Code of Stratigraphic Nomenclature // Precambrian Research. 1991. Vol. 50. P. 355–357.
 28. Stratigraphy. Terminology and practice. Paris: Editions TECHNIP, 2008. 165 p.
 29. Ruban D. A. Lithodemes in the new millenium: a bibliographical survey // Proceedings of the Geologists' Association. 2014. V. 125. P. 151–154.

**NEW DATA ON LATE PALEOZOIC GRANITOIDS FROM THE RUFABGO
CRYSTALLINE MASSIF OF MOUNTAINOUS ADYGEYA**

Ruban D. A.¹, Zorina S. O.², Nikashin K. I.³, Tahhan F.⁴

¹K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University), Moscow, Russian Federation

^{2,3,4}Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

E-mail: ¹ruban-d@mail.ru, ²svzorina@yandex.ru, ³kostya97@inbox.ru, ⁴fatmeh.m.tahhan@gmail.com

Crystalline massifs representing Precambrian–Paleozoic rocks are rather numerous in the Alpine tectonic belt of the Russian South. Particularly, three of them are found in Mountainous Adygeya – a peculiar domain in the western part of the Greater Caucasus dominated by the Mesozoic sedimentary complexes. These are the Dakh, Sakhray, and Rufabgo crystalline massifs of Late Paleozoic (most probably, Carboniferous) age. The former is the biggest and best studied. Despite of about a century of research, the knowledge of these massifs remains incomplete and controversial. New field investigations have allowed to find and to sample granitoids of the Rufabgo Crystalline Massif. For reference, similarly-looking rocks from the southern periphery of the Dakh Crystalline Massif were also sampled. Petrographical and petrochemical investigations were undertaken. It is established that the rocks from the Rufabgo Massif are greyish-pink alaskites with 60–70% of microcline and 25–35% of quartz. They demonstrate signs of porphyroid structure and lineation. The composition of the relatively fine-grained mass around large microcline porphyric grains (up to 1 cm in size) is monzonitic. It can be hypothesized that initial monzonites were later altered to allow microcline grains growing. The analyzed rocks from the Dakh Massif are pink alaskites, with 50–60% of microcline and 35–45% of quartz. They demonstrate pegmatoid structure. Earlier, two phases of the Late Paleozoic intrusive magmatism were interpreted for Mountainous Adygeya. However, the present study of granitoids from the Rufabgo Crystalline Massif implies that rock differentiation by these two phases is unreasonable. Even in the Dakh Crystalline Massif, the rocks representing these phases demonstrate significant overlap of their content. The analyzed alaskites from the Rufabgo and Dakh massifs have much in common, but they differ by the relations of microcline and quartz (the rocks from the Rufabgo Massif are more alkaline) and structural peculiarities. Apparently, these are different rocks, namely porphyroid alaskites and pegmatoid alaskites. These results are valuable for lithodemic interpretations. Lithodeme stratigraphy is a powerful tool for development of regional classifications of magmatic rocks and their mapping. Five lithodemes were proposed earlier for the Dakh Crystalline Massif. The studied alaskites from there can be assigned to the Siberian (Sibirskian) granite. Alaskites from the Rufabgo Crystalline Massif cannot be attributed to this lithodeme, and a new lithodeme is proposed, namely the Rufabgo alaskite. Further investigations are necessary to prove or to disprove its validity. The results of the present study highlight new tasks for further investigations of the Late Paleozoic granitoids of Mountainous Adygeya. They are also of practical importance because the Rufabgo alaskite is found on the territory

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ
РУФАБГИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ГОРНОЙ АДЫГЕИ

of the nationally-ranked geological heritage site. The occurrence of this magmatic rock there contributes to the overall value of this site and its geotouristic potential.

This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under agreement No. 075-15-2020-931 within the framework of the development program for a world-class Research Center “Efficient development of the global liquid hydrocarbon reserves” (contributions by S. O. Zorina, K. I. Nikashin, F. Tahhan); the research by D. A. Ruban was not funded.

Keywords: аляскит, Большой Кавказ, литодемы, малкинский комплекс, петрохимия.

References

1. Domeier M., Torsvik T. H. Plate tectonics in the late Paleozoic. *Geoscience Frontiers*, 2014, vol. 5, pp. 303–350.
2. Kocsis A. T., Scotese C. R. Mapping paleocoastlines and continental flooding during the Phanerozoic. *Earth-Science Reviews*, 2021, vol. 213, p. 103463.
3. Matthews K. J., Maloney K. T., Zahirovic S., Williams S. E., Seton M., Muller R. D. Global plate boundary evolution and kinematics since the late Paleozoic. *Global and Planetary Change*, 2016, vol. 146, pp. 226–250.
4. Ruban D. A. The Greater Caucasus – A Galatian or Henseatic terrane? Comment on "The formation of Pangea" by G.M. Stampfli, C. Hochard, C. Verard, C. Wilhem and J. von Raumer [Tectonophysics 593 (2013) 1–19]. *Tectonophysics*, 2013, vol. 608, pp. 1442–1444.
5. Stampfli G. M., Borel G. D. A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. *Earth and Planetary Science Letters*, 2002, vol. 196, pp. 17–33.
6. Snezhko V. A., Snezhko V. V. Vozrast cirkonov iz granodioritov Sokolovskogo massiva (Zapadnoe Predkavkaz'e) po dannym U-Pb (SHIRMP II) datirovaniya (Age of zircons from granitoids of the Sokolov massif (Western Ciscaucasus) by the data of U-Pb (SHIRMP II) dating. *Regional'naja geologija i metallogenija*, 2017, no. 70, pp. 41–47 (in Russian).
7. Snezhko V. A., Snezhko V. V., Sharpjonok L. N. Malkinskij granit-lejkogranitovyj kompleks (Severnyj Kavkaz) (Malka granite-leucogranite complex (Northern Caucasus)). *Regional'naja geologija i metallogenija*, 2021, no. 85, pp. 5–20 (in Russian).
8. Afanas'ev G. D. Granitoidy drevnih intruzivnyh kompleksov Severo-Zapadnogo Kavkaza (Granitoids of ancient intrusive complexes of the North-Western Caucasus). Moscow: AN SSSR (Publ.), 1950, 243 p. (in Russian).
9. Afanas'ev G. D. Magmaticeskije formacii i obshhie problemy geologicheskoi petrologii (Magmatic formations and general problems of geological petrology). Moscow: Nauka, 1981, 514 p. (in Russian).
10. Paffengolc K. N. Ocherk mazmatizma i metallogenii Kavkaza (Review of magmatism and metallogeny of the Caucasus). Erevan: AN ArSSR (Publ.), 1970, 435 p. (in Russian).
11. D'jakonova-Savel'eva E. S. Granitoidy Dahovskoj i Sahrajskoj intruzij (Granitoids of Dakh and Sakhray intrusions). *Uchenye zapiski LGU. Serija geologo-pochvennyh nauk*, 1940, no. 45, iss. 8, pp. 190–223 (in Russian).
12. Nenahov V. M., Zhabin A. V., Zhavoronkin V. I., Il'in V. V., Chebotarjova E. S. Veshhestvennye osobennosti, petrofizicheskie svojstva i geodinamicheskie uslovija formirovaniya granitoidov Dahovskogo kristallicheskogo massiva (Zapadnyj Kavkaz) (Content peculiarities, petrophysical properties and geodynamical conditions of formation of granitoids of the Dakh crystalline massif (Western Caucasus)). *Vestnik VGU. Serija: Geologija*, 2021, no. 2, pp. 4–21 (in Russian).
13. Nazarenko O. V., Mihajlenko A. V., Smagina T. A., Kutilin V. S. Prirodnye uslovija Gornoj Adygei (Natural conditions of Mountainous Adygeya). Rostov-na-Donu: YuFU (Publ.), 2020, 132 p. (in Russian).
14. Ruban D. A., Mikhailenko A. V., Yashalova N. N. Valuable geoheritage resources: Potential versus exploitation. *Resources Policy*, 2022, vol. 77, p. 102665.
15. Trifonov V. G., Sokolov S. Ju., Sokolov S. A., Hessami H. Mezozojsko-kajnozojskaja struktura Chernomorsko-Kavkazsko-Kaspijskogo regiona i ee sootnoshenie so stroeniem verhnej mantii (Mesozoic-Cenozoic structure of the Black Sea-Caucasian-Caspian Sea region and its relation to the upper mantle structure). *Geotektonika*, 2020, no. 3, pp. 55–81 (in Russian).
16. van Hinsbergen D. J. J., Torsvik T. H., Schmid S. M., Matenco L. C., Maffione M., Vissers L. R. M., Gurer D.,

- Spakman W. Orogenic architecture of the Mediterranean region and kinematic reconstruction of its tectonic evolution since the Triassic. *Gondwana Research*, 2020, vol. 81, pp. 79–229.
17. Popov Ju. V. Polozhenie magmaticeskikh kopmlekov Dahovskoj gorst-antiklinali v jevoljucii magmatizma zony Peredovogo hrebta Bol'shogo Kavkaza (Position of magmatic complexes of the Dakh horst-anticline in the evolution of magmatism in the Peredovoy range zone of the Greater Caucasus). *Aktual'nye problemy regional'noj geologii, litologii i mineragenii*. Rostov-na-Donu: CVVR, 2005, pp. 131–141 (in Russian).
 18. Popova N. M., Granovskij A. G. Osobennosti sostava i proishozhdenija kollizionnyh granitoidov Peredovogo hrebta (Severo-Zapadnyj Kavkaz) (Peculiarities of composition and origin of collisions granitoids of the Peredovoy range (North-Western Caucasus). *Nauchnoe soobshhestvo studentov XXI stoletija. Estestvennye nauki*. Novosibirsk: SibAK, 2014, pp. 40–49 (in Russian).
 19. Ruban D. A. Revizija litodemnoj stratigrafii magmaticeskikh porod Dahovskogo kristallicheskogo massiva (Zapadnyj Kavkaz) (Revision of lithodemic stratigraphy of magmatic rocks of the Dakh crystalline massif (Western Caucasus)). *Vulkanizm, biosfera i jekologicheskie problemy*. Majkop, 2016, pp. 39–40 (in Russian).
 20. Kometova V. A. Atlas tekstur i struktur granitnyh pegmatitov (Atlas of textures and structures of granite pegmatites). Moscow: Nauka, 1983, 124 p. (in Russian).
 21. Krasnoshhejkova L. A. Atlas osnovnyh tipov magmaticeskikh porod (Atlas of the principal types of magmatic rocks). Tomsk: TPU (Publ.), 2012, 128 p. (in Russian).
 22. Barker A. J. A Key for Identification Of Rock-forming Minerals in Thin-Section. London: Taylor and Francis, 2014, 170 p.
 23. MacKenzie W. S., Adams A. E., Brodie K. H. Rocks and Minerals in Thin Section. London: Taylor and Francis, 2017, 242 p.
 24. Petrograficheskij kodeks Rossii. Magmaticeskije, metamorficheskie, metasomaticeskije, impaktnye obrazovanija (Petrographical codex of Russia. Magmatic metamorphic, metasomatic, impact rocks). Saint-Petersburg: VSEGEI (Publ.), 2009, 200 p. (in Russian).
 25. Nedelec A., Bouchez J.-L. Granites: Petrology, Structure, Geological Setting, and Metallogeny. Oxford: Oxford University Press, 2015, 335 p.
 26. Gillespie M. R., Leslie A. G. BRUCS: a new system for classifying and naming mappable rock units. *Journal of the Geological Society*, 2021, vol. 178, p. jgs2020-212.
 27. Hattin D. E. Lithodemes, suites, supersuites, and complexes: intrusive, metamorphic, and genetically mixed assemblages of rocks now embraced by North American Code of Stratigraphic Nomenclature. *Precambrian Research*, 1991, vol. 50, pp. 355–357.
 28. Stratigraphy. Terminology and practice. Paris: Editions TECHNIP, 2008, 165 p.
 29. Ruban D. A. Lithodemes in the new millenium: a bibliographical survey. *Proceedings of the Geologists' Association*, 2014, vol. 125, pp. 151–154.

Поступила в редакцию 19.04.2022 г.