

**М. А. Сосновская<sup>1</sup>, Л. И. Нерович<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, Апатиты, Россия

<sup>2</sup> Геологический университет ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

## **ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ И ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ОБРАМЛЕНИЯ И ЗОНЫ КОНТАКТА МАССИВА ЯРВА-ВАРАКА**

### **Аннотация**

Представлены данные петрографических и петрохимических исследований пород обрамления и зоны контакта массива Ярва-варака. В обрамлении интрузива наблюдаются глиноземистые гнейсы, гранитоиды, долериты, также встречаются жилы пегматитов и впервые обнаружено обнажение псевдотрахилитовой брекчия. Все гнейсы имеют избыточное содержанием  $Al_2O_3$  и соответствуют парапородам. Гранитоиды чаще наблюдаются в виде тел, субсогласных со сланцеватостью гнейсов, и секутся пегматитовыми жилами. Отмечаются пегматиты двух видов: аляскитовые и плагиопегматитовые. Изученные гранитоиды, за исключением плагиопегматитов, соответствуют корово-анатектическим образованиям. Наиболее интересным объектом в зоне обрамления является псевдотрахилитовая брекчия, в которой угловатые обломки кварц-полевошпатового материала, фрагменты изменённых гнейсов и более мелкие частицы сцементированы стекловатым материалом. Кроме площади основного развития брекчия, в гнейсах наблюдаются тонкие прослои стекловатого материала. Псевдотрахилитовая брекчия является характерным объектом импактных структур. Также были рассмотрены породы из зоны контакта массива. Здесь встречаются гибридные породы со своеобразной сноповидной текстурой. В зоне контакта часто наблюдается окисление пород, которые приобретают ржаво-бурые и красные цвета.

### **Ключевые слова:**

*импактные структуры, псевдотрахилитовая брекчия, гнейсы, гранитоиды, пегматиты, гибридные породы.*

**M. A. Sosnovskaya<sup>1</sup>, L. I. Nerovich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Apatity Branch of Murmansk State Technical University, Apatity, Russia

<sup>2</sup> Geological Institute of FRC KSC RAS, Apatity, Russia

## **PETROGRAPHIC AND PETROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE FRAMES OF THE FRAME AND THE CONTACT ZONE OF THE YARVA-VARAKA MASSIF**

### **Abstract**

The scientific work presents the data of petrographic and petrochemical studies of the framing rocks and the contact zone of the Jarva-varaka massif. Alumina gneisses, granitoids, dolerites are observed in the edging of the intrusion, pegmatite veins are also found, and an outcrop of pseudotachylite breccia was first discovered. All gneisses are excessive in  $Al_2O_3$  and correspond to para-rocks. Granitoids are more often observed in the form of bodies sub-consonant with shale gneisses and are split by pegmatite veins. Two types of pegmatitis are noted: alaskitic and plagiopegmatitic. The studied granitoids, with the exception of plagiopegmatitis, correspond to cortical anatectic formations. The most interesting object in the framing zone is pseudotachylite breccia, in which the angular fragments of quartz of feldspar material, fragments of altered gneisses and smaller particles are cemented with a glassy material. In addition to the area of the main development of breccia, thin interlayers of glassy material are observed in gneisses. Pseudotachylite breccia is a characteristic object of impact structures. Also, rocks from the contact zone of the massif were considered in the work. Here hybrid breeds with a peculiar

sheaf-like texture are found. In the contact zone, oxidation of rocks that acquire rusty-brown and red colors is often observed.

**Keywords:**

*impact structures, pseudotachylite breccia, gneisses, granitoids, pegmatites, hybrid rocks.*

Массив Ярва-варака является сравнительно малоизученным. В значительной степени интерес к массиву обусловлен описанным ранее сходством строения разреза и петрографо-геохимических характеристик пород интрузива с массивом Садбери (Нерович и др., 2015), образование которого связывают с импактным событием (Налдретт, 2003). Подобное сходство в итоге и определило внимание к детальному изучению пород как самого массива Ярва-варака, так и пород обрамления и к поиску доказательств его импактного происхождения.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучение геологии Мончегорского района и массива Ярва-варака с использованием литературных данных, а также детальное петрографическое описание шлифов и петрохимическая характеристика пород обрамления массива Ярва-варака.

В ходе петрографических исследований пород обрамления были выделены следующие петрографические разновидности.

1. Долериты: средне-мелкозернистые и тонко-мелкозернистые.

2. Гнейсы: силлиманит-биотитовые, гранат-биотитовые, гранат-ставролит-биотитовые, кианит-биотитовые, амфибол-биотитовые, эпидот-биотитовые и биотитовые. Для изученных гнейсов характерны преимущественно сланцевато-полосчатые, линзовидно-полосчатые текстуры, кроме того, отмечается брекчиевидная текстура (рис. 1). Структура — лепидогранобластовая.



Рис. 1. Брекчии с линзами кварц-полевошпатового состава в гнейсах

Fig. 1. Breccias with lenses of quartz-feldspar composition in gneisses

3. Гранитоиды: биотитовые гранитоиды субпластовых тел в гнейсах; микроклиновые гранитоиды, неравномерно гнейсовидные; биотитовые гранодиориты; два типа пегматитовых жил — аляскитовые пегматиты и плагиопегматиты; субщелочные двуполевошпатовые лейкограниты мелких жил в гнейсах и будин в тектонитах (монцолейкограниты). Для биотитовых гранодиоритов характерна штриховка, похожая на таковую для конусов

скалывания. Также для биотитового гранодиорита отмечается структура погасания “kink banding” — полосы излома, похожие наблюдаются в гнейсах пород основания Садбери (рис. 2).

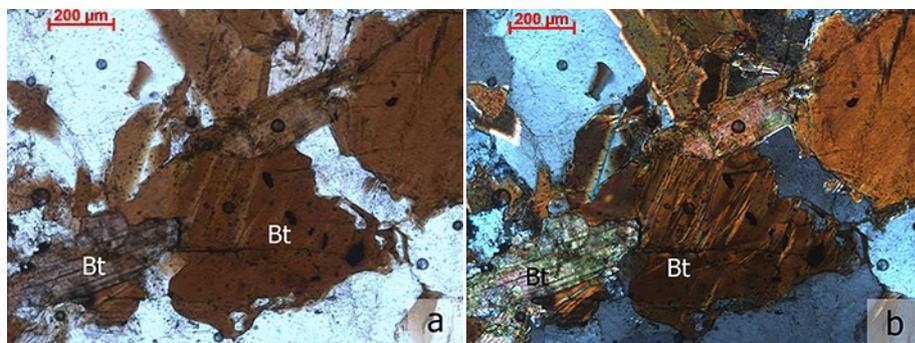


Рис. 2. Лейсты биотита со структурой погасания “kink banding” — полосы излома. Без анализатора (a) и с анализатором (b)

Fig. 2. Biotite sheets with extinction structure “kink banding” — kink banding. Without analyzer (a) and with analyzer (b)

4. Тектониты с будинами и порфиrokластами полевых шпатов и кварца (рис. 3).



Рис. 3. Гравелитоподобные тектониты, сложенные кварц-полевошпатовым и гнейсовым материалом. В них наблюдаются линзы и полосы силлиманит-мусковит-флогопитовых сланцев

Fig. 3. Gravelite-like tectonites composed of quartz-feldspar and gneiss material. They observed lenses and bands of sillimanite-muscovite-phlogopite schists

5. Сланцы из линз и прерывистых полос в тектонитах: силлиманит-мусковит-флогопитовые (рис. 3).

6. Наиболее своеобразной породой, наблюдаемой в обрамлении массива, является псевдотахилитовая брекчия, в которой обломки угловатой формы гранитного и гнейсового состава и кристаллокласты кварца и плагиоклаза

сцементированы стекловатым цементом. Под микроскопом он имеет оптические характеристики вулканического стекла, без анализатора имеет бурый цвет с черными пятнами (рис. 4). С анализатором он изотропный (рис. 5). При большем увеличении цемент брекчии имеет криптокристаллическую структуру, что характерно для псевдотахилитов других объектов в мире (рис 6). Наличие псевдотахилитовой брекчии является характерной чертой импактных структур (Tankard, 1982).

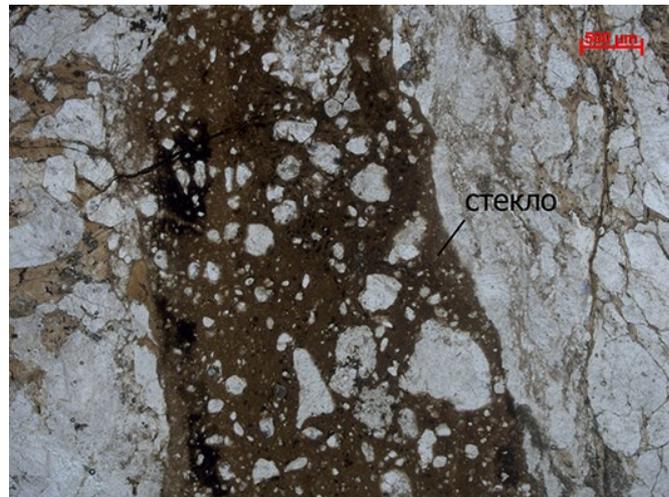


Рис. 4. Без анализатора. Контакт вмещающей породы и псевдотахилитовой брекчии

Fig. 4. Without analyzer. Contact of the host rock and pseudotachylite breccia

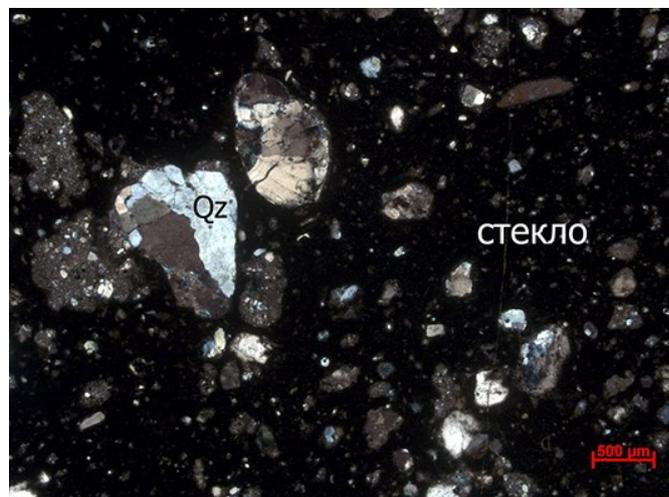


Рис. 5. С анализатором. Стекловатый цемент псевдотахилитовой брекчии с литокластами и кристаллокластами

Fig. 5. With an analyzer. Glassy cement of pseudotachylite breccia with lithoclasts and crystalloclasts

Породы из зоны контакта обрамления с массивом Ярва-варака представлены немногочисленными разновидностями, здесь встречаются гибридные породы со своеобразной текстурой, образованной многочисленными удлинениями черного цвета, сложенными в значительной степени биотизированным антофиллитом (рис. 7). В зоне эндоконтакта часто наблюдается окисление пород, которые приобретают ржаво-бурые и красные цвета (рис. 8).

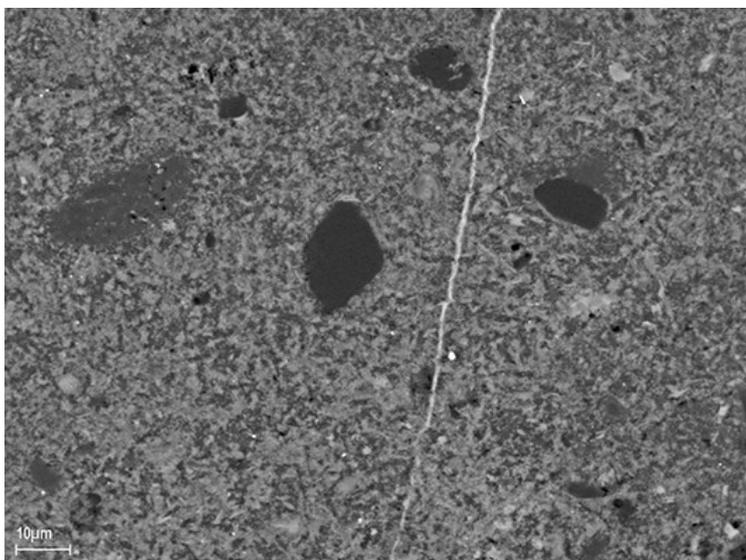


Рис. 6. BSE изображение псевдотахилитовой брекчии

Fig. 6. BSE image of pseudotachylite breccia



Рис. 7. Сноповидная текстура гибридных пород в зоне

Fig. 7. Sheaf-like texture of hybrid rocks in the zone



Рис. 8. Окисление пород в зоне контакта

Fig. 8. Oxidation of rocks in the contact zone

На классификационной диаграмме  $\text{SiO}_2 - \Sigma(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  гнейсы характеризуются широким разбросом химического состава по оси  $\text{SiO}_2$ , в основном концентрируясь в области средних пород, а также с присутствием разностей кислого и основного состава. По оси  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  практически все составы гнейсов относятся к породам нормальной щёлочности, лишь единичный образец, соответствующий гранат-биотитовому гнейсу, попадает в пограничную область пород нормальной и умеренной щёлочности среднего состава, это же пограничное положение занимает цемент псевдотахилитовой брекчии. Для гранитоидов характерен кислый состав, а также разброс по оси суммы щелочей, здесь выделяют гранитоиды преимущественно умеренной и нормальной щёлочности, куда также попадает состав тектонита. Единичный образец отклоняется до области низкой щёлочности. Для составов гибридных пород характерен средний состав и разброс от нормальной до умеренной щёлочности.

Согласно диаграмме первичной реконструкции F–A А. А. Предовского (рис. 9) все изученные образцы соответствуют парапородам, т. е. это метаморфизованные осадочные породы.

Количественно среди изученных образцов преобладают разности, соответствующие глинистым осадкам, и разности, состав которых соответствует пограничной области между граувакками и продуктами выветривания основных-ультраосновных пород. Оценочный состав цемента псевдотахилитовой брекчии попадает в поле составов гнейсов (Предовский, 1980).

Составы гранитоидов были нанесены на дискриминантную диаграмму, предназначенную для выделения петрохимических типов гранитов. Согласно результатам распределения составов, практически все гранитоиды соответствуют S-типу гранитов, образование которых обычно связывают с корово-

анатектическими процессами в зонах высоко-градиентного метаморфизма. Плагнопегматит попадает в поле анорогенных внутриплитных гранитоидов А-типа (Maeda, 1990).

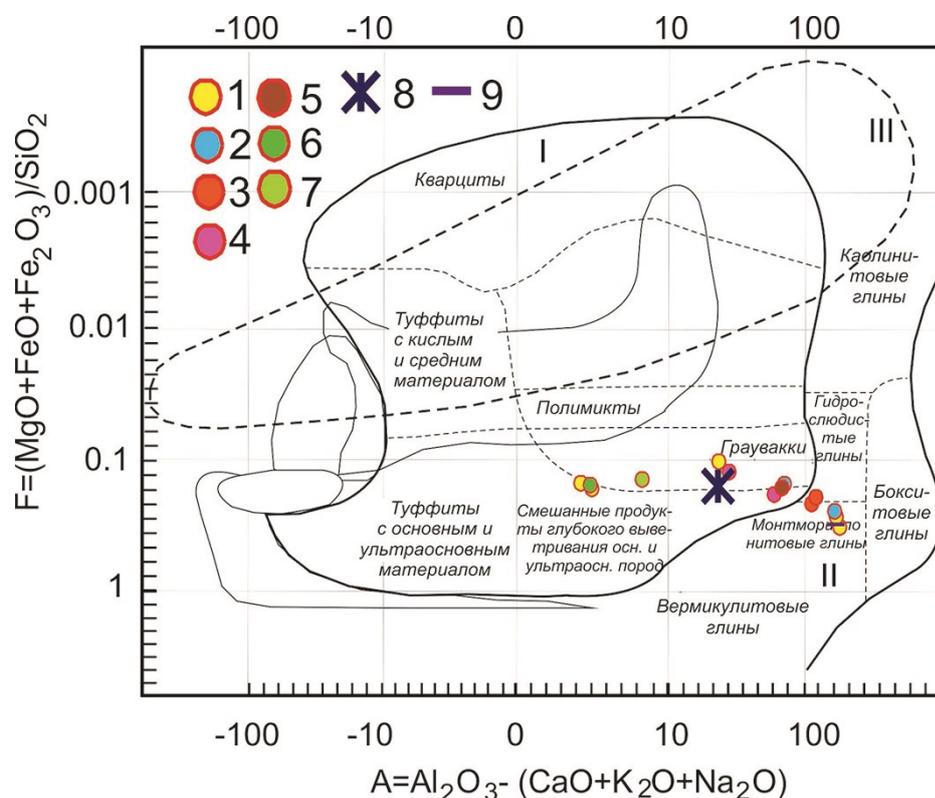


Рис. 9. Диаграмма F–A для реконструкции и сопоставления первичного состава силикатных вулканогенных, вулканогенно-осадочных и терригенно-осадочных пород по А. А. Предовскому (Предовский, 1980):

- 1 — биотитовые гнейсы; 2 — кянитовые гнейсы; 3 — гранат-ставролит-биотитовые гнейсы; 4 — гранат-биотитовые гнейсы;
- 5 — силлиманит-биотитовый гнейс; 6 — амфибол-биотитовый гнейс;
- 7 — эпидот-биотитовый гнейс; 8 — цемент псевдотахилитовой брекчии;
- 9 — силлиманит-мусковит-флогопитовый сланец

Fig. 9. F–A diagram for reconstruction and comparison of the primary composition of silicate volcanic, volcanic-sedimentary and terrigenous-sedimentary rocks according to (Predovsky, 1980):

- 1 — biotite gneisses; 2 — kyanite gneisses; 3 — garnet-staurolite-biotite gneisses;
- 4 — garnet-biotite gneisses; 5 — sillimanite-biotite gneiss; 6 — amphibole-biotite gneiss;
- 7 — epidote-biotite gneiss; 8 — cement pseudotachylite breccia;
- 9 — sillimanite-muscovite-phlogopite slate

На всех диаграммах зависимости содержаний петрогенных оксидов от содержания SiO<sub>2</sub> цемент псевдотахилитовой брекчии попадает в поле составов глиноземистых гнейсов (рис. 10).

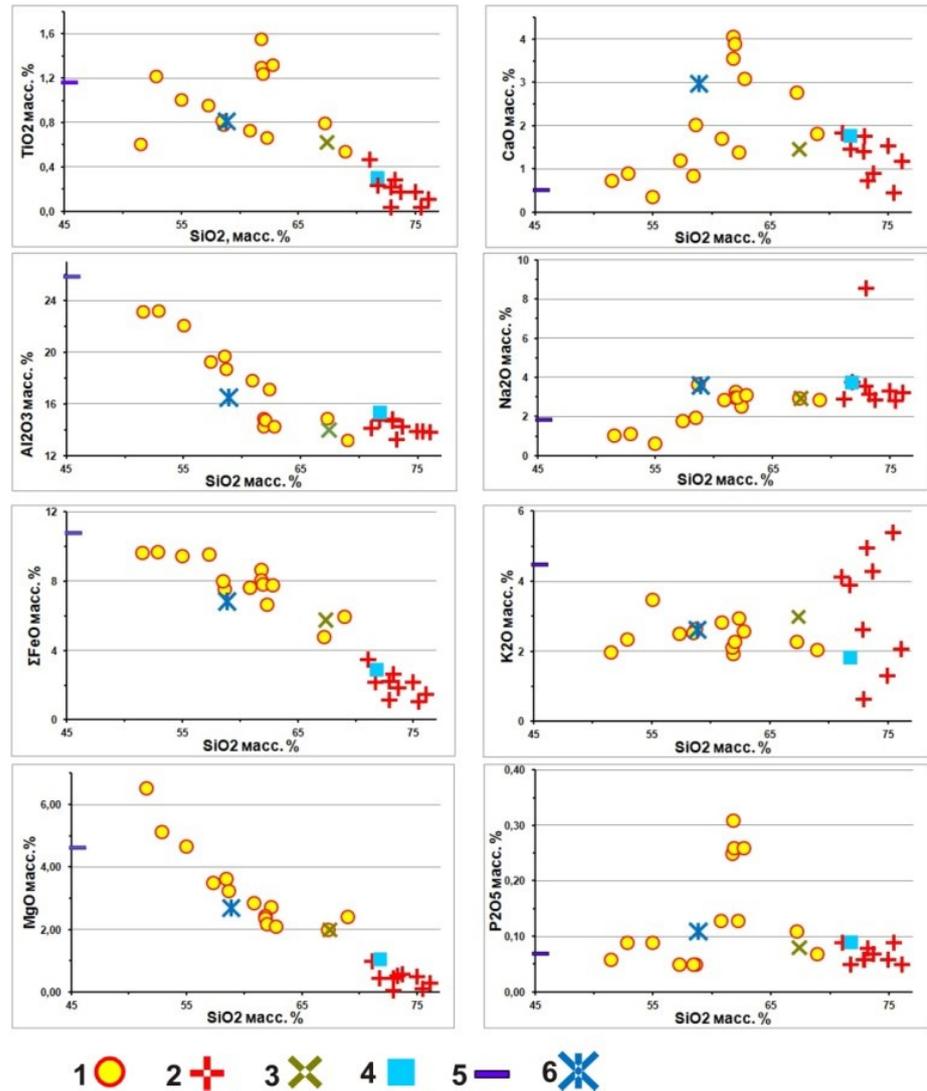


Рис. 10. Зависимость содержаний петрогенных оксидов от содержания  $\text{SiO}_2$  в породах обрамления массива Ярва-варака:  
 1 — глинозёмистые гнейсы; 2 — граниты; 3 — гранодиорит; 4 — тектонит;  
 5 — силлиманит-мусковит-флогопитовый сланец;  
 6 — цемент псевдотахилитовой брекчии

Fig. 10. Dependence of the contents of petrogenic oxides on the  $\text{SiO}_2$  content in the edging rocks of the Jarva-Varaka massif:  
 1 — alumina gneisses; 2 — granites; 3 — granodiorite; 4 — tectonite;  
 5 — sillimanite-muscovite-phlogopite slate; 6 — pseudotachylite breccia cement

Оценочный состав цемента псевдотахилитовой брекчии на всех диаграммах попадает в поле составов гнейсов. Можно предположить, что образование псевдотахилитовой брекчии связано с шоковым метаморфизмом этих гнейсов при импактном событии.

## Литература

Надретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометалльных руд. СПб.: СПбГУ, 2003. 487 с.

Нерович Л. И., Баянова Т. Б., Кунаккузин Е. Л., Базай А. В., Некипелов Д. А. Новые результаты геолого-петрографического и петро-геохимического изучения расслоенного массива Ярва-Варака (Мончегорский рудный район) // Труды XII Всероссийской (с международным участием) Ферсмановской научной сессии, посвящённой 80-летию со дня рождения акад. РАН Ф. П. Митрофанова (Апатиты, 6–7 апреля 2015 г.). Апатиты, 2015. С. 141–146.

Предовский А. А. Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л.: Наука, 1980. 152 с.

Maeda J. Opening of the Kuril Basin deduced from the magmatic history of Central Hokkaido, North Japan // Tectonophysics. 1990. Vol. 174, No. 3–4. P. 235–255.

Tankard A. J., Eriksson K. A., Hobday D. K., Jackson M. P. A., Minter W. E. L., Hunter D. R. Evolution of Southern Africa: 3.8 Billion Years of Earth History. New York, Springer-Verlag, 1982. P. 200–203.

## Сведения об авторах

### Сосновская Маргарита Александровна

студентка, Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, margarita\_margol@mail.ru

### Нерович Людмила Ивановна

кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, neroch@geoks.apatity.ru

### Sosnovskaya Margarita Alexandrovna

Student, Apatity Branch of Murmansk State Technical University, margarita\_margol@mail.ru

### Nerovich Lyudmila Ivanovna

PhD (Geology & Mineralogy), Researcher, Geological Institute of FRC KSC RAS, neroch@geoks.apatity.ru

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.035  
УДК (550.4)

**Е. Н. Стешенко, П. А. Серов, Е. Л. Кунаккузин, Н. А. Екимова, Д. В. Елизаров**  
Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

## **НОВЫЕ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ (Nd–Sr) ДАННЫЕ ДЛЯ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКОГО КАНДАЛАКШСКО-КОЛВИЦКОГО ГАББРО-АНОРТОЗИТОВОГО КОМПЛЕКСА**

### Аннотация

Приводятся новые Sm–Nd и Nd–Sr изотопно-геохронологические данные для пород Кандалакшско-Колвицкого палеопротерозойского габбро-анортозитового комплекса. Изотопный Sm–Nd-возраст по метаморфическим минералам (апатиту, гранату, сульфидам) и породе Колвицкого массива составил  $1985 \pm 17$  млн лет (гранулитовый метаморфизм), Кандалакшского массива —  $1887 \pm 7$  млн лет (высокотемпературные метасоматические преобразования) и  $1692 \pm 71$  млн лет (региональная флюидная переработка). Модельный Sm–Nd-возраст метагаббро равен 3,3 млрд лет