

Кумулюсная стратиграфия, петрохимия и U-Pb возраст расслоенной интрузии Поаз, Мончегорский плутон, Кольский полуостров

Чашин В.В. , Баянова Т.Б. 

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, v.chashchin@ksc.ru; t.bayanova@ksc.ru

Аннотация. В результате проведенного исследования изучена кумулюсная стратиграфия и петрохимические особенности пород расслоенной интрузии Поаз, которая составляет крайнюю восточную часть Мончегорского плутона (Мончеплутон). Разрез интрузии состоит из двух зон: нижней и верхней, мощностью 70–120 и 250–260 м, соответственно. Нижняя зона представлена меланократовыми норитами-плагиоортопироксенитами с ортопироксеновым кумулутом и плагиоклазовым интеркумулутом и относится к ортокумулатам. Верхняя зона сложена лейко-мезократовыми норитами с кумулюсными ортопироксеном и плагиоклазом и редкими пойкилопорфирами клинопироксена, которые являются мезокумулатами. На отдельных интервалах присутствуют прослои габброноритов, а также сложенные переслаиванием норитов и габброноритов. Различия между породами верхней и нижней зон интрузии Поаз подчеркиваются особенностями их химического состава. Снизу вверх по разрезу происходит снижение содержаний MgO, FeOtot и SiO₂ при возрастании содержаний Al₂O₃, CaO и щелочей. Получен новый U-Pb возраст магматических цирконов из габброноритов интрузии Поаз равный 2493 ± 5 млн лет.

Ключевые слова: стратиграфия, петрохимия, U-Pb возраст, интрузия Поаз, Мончеплутон.

Cumulus stratigraphy, petrochemistry, and U-Pb age of the layered Poaz intrusion of Monchegorsk pluton, Kola Peninsula

Chashchin V.V. , Bayanova T.B. 

Geological Institute, Kola Research Center, Russian Academy of Sciences, Apatity, v.chashchin@ksc.ru; t.bayanova@ksc.ru

Abstract. The cumulus stratigraphy and petrochemical features of the rocks of the layered Poaz intrusion, which forms the eastern part of the Monchegorsk pluton (Monchepluton), were studied. The intrusion section consists of two zones, i.e., the bottom is 70–123 m thick and the top is 252–264 m thick, respectively. The bottom zone is represented by melanocratic norite-plagiorthopyroxenite with orthopyroxene cumulus and plagioclase intercumulus and belongs to the orthocumulates. The top zone is composed of the leuco-mesocratic norite, which are mesocumulates with cumulus orthopyroxene and plagioclase and rare clinopyroxene poikiloporphroblasts. In some intervals, there are interbeds composed of gabbronorite as well as interbedding of norite and gabbronorite. The peculiarities of their chemical composition highlight the differences between the rocks of the bottom and top zones of the Poaz intrusion. From bottom to top of the Poaz intrusion section, there is a decrease in the MgO, FeOtot, and SiO₂ contents with an increase in the Al₂O₃, CaO, and alkali ones. A new U-Pb age of magmatic zircons from gabbronorite of the Poaz intrusion was obtained as 2493 ± 5 Ma.

Key words: stratigraphy, petrochemistry, U-Pb age, Poaz intrusion, Monchepluton.

Введение

Расслоенная интрузия Поаз является восточной частью широтной ветви Мончеплутон (рис. 1) и входит в состав его мафитовой субкамеры, образованной интрузиями Нюд, Поаз и Вуручайвенч (Чашин, Иванченко, 2022). Поисковые работы, выполненные на интрузии АО «Северо-Западное ПГО» (г. Санкт-Петербург, В.Н. Иванченко, 2020 г.), позволили получить необходимый материал для изучения его стратиграфии на полную мощность. Результаты этих работ показали, что интрузия Поаз представляет большой практический интерес, поскольку с ней ассоциирует проявление сульфидных ЭПГ-Cu-Ni руд с крупными прогнозными ресурсами (Чашин, Иванченко, 2022). Цель наших исследований состояла в изучении кумулюсной стратиграфии полного разреза интрузии Поаз, особенностей петрохимии слагающих ее пород, а также в получении изотопного U-Pb возраста пород верхней зоны интрузии.

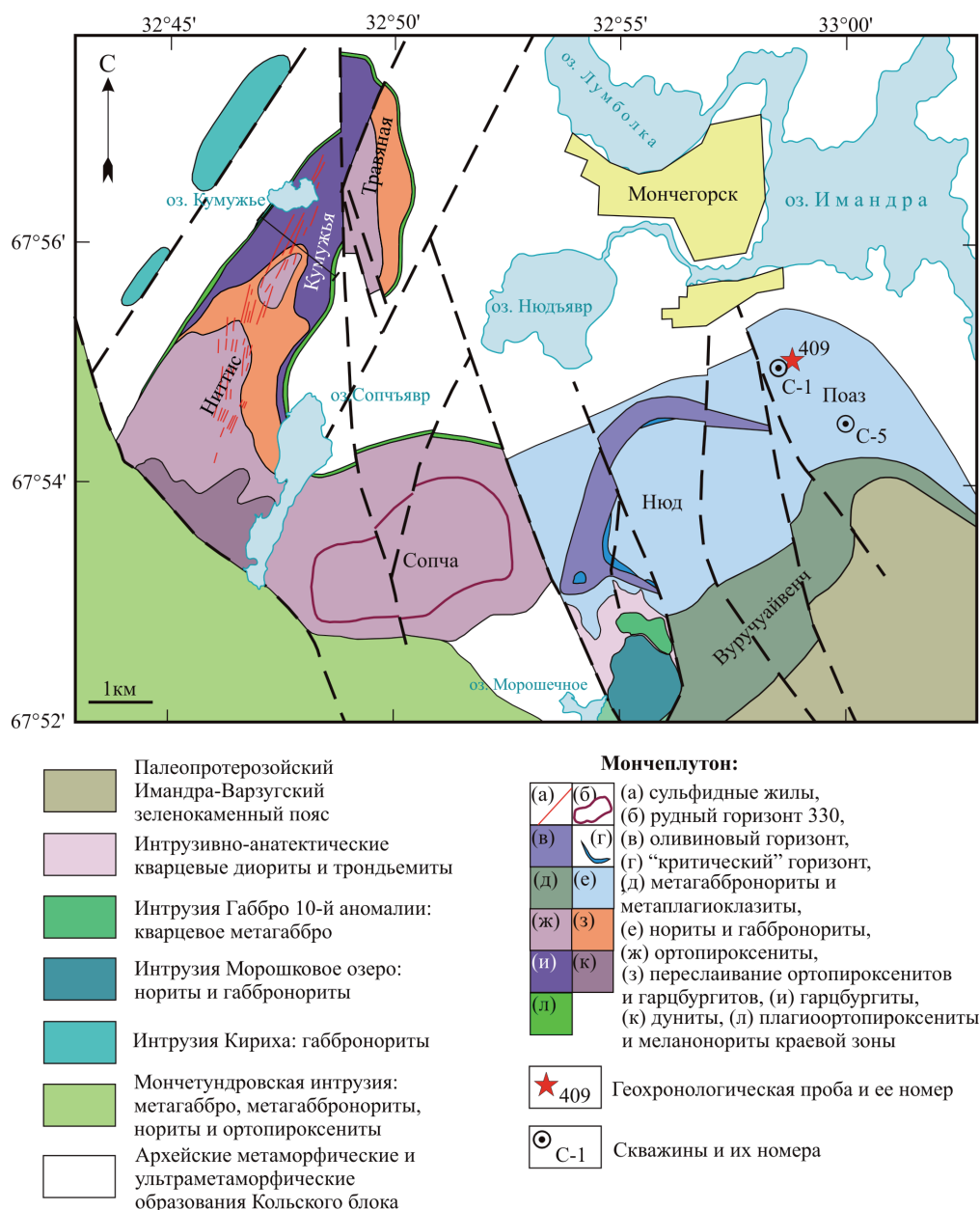


Рис. 1. Геологическая карта Мончеплутона.

Fig. 1. Monchepluton geological map.

Кумулюсная стратиграфия интрузии Поаз

Интрузия Поаз имеет линзовидную форму размером $0.5 \div 3 \times 2 \div 3$ км, постепенно выклиниваясь в юго-восточном направлении. На западе по тектонической зоне она контактирует с интрузией Нюд, на юге – с интрузией Вурчуайвенч, а на севере-северо-востоке – с гранитоидами архейского фундамента (рис. 1).

Скважинами С-1 и С-5, положение которых показано на рис. 1, вскрыты полные разрезы интрузии Поаз мощностью 322 и 387 м, соответственно (рис. 2). Интрузия Поаз залегает на фундаменте, представленном архейскими кварцевыми диоритами. На контакте пород интрузии с диоритами вскрыты, по-видимому, метасоматические мелкозернистые породы кварц-эпидот-хлоритового и эпидот-плагиоклаз-хлоритового состава мощностью 5–10 м (рис. 2).

По данным бурения стратиграфия интрузии Поаз состоит из двух зон: верхней и нижней. Верхняя зона мощностью 252 (С-1) и 264 м (С-5), соответственно (рис. 2) представлена лейко-

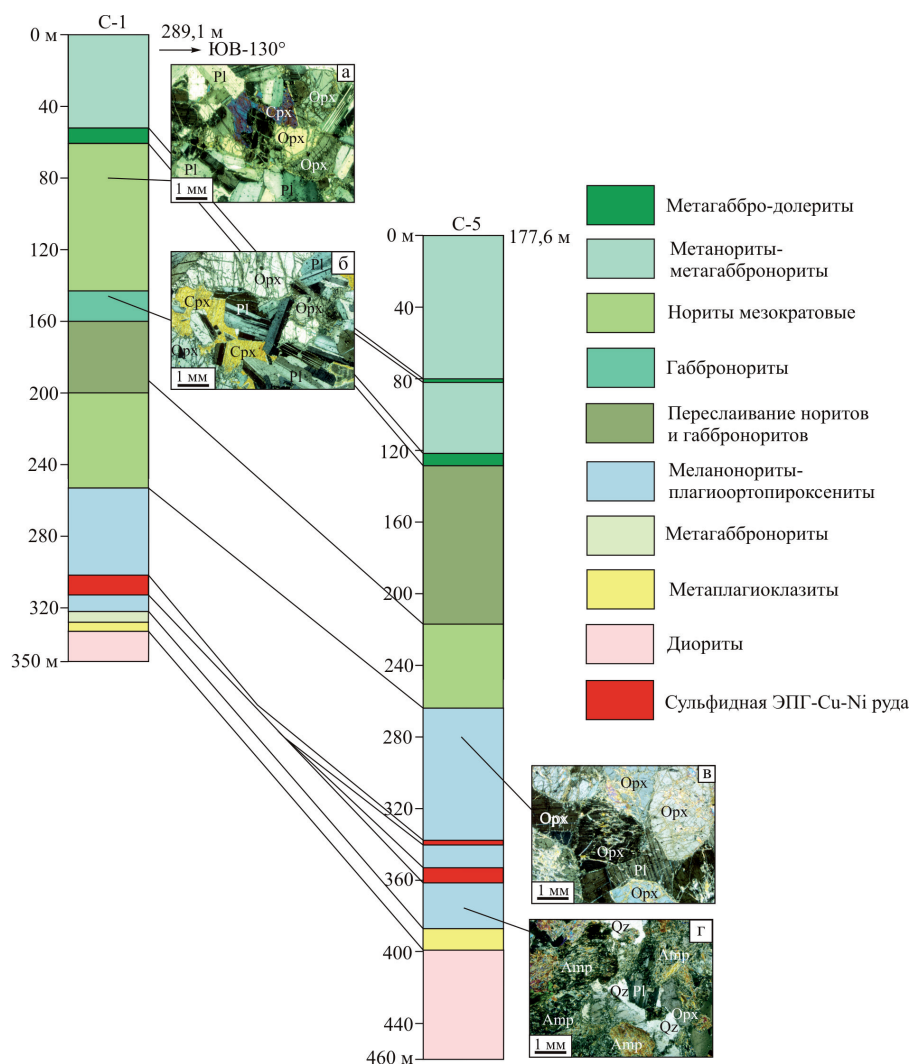


Рис. 2. Колонки по скважинам С-1 и С-5 с микрофотографиями основных разновидностей пород. Здесь и на рисунке 3 б символы минералов по (Warr, 2021).

Fig. 2. Sections through BH-1 and BH-5 with cross-polarized transmitted-light photomicrograph of thin section of the rock main varieties. Here and in Fig. 3 b mineral symbols after (Warr, 2021).

мезократовыми норитами (рис. 2а). Они сложены кумулусными ортопироксеном (20–80 об. %) и плагиоклазом (20–80 об. %) размером 1–3 мм с редкими пойкилопорфириобластами клинопироксена (рис. 2а) и относятся к мезокумулатам. В верхней части данной зоны мощностью 50 (С-1) и 120 м (С-5), соответственно, эти породы нацело амфиболизированы с сохранением структур, позволяющих реконструировать их первоначальный состав. На отдельных интервалах скважины С-1 (145–160 м) залегают габбронориты с содержанием ксеноморфного клинопироксена до 10 об. % (рис. 2б). Кроме того, в инт. 160–193 м (С-1) и 128–217 м (С-5) среди норитов верхней зоны присутствуют прослои, образованные переслаиванием норитов и габброноритов.

Нижняя зона мощностью 70 м (инт. 252–322 м, С-1) и 123 м (инт. 264–387 м, С-5), сложена меланоноритами и плагиоортопироксенитами с нерезкими контактами между ними. Эти породы являются ортокумулатами и представлены ортопироксеновым кумулусом (65–90 об. %) размером 1–3 мм и плагиоклазовым интеркумулусом (10–35 об. %) размером 0,5–1,5 мм (рис. 2в). Структура пород в основном гипидиоморфнозернистая с участками пойкилитовой за счет крупных пойкилопорфириобласт клинопироксена (2–3 об. %). Иногда в нижней зоне отмечаются нориты такситовой текстуры, обусловленной наличием зерен ортопироксена различного размера. В краевой зоне интрузии Поаз мощностью 15–25 м породы нижней зоны обычно сильно амфиболизированы и кварц-содержащие (рис. 2г) и при приближении к контакту их зернистость постепенно снижает-

ся от среднезернистой до мелкозернистой. В пределах нижней зоны присутствуют горизонты сульфидной ЭПГ-Cu-Ni руды базального типа мощностью 8.3 и 12.0 м (рис. 2). В скважине С-1 непосредственно на контакте с вмещающими породами залегают средне-мелкозернистые мезократовые метагаббронориты с кварцем мощностью 10 м (рис. 2).

Материалы и методы

Пробы для аналитических исследований были отобраны из керна скважины С-1. Геохронологическая проба весом 68.6 кг отобрана из обнажения габброноритов 409 (рис. 3) вблизи вершины г. Поаз и ее положение показано на рисунке 1.

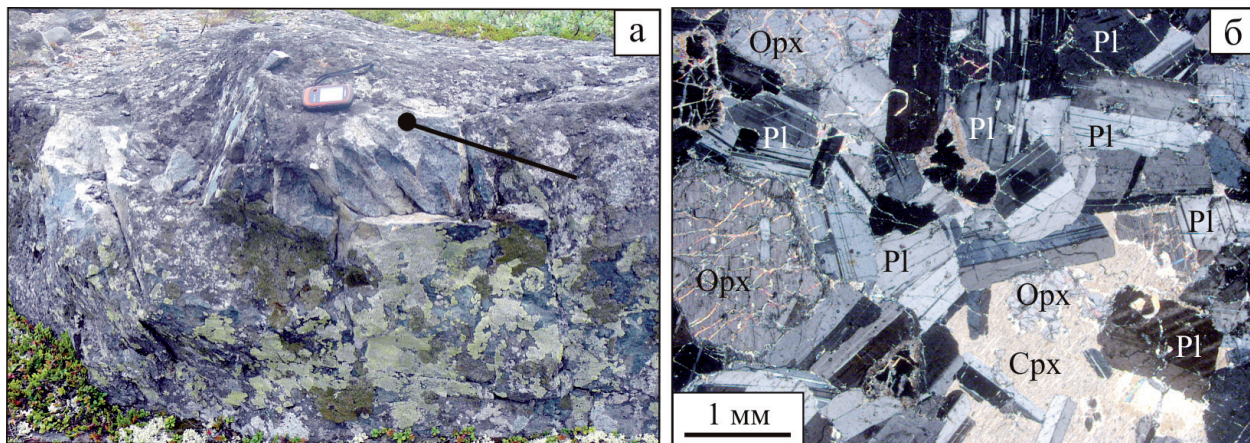


Рис. 3. Фотография обнажения 409 (а); микрофотография в скрещенных николях габброноритов 409 (б).

Fig. 3. (a) field photo of 409 outcrop; (b) cross-polarized transmitted-light photomicrograph of thin section of the Poaz intrusion gabbronorite (sample 409).

Содержания петрогенных компонентов (полный силикатный анализ в количестве 20 проб) определялись в химико-аналитической лаборатории Геологического института КНЦ РАН (г. Апатиты) под руководством Л.И. Константиновой. Для этого применялись следующие методы: атомно-абсорбционный пламенный (Si, Al, Fe, Mg, Ca, Mn), эмиссионный пламенный (Na, K), фотоколориметрический (Ti), весовой (П.п.п., H₂O) и объемный (CO₂, FeO).

Цирконы для U-Pb изотопных исследований были выделены в лаборатории сепарации вещества и первичной обработки проб Геологического института КНЦ РАН под руководством Л.И. Коваль по стандартной методике сепарации с помощью электромагнитов различной мощности и тяжелых жидкостей.

Изотопное U-Pb датирование зерен цирконов осуществлялось в лаборатории геохронологии и изотопной геохимии Геологического института КНЦ РАН на семиканальном масс-спектрометре Finnigan MAT-262 с использованием искусственного трассера ²⁰⁵Pb по методике, изложенной в работах (Баянова и др., 2007; Bayanova et al., 2014).

Химический состав

Нориты и габбронориты верхней зоны характеризуются умеренным содержанием магния (MgO = 8.9–12.3 мас. %), железа (FeO_{tot} = 5.1–6.4 мас. %) и кремнезема (SiO₂ = 50.5–52.7 мас. %) и повышенными содержаниями глинозема (Al₂O₃ = 16.0–19.6 мас. %), кальция (CaO = 8.6–11.4 мас. %) и щелочей (Na₂O + K₂O = 1.9–2.3 мас. %) (рис. 4).

Меланориты-плагиоортопироксениты нижней зоны отличаются от пород верхней зоны более высоким содержанием магния (MgO = 20.8–21.1 мас. %), железа (FeO_{tot} = 8.9–9.7 мас. %) и кремнезема (SiO₂ = 54.0–54.4 мас. %), а также более низкими содержаниями глинозема (Al₂O₃ = 6.0–6.2 мас. %), кальция (CaO = 5.0–5.4 мас. %) и щелочей (Na₂O + K₂O = 1.0 мас. %) (рис. 4).

Эндоконтактовые метагаббронориты характеризуются повышенным содержанием глинозема (Al₂O₃ = 20.8 мас. %) и щелочей (Na₂O + K₂O = 3.6 мас. %), а также пониженными содержаниями

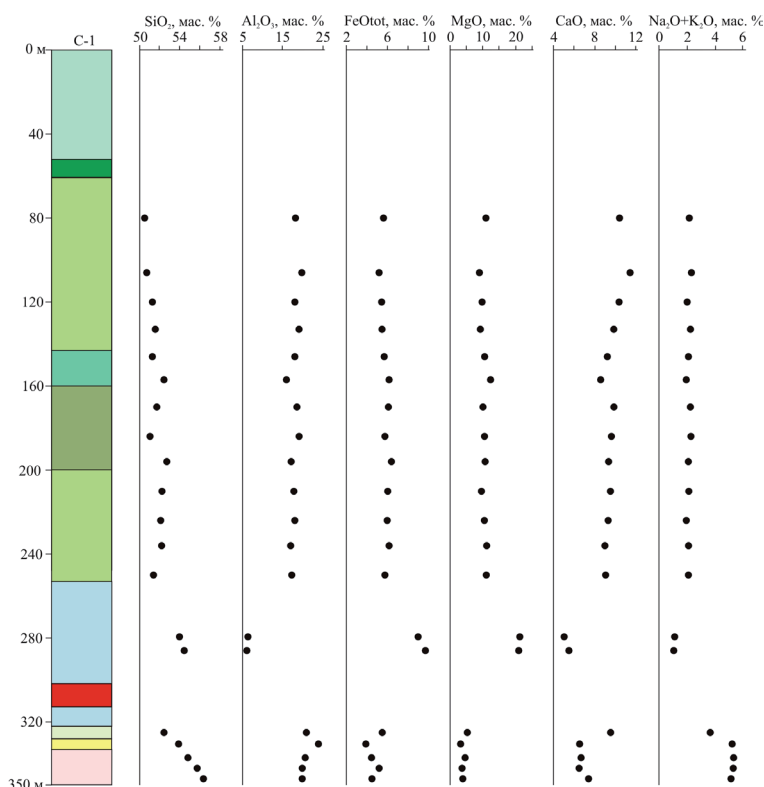


Рис. 4. Колонка по скважине С-1 и распределение по разрезу главных компонентов. $\text{FeOt}_{\text{tot}} = \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0.9 + \text{FeO}$. Условные обозначения на рисунке 2.

Fig. 4. Section through BH-1 and distribution of the main chemical components. $\text{FeOt}_{\text{tot}} = \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0.9 + \text{FeO}$. Legend as in Fig. 2.

железа ($\text{FeOt}_{\text{tot}} = 5.5$ мас. %) и магния ($\text{MgO} = 5.2$ мас. %). Диоритам зоны экзоконтакта интрузии свойственен типичный для этих пород состав: $\text{SiO}_2 = 54.8\text{--}56.4$ мас. %, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 19.7\text{--}20.6$ мас. %, $\text{FeOt}_{\text{tot}} = 4.4\text{--}5.2$ мас. %, $\text{MgO} = 3.6\text{--}4.5$ мас. %, $\text{CaO} = 6.4\text{--}7.4$ мас. %, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 5.1\text{--}5.3$ мас. % (рис. 4).

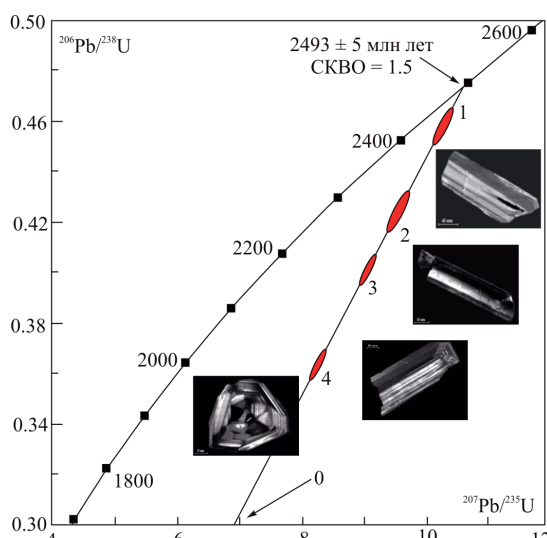


Рис. 5. Изотопная U-Pb диаграмма с конкордией для магматических цирконов из габброноритов интрузии Поаз (проба 409).

Fig. 5. Isotopic U-Pb diagram with concordia for magmatic zircons from gabbro-norite of the Poaz intrusion (sample 409).

Изотопное U-Pb датирование

Из геохронологической пробы был выделен цирконовый концентрат весом 2–5 мг. На изотопное U-Pb датирование было отобрано четыре типа циркона. Три из них представлены обломками длиннопризматических кристаллов светло-желтого и светло-розового цвета размером 245×90 мкм. Четвертый тип циркона представлен кристаллом светло-желтого цвета изометричной формы размером 175×175 мкм. Для всех цирконов при изображении в катодолюминесценции характерна тонкая магматическая осцилляторная зональность. Изотопный U-Pb возраст по четырем типам магматических цирконов равен 2493 ± 5 млн лет СКВО = 1.5 (рис. 5), который интерпретируется как время магматической кристаллизации циркона и, соответственно, габброноритов верхней зоны интрузии Поаз. Нижнее пересечение с конкордией равно нулю, которое отражает современные потери свинца.

Обсуждение результатов

По особенностям внутреннего строения и кумулусной стратиграфии интрузия Поаз наиболее близка интрузии Нюд. Кумулусная стратиграфия интрузии Нюд, также как и интрузии Поаз, включает две зоны: нижнюю меланоноритов и плагиоортопироксенитов мощностью около 300 м и верхнюю мезократовых норитов мощностью до 350 м. Можно отметить, что мощности этих зон в интрузии Нюд существенно выше, чем в интрузии Поаз. Отличительной особенностью интрузии Нюд является наличие оливинового горизонта, который залегает между породами верхней и нижней зон и, очевидно, является более молодым относительно них. Кроме того, в кровле оливинового горизонта присутствует специфический «критический» горизонт, природа которого дискуссионна (Расслоенные..., 2004).

Следует отметить, что геохронология пород нижней и верхней зон интрузии Нюд изучена недостаточно. Непосредственное отношение к кумулусной стратиграфии интрузии Нюд имеет возраст мезократовых габброноритов верхней зоны, полученный U-Pb методом по циркону и равный 2493 ± 7 млн лет (Balashov et al., 1993). Тогда как, U-Pb возраст цирконов из пегматоидных габброноритов равный 2504.4 ± 1.5 млн лет (Amelin et al., 1995) характеризует жильный комплекс «критического» горизонта и к кумулусной стратиграфии Нюда, по нашему мнению, отношения не имеет. Этот возраст, скорее всего, может быть обусловлен присутствием в цирконе микродоменов более ранних фаз и, несмотря на высокую точность, не отражает реального возраста жильных пегматоидных габброноритов.

Что касается возраста пород из нижней зоны интрузии Нюд, то следует более подробно рассмотреть результаты SHRIMP U-Pb датирования бадделеита из метадиоритов (Грошев и др., 2018). Эти породы, в нашей трактовке палингенно-анатектические кварцевые диориты и трондьемиты, залегают в экзоконтакте интрузии Нюд. Они обнажены в серии коренных выходов к северу от интрузии метагаббро 10-й аномалии (рис. 1), а также вскрыты некоторыми поисковыми скважинами, пробуренными в последнее время в южной части интрузии Нюд. Возраст этих пород, полученный в результате SHRIMP U-Pb датирования бадделеита, составляет 2498 ± 6 млн лет (Грошев и др., 2018) и, по мнению авторов указанной работы, они являются частью интрузии метагаббро 10-й аномалии. Однако результаты поискового бурения последних лет свидетельствуют о том, что эти диориты не всегда находятся в пространственной ассоциации с метагаббро, но постоянно находятся в экзоконтакте интрузии Нюд. В этой связи нам представляется, что возраст 2498 млн лет характеризует магматическое событие, связанное с внедрением интрузии Нюд, ее активным термальным воздействием на вмещающие породы, возможно, архейского зеленокаменного пояса с образованием палингенно-анатектических диоритов и трондьемитов. Аналогичным образом образовались анатектит-граниты и кварцевые диориты на контакте расслоенной интрузии Оспе-Лувтуайвенч с вулканитами витегубской свиты архейского Терско-Аллареченского зеленокаменного пояса и кислогубской свиты палеопротерозойского Имандра-Варзугского зеленокаменного пояса (Чашин и др., 2015). Таким образом, возраст образования интрузии Нюд может быть ограничен диапазоном 2498–2493 млн лет.

Заключение

В результате комплексных исследований изучены кумулусная стратиграфия интрузии Поаз и петрохимические особенности слагающих ее пород, а также впервые получен изотопный U-Pb возраст по циркону габброноритов верхней зоны интрузии. Кумулусная стратиграфия интрузии Поаз представлена ортокумулатами в нижней зоне мощностью 70 и 123 м, которые сменяются мезокумулатами в верхней зоне мощностью 252 и 264 м. Химический состав пород нижней и верхней зон интрузии Поаз характеризуется своими отличительными особенностями, которые заключаются в снижении содержаний MgO, FeOtot и SiO₂ при возрастании содержаний Al₂O₃, CaO и щелочей снизу-вверх по разрезу интрузии. Получен новый U-Pb возраст по магматическим цирконам из габброноритов верхней зоны интрузии Поаз равный 2493 ± 5 млн лет. Он близок U-Pb возрасту

цирконов из габброноритов верхней зоны интрузии Нюд (Balashov et al., 1993), что свидетельствует о единстве этих двух расслоенных интрузий Мончеплутона.

Благодарности

Авторы признательны П.А. Серову и Е.Л. Кунакузину за помощь в отборе геохронологической пробы, Л.И. Коваль (ГИ КНЦ РАН) за сепарацию проб и О.В. Придановой (ГИ КНЦ РАН) за выделение морфотипов циркона.

Работа выполнена на материалах и с разрешения АО «Северо-Западное ПГО» (г. Санкт-Петербург) в рамках темы НИР 0226-2019-0053.

Литература

1. Баянова Т.Б., Корфу Ф., Тодт В., Поллер У., Левкович Н.В., Апанасевич Е.А., Жавков В.А. Гетерогенность стандартов 91500 и TEMORA-1 для U-Pb датирования единичных цирконов // XVIII симпозиум по геохимии изотопов им. акад. А.П. Виноградова. М.: ГЕОХИ, 2007. С. 42–43.
2. Грошев Н.Ю., Припачкин П.В., Karikowski B.T., Малыгина А.В., Родионов Н.В., Беляцкий Б.В. Генезис магнетитового пласта массива Габбро-10, Мончегорский комплекс, Кольский регион: данные U-Pb SHRIMP датирования метадiorитов // Геология рудных месторождений. 2018. Т. 60. № 6. С. 546–557. DOI: 10.1134/S0016777018060023.
3. Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение / Ред. Ф.П. Митрофанов, В.Ф. Смолькин. Апатиты. Изд-во: КНЦ РАН, 2004. В 2-х час. 354 с.
4. Чашин В.В., Иванченко В.Н. Сульфидные ЭПГ-Cu-Ni и малосульфидные Pt-Pd руды Мончегорского рудного района (западный сектор Арктики): геологическая характеристика, минералого-геохимические и генетические особенности // Геология и геофизика. 2022. Т. 63. № 4. С. 622–650. DOI: 10.15372/GiG2021184.
5. Чашин В.В., Баянова Т.Б., Серов П.А. Массив метабазитов Оспе-Лувтуайвенч (Кольский полуостров, Россия): геологическое строение, петро-геохимические и изотопно-геохронологические свидетельства принадлежности к Имандровскому комплексу расслоенных интрузий // Петрология. 2015. Т. 23. № 5. С. 459–489. DOI: 10.7868/S0869590315050027.
6. Amelin Yu.V., Heaman L.M., Semenov V.S. U-Pb geochronology of layered mafic intrusions in the eastern Baltic Shield: implication for the timing and duration of Paleoproterozoic continental rifting // Precambrian Research. 1995. V. 75. P. 31–46. DOI: 10.1016/0301-9268(95)00015-W.
7. Balashov Yu.A., Bayanova T.B., Mitrofanov F.P. Isotope data on the age and genesis of layered basic-ultrabasic intrusions in the Kola Peninsula and northern Karelia, northeastern Baltic Shield // Precambrian Research. 1993. V. 64. No 1–4. P. 197–205. DOI: 10.1016/0301-9268(93)90076-E.
8. Bayanova T., Mitrofanov F., Serov P., Nerovich L., Yekimova N., Nitkina E., Kamensky I. Layered PGE paleoproterozoic (LIP) intrusions in the N-E part of the Fennoscandian Shield – isotope Nd-Sr and $^3\text{He}/^4\text{He}$ data, summarizing U-Pb ages (on baddeleyite and zircon), Sm-Nd data (on rock-forming and sulphide minerals), duration and mineralization // Geochronology – Methods and Case Studies. Ed. N.-A. Mörner. INTECH, 2014. P. 143–193. DOI: 10.5772/58835.
9. Warr L.N. IMA-CNMNC approved mineral symbols // Mineralogical Magazine. 2021. V. 85. P. 291–320. DOI: 10.1180/mgm.2021.43.