



Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 552 (470.111)

DOI: 10.19110/geov.2022.6.1

Новые $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -данные долеритов Канино-Тиманской провинции внутриплитного магматизма (п-ов Канин)

А. М. Шмакова^{1, 2}, К. В. Куликова¹, А. В. Травин³, Л. И. Богатырев²

¹Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, alex.sch92@yandex.ru; kvkulikova@geo.komisc.ru;

²Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург, lbi260484@yandex.ru;

³Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Новосибирск, travin@igm.nsc.ru

Канино-Тиманский регион расположен на северо-востоке европейской части России и представляет собой западный край Тимано-Печорской плиты. В пределах данного региона в девонское время проходили процессы рифтогенеза, обусловленного влиянием мантийного плюма. В результате данных процессов сформировался канино-тиманский долеритовый комплекс, включающий в себя дайки долеритов и покровы базальтов. Возраст долеритов на территории полуострова Канин был получен в 70-х годах прошлого века с помощью К-Аг-метода. Полученные данные располагаются в широком диапазоне — от 378 до 288 млн лет. С целью уточнения времени формирования долеритового комплекса было проведено датирование плагиоклаза данных пород $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -методом. В результате исследований установлено, что долериты полуострова Канин характеризуются возрастом 419 ± 8 млн лет, тогда как по данным предшественников возраст базальтов Верхневорыквинского покрова на Среднем Тимане составляет 389 ± 6 млн лет. В результате исследований получены новые данные о возрасте канино-тиманского долеритового комплекса, которые позволили сделать вывод о том, что магматическая деятельность, приведшая к формированию исследуемого комплекса в Канино-Тиманском регионе, началась раньше на п-ове Канин, а затем уже на Тимане.

Ключевые слова: долериты, полуостров Канин, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -возраст, мантийный плюм, Тиман.

New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ data of dolerites of the Kanin-Timan province of intraplate magmatism (Kanin peninsula)

A. M. Shmakova^{1, 2}, K. V. Kulikova¹, A. V. Travin³, L. I. Bogatyrev²

¹Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar;

²VSEGEI, St. Petersburg;

³Institute of Geology and Mineralogy named after V. S. Sobolev SB RAS, Novosibirsk

The Kanin-Timan region is located in the north-east of the European part of Russia and represents the western edge of the Timan-Pechora Plate. In the Devonian time, the Kanin-Timan region experienced rifting processes caused by the influence of a mantle plume. As a result of these processes, the Kanin-Timan dolerite complex was formed, which includes dolerite dikes and basalt sheets. The rocks of the complex have been studied throughout the study region. In the Middle Timan, the basalt plagioclase of the Upper Vorykva cover was dated by the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method, the dating result indicates an age of 389 ± 6 Ma. Dolerites of the Kanin-Timan complex were also dated by the K-Ar method in the last century. As a result of dating, conflicting data on the absolute age from 378 to 288 Ma were obtained. To clarify the age of dolerites, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating was carried out. According to the isotope age data, the dolerites of the Kanin Peninsula are 419 ± 8 Ma, the age of the basalts of the Upper Vorykva cover is 389 ± 6 Ma. Thus, the magmatic activity that led to the formation of the Kanin-Timan complex in the Kanin-Timan region began earlier on the Kanin Peninsula, and then on the Timan. According to the research results, we believe that the Kanin-Timan complex began its formation in the Early Devonian with the peak during the Middle and Late Devonian time.

Keywords: dolerites, Kanin Peninsula, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age, mantle plume, Timan.

В девонское время на территории Канино-Тиманского региона проходили процессы рифтогенеза, обусловленного влиянием мантийного плюма [8]. В результате данных процессов сформировался канино-тиманский долеритовый комплекс, который включает в себя дайки долеритов и покровы базальтов.

Породы комплекса установлены на всей территории исследуемого региона. На п-ове Канин больше распространены дайки долеритов и в меньшей степени покровы базальтов. В пределах Тиманского кряжа отмечаются большие площади базальтов, дайки долеритов встречаются реже. Возраст пород комплекса по поло-

Для цитирования: Шмакова А. М., Куликова К. В., Травин А. В., Богатырев Л. И. Новые $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -данные долеритов Канино-Тиманской провинции внутриплитного магматизма (п-ов Канин) // Вестник геонаук. 2022. 6(330). С. 3–9. DOI: 10.19110/geov.2022.6.1.

For citation: Shmakova A. M., Kulikova K. V., Travin A. V., Bogatyrev L. I. New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ data of dolerites of the Kanin-Timan province of intraplate magmatism (Kanin peninsula). Vestnik of Geosciences, 2022, 6(330), pp. 3–9, doi: 10.19110/geov.2022.6.1.

жению базальтов в вулканогенно-осадочных породах нижнефранского отдела считается позднедевонским [1, 2, 4]. По данным некоторых исследователей, возраст отложений, вмещающих базальты, рассматривается как среднедевонский [7]. На Среднем Тимане был датирован плагиоклаз базальтов Верхневорыквинского покрова Ar^{40}/Ar^{39} -методом [10], результат датирования указывает на возраст 389 ± 6 млн лет. Долериты канино-тиманского комплекса также датировались К-Аг-методом в прошлом веке. В результате исследований были получены противоречивые данные абсолютного возраста от 378 до 288 млн лет. Установление возраста

долеритов может прояснить ситуацию со спорным возрастом канино-тиманского комплекса, подтвердить одновозрастность пород в пределах региона и соответственно их принадлежность к единому комплексу, а также позволит понять ход эволюции магматизма Канино-Тиманского региона в девонское время.

Методика исследований

Пробы были отобраны на п-ове Канин в ходе геолого-съемочных работ в составе Канинской партии ВСЕГЕИ. Минералогические и петрографические ис-

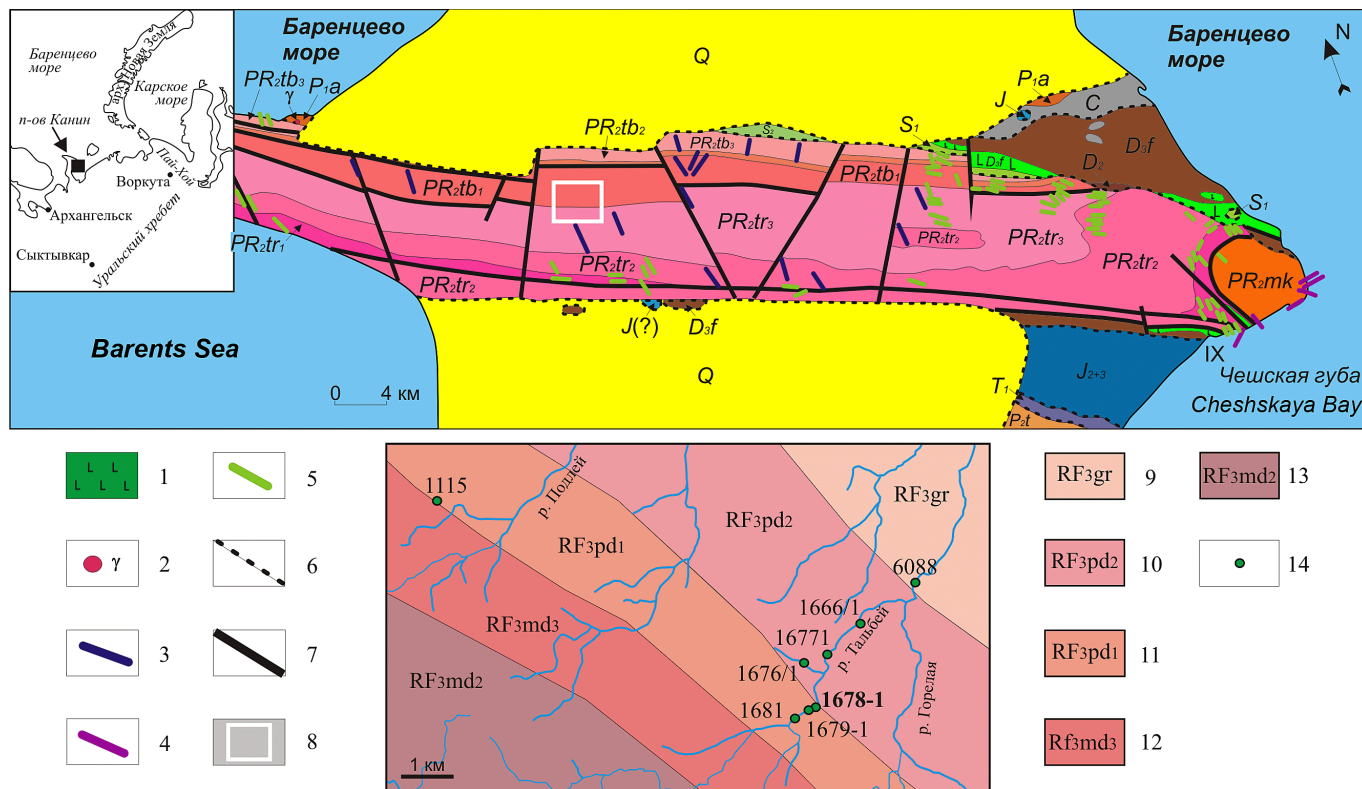


Рис. 1. Геологическая карта-схема полуострова Канин (по [1–3]):

1 – девонские базальты, 2 – граниты, 3 – дайки девонских долеритов, 4 – пегматиты, 5 – метадиабазы и амфиболиты, 6 – стратиграфические несогласия, 7 – разломы, 8 – участок района работ, 9 – горелоречья свита (RF₃gr), 10 – падлейская свита, верхняя подсвита (RF₃pd₂), 11 – падлейская свита, нижняя подсвита (RF₃pd₁), 12 – мадахинская свита, верхняя подсвита (RF₃md₃), 13 – мадахинская свита, средняя подсвита (RF₃md₂), 14 – точки отбора проб.

Отложения: Q – четвертичные, J – юрские; J₂₊₃ – средние и верхнеюрские; T₁ – нижнетриасовые; P₂t – верхнепермские, татарский ярус; P₁a – нижнепермские, ассельский ярус; C – каменноугольные; D₃f – верхнедевонские, франский ярус; D₂ – среднедевонские; S₂ – верхнесилурийские; S₁ – нижнесилурийские; PR₂ – верхнедокембрийские; PR₂mk – микулкинская серия: гнейсовидные алевропсаммиты и кристаллические сланцы, скарноиды; PR₂tr – тархановская серия: PR₂tr₁ – нижняя подсвита, кварцито-сланцевая, PR₂tr₂ – средняя подсвита, сланцевая, PR₂tr₃ – верхняя подсвита, сланцево-кварцитовая; PR₂tb – табуевская серия: PR₂tb₁ – свита ручья Болванского: песчаники, алевролиты и глинистые сланцы, PR₂tb₂ – янейская свита, PR₂tb₃ – гнильская свита: глинистые сланцы и филлиты, карбонатно-терригенные породы

Fig. 1. Geological map-scheme of the Kanin Peninsula (according to [1–3]):

1 – Devonian basalts, 2 – granites, 3 – Devonian dolerite dikes, 4 – pegmatites, 5 – metadiabases and amphibolites, 6 – stratigraphic unconformities, 7 – faults, 8 – area of material selection, 9 – Gorelaya Rechka Formation (RF₃gr), 10 – Upper part of the Padley Formation (RF₃pd₂), 11 – Lower part of the Padley Formation (RF₃pd₁), 12 – Upper part of the Madakha Formation (RF₃md₃), 13 – Middle part of the Madakha Formation (RF₃md₂), 14 – sampling points.

Deposits: Q – Quaternary, J – Jurassic; J₂₊₃ – Middle and Upper Jurassic; T₁ – Lower Triassic; P₂t – Upper Permian, Tatarian Series (approximately comparable); P₁a – Lower Permian, Asselian stage; C – coal; D₃f – Upper Devonian, Frasnian stage; D₂ – Middle Devonian; S₂ – Upper Silurian; S₁ – Lower Silurian; PR₂ – Upper Precambrian: PR₂mk – Mikulkin Superformation: gneiss-like silty-psammites and crystalline schists, skarnoids; PR₂tr – Tarkhan Superformation: PR₂tr₁ – Lower Formation, quartzite-shist, PR₂tr₂ – Middle Formation, shist, PR₂tr₃ – Upper Formation, shalequartzite; PR₂tb – Tabuev Superformation: PR₂tb₁ – Bolvansky Creek Formation: sandstones, siltstones and clayey shales, PR₂tb₂ – Yanei Formation, PR₂tb₃ – Gnil' Formation: clayey shales and phyllites, carbonate-terrigenous rocks



следования выполнялись в прозрачно-полированных шлифах и шашках в ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Для определения состава минералов использовался микрозондовый анализ, который проводился на спектральном электронном микроскопе Tescan Vega 3 LMN с эдс X-MAX 50 mm Oxford Instruments (аналитики Е. М. Тропников, А. С. Шуйский). Содержания основных петрогенных элементов определялись рентгенофлуоресцентным анализом и классическим химическим методом; для определения концентрации элементов-примесей в породах использовался метод масс-спектропии с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7700 (ISP-MS) (аналитик Г. В. Игнатев). Исследования проведены в ЦКП «Геонаука» ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). Датирование пород осуществлялось $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -методом ступенчатого прогрева по плагиоклазу в Институте геологии и минералогии им. В. С. Соболева (Новосибирск, аналитик А. В. Травин).

Геология и петрография

На п-ове Канин исследуемый комплекс представлен дайками долеритов и покровами базальтов. Дайки долеритов секут рифейские сланцы и имеют преимущественно субмеридиональное простирание. Мощность от 2–10 до 50 м, протяженность от нескольких до первых десятков километров. Породы распространены в юго-восточной и центральной частях полуострова. Дайки установлены на реках Горелая, Тальбей, Падлей, Менсейяха, Мурсеяха (центральная часть полуострова) и в бассейне рек Б. Ойва и Немазямаяха (юго-восток полуострова). Покровы базальтов отмечаются на побережье Чешской губы. Породы комплекса имеют темно-серый, голубовато- или зеленовато-серый цвет.

Долериты имеют массивную, реже миндалекаменную, текстуру и офитовую, реже порфириковую, пойкилоофитовую микроструктуру. Миндалины небольшого размера, до 1 мм, имеют зональность. Они выполнены сидеритом, кальцитом и кварцем. Порфириновые вкрапленники встречаются очень редко (размер до 1.8 мм) и представлены лейстами плагиоклаза (битовнит). Основная масса представлена зональными ксеноморфными, реже гипидиоморфными, кри-

сталлами клинопироксена (размер 0.25–1.5 мм) и лейстами зонального плагиоклаза (размер 0.5–1.5 мм). По химическому составу плагиоклазы долеритов соответствуют лабрадору An_{50-69} , в единичных случаях битовниту An_{70-72} , по краям — низкокальциевому лабрадору An_{50-60} либо андезину An_{33-49} . Клинопироксены в центре зерна соответствуют преимущественно авгиту и магнезиальному пижониту, в единичных случаях — промежуточному пижониту и субкальциевому авгиту, по краям зерен — авгиту, ферроавгиту, реже субкальциевому ферроавгиту и железистому пижониту.

Рудные минералы представлены преимущественно гомогенными или скелетными кристаллами титаномагнетита со структурой распада или без нее (размер 0.5 мм, реже 1 мм). Реже встречается халькопирит, пирит, ильменит и галенит. Акцессорные минералы представлены апатитом и КПШ. Апатит встречается в виде скелетных изометричных или игольчатых кристаллов (размер 0.01–0.03 мм). КПШ формирует единичные зерна (размер до 0.1 мм). Межзерновое пространство выполнено стеклом, которое чаще всего замещено палагонитом [9].

Геохимия

Диапазон содержаний SiO_2 в породах п-ова Канин варьирует от 47.2 до 52.4 мас. %. Изученные долериты относятся преимущественно к породам нормальной щелочности ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 1.96\text{--}4.11$ мас. %).

Породы комплекса в большинстве случаев соответствуют магматическим образованиям натриевой серии (рис. 2, а), к калиево-натриево-натриевому типу относятся некоторые магматиты п-ова Канин ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1.68\text{--}3.81$) [5]. По содержанию K_2O породы являются преимущественно умеренно калиевыми (рис. 2, б).

Долериты юго-восточной части п-ова Канин являются преимущественно низкоглиноземистыми $\text{al}' = 0.67\text{--}0.75$, кроме одного образца $\text{al}' = 0.79$. В центральной части п-ова Канин отмечаются умеренно глиноземистые $\text{al}' = 0.89\text{--}0.98$ и высокоглиноземистые $\text{al}' = 1.01\text{--}1.06$ породы (рис. 3) [6]. В долеритах из юго-восточной части п-ова Канин концентрации TiO_2

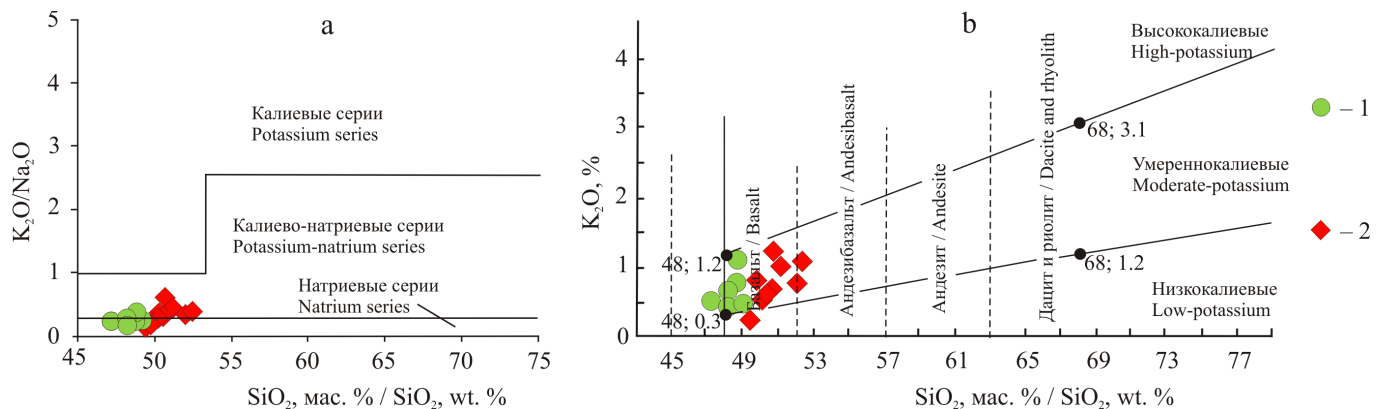


Рис. 2. а — график отношений $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$, б — график отношений $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ для девонских пород п-ова Канин [5]:

1 — породы юго-восточной части, 2 — породы центральной части

Fig. 2. а — diagram of $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ ratios, б — diagram of $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ ratios for Devonian rocks of the Kanin Peninsula [5]:

1 — rocks of the southeastern part, 2 — rocks of the central part

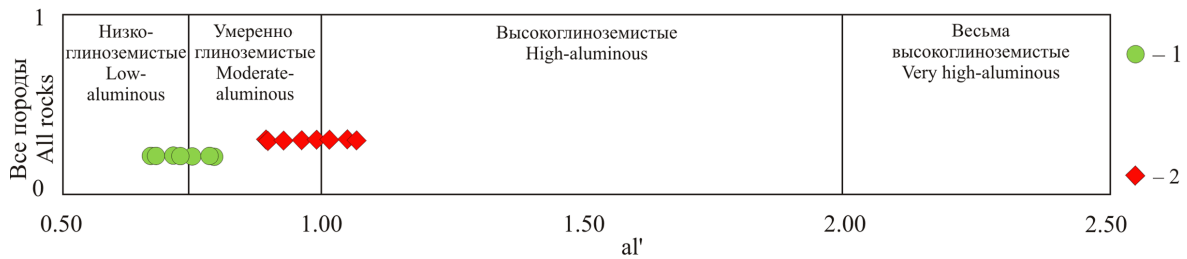


Рис. 3. Диаграмма для определения глиноземистости долеритов Канино-Тиманского региона. Условные обозначения см. на рис. 2. *Примечание:* $al' = Al_2O_3 / (FeO + Fe_2O_3 + MgO)$ [6]

Fig. 3. Diagram for determining the alumina content of dolerites in the Kanino-Timan region. Legend in Fig. 2. *Note:* $al' = Al_2O_3 / (FeO + Fe_2O_3 + MgO)$ [6]

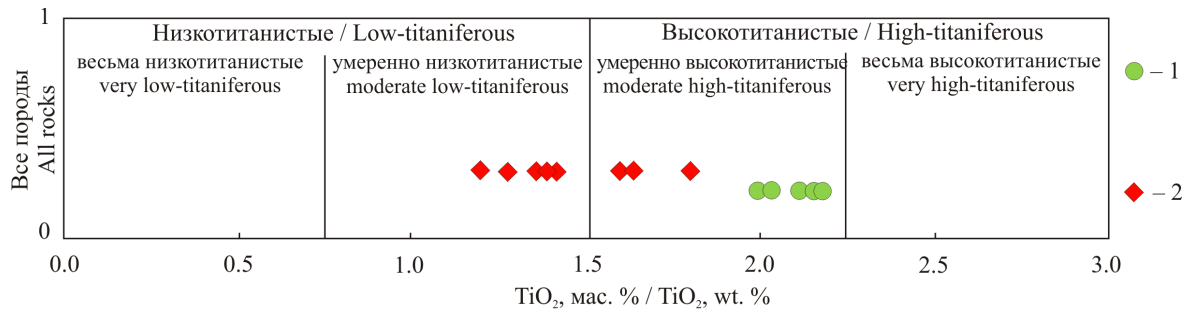


Рис. 4. Диаграмма для определения титанистости долеритов Канино-Тиманского региона. Условные обозначения см. на рис. 2

Fig. 4. Diagram for determining the titanium content of dolerites of the Kanino-Timan region. Legend in Fig. 2

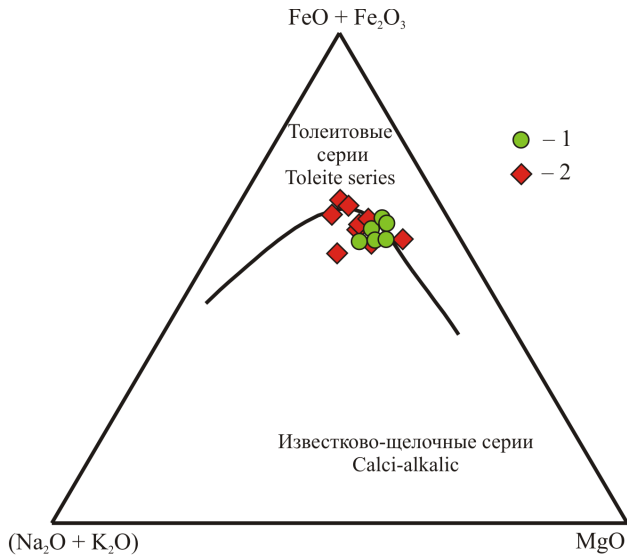


Рис. 5. Тройная дискриминационная диаграмма AFM [13]. Условные обозначения см. на рис. 2

Fig. 5. Triple discrimination diagram AFM [13]. Legend in Fig. 2

составляют 2.0–2.2 мас. %, из центральной части полуострова — $TiO_2 = 1.20–1.80$ мас. % (рис. 4).

На диаграмме AFM составы девонских долеритов п-ова Канин попадают на толейтовый тренд (рис. 5).

Содержания редкоземельных элементов (РЗЭ) в породах канино-тиманского комплекса на полуострове Канин варьируют от 62.8 до 81.3 г/т (рис. 6). Наименьшие концентрации установлены в долеритах центральной

части п-ова Канин (36.5–56.8 г/т). Наибольшее содержание выявлено в долеритах центральной части п-ова Канин (81.3 г/т).

Результаты $^{40}Ar/^{39}Ar$ -датирования и выводы

По данным петрографии и геохимии, породы канино-тиманского комплекса как на п-ове Канин, так и на Тиманском кряже сходны [11]. Различие наблюдается в степени дифференциации.

На данный момент определен возраст только базальтов Среднего Тимана (Верхневорыквинский покров). Результаты $^{40}Ar/^{39}Ar$ -датирования по плагиоклазу свидетельствуют о возрасте 389 ± 6 млн лет [10]. Для уточнения возраста долеритов п-ова Канин было проведено $^{40}Ar/^{39}Ar$ -датирование (ИГМ СО РАН, Новосибирск). Датирование проводилось методом ступенчатого нагрева монофракции плагиоклаза из долеритов пробы 1678/1 (р. Тальбей, п-ов Канин).

В спектре плагиоклаза (рис. 7) (табл. 1) выделяется кондиционное плато, характеризующееся значением возраста 419 ± 8 млн лет, $СКВО = 0.3$, включающее 95.9 % выделенного ^{39}Ar . Учитывая малоглубинные условия формирования пород и, соответственно, их быстрое охлаждение, можно считать полученную датировку оценкой времени их формирования.

Таким образом, в результате исследований установлено, что долериты полуострова Канин характеризуются возрастом 419 ± 8 млн лет, тогда как для базальтов Верхневорыквинского покрова был определен возраст 389 ± 6 млн лет [10]. На основании полученных

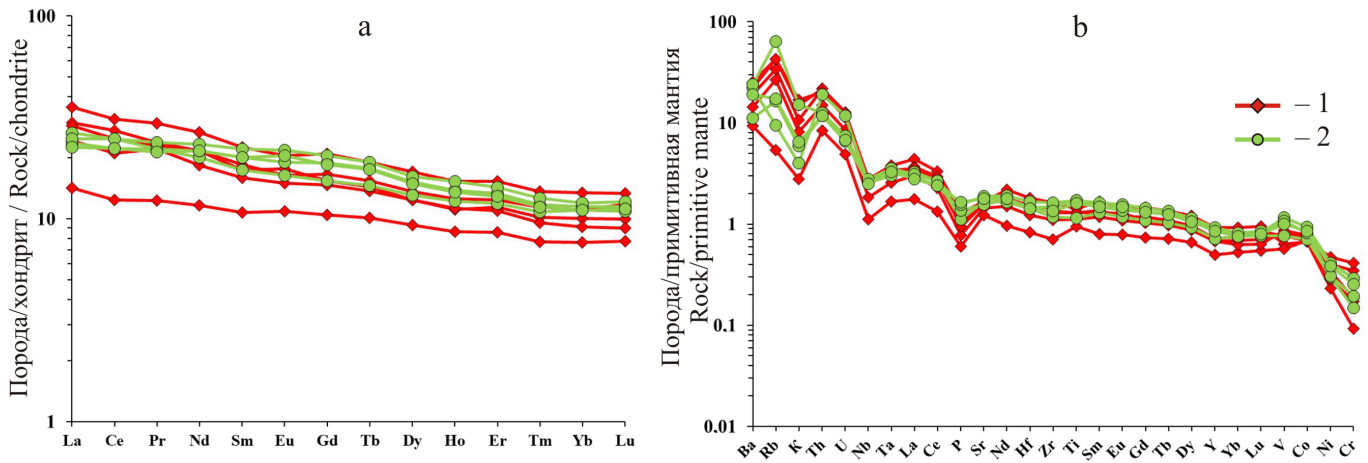


Рис. 6. а – график распределения REE, нормированных к составу хондрита C1 (по [12]) для девонских долеритов, б – спектры распределения элементов-примесей, нормированных к составу базальтов СОХ [14] для девонских долеритов. Условные обозначения см. на рис. 2

Fig. 6. a – REE distribution plot normalized to the composition of chondrite C1 (according to: [12]) for Devonian dolerites, b – trace element distribution spectra normalized to the composition of MOR basalts [14] for Devonian dolerites. Legend in Fig. 2

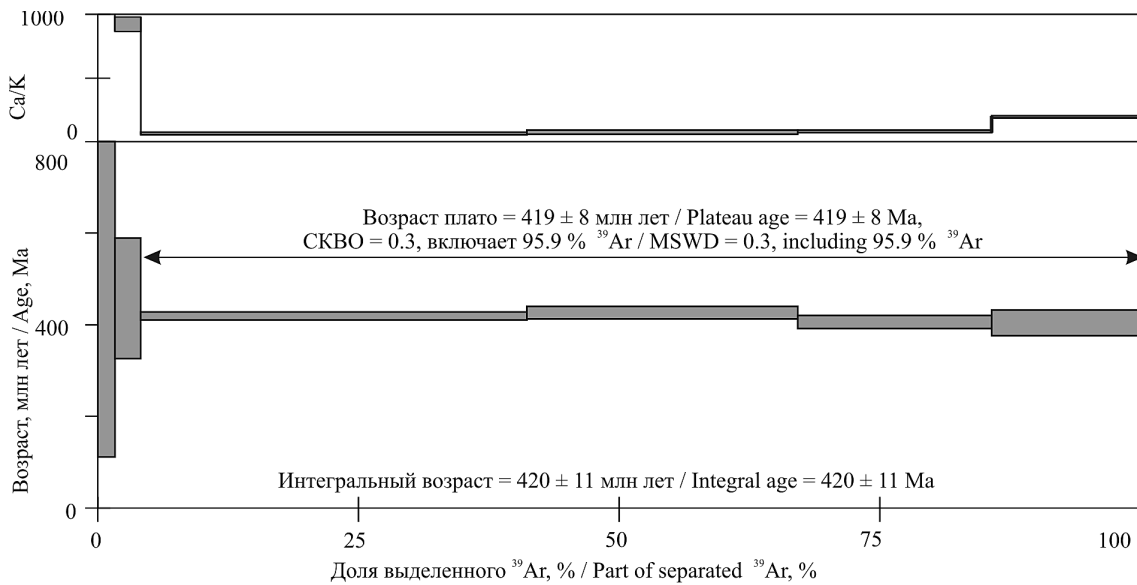


Рис. 7. Результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датирования мономинеральных фракций плагиоклаза из долеритов центральной части полуострова Канин

Fig. 7. Results of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of plagioclase monomineral fractions from dolerites of the central part of the Kanin Peninsula

Таблица 1. Результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датирования

Table 1. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating results

| T, °C | t, мин/ min | ^{40}Ar , STP | $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ | $\pm 1\sigma$ | $^{38}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ | $\pm 1\sigma$ | $^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ | $\pm 1\sigma$ | $^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ | $\pm 1\sigma$ | Ca/K | $\Sigma^{39}\text{Ar}$, % | Возраст, млн лет $\pm 1\sigma$ / Age, Ma $\pm 1\sigma$ | $\pm 1\sigma$ |
|---|-------------|------------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|--------|----------------------------|--|---------------|
| Образец 1678-1 плагиоклаз, навеска 99.57 мг, J = 0.005755 \pm 0.000086*; возраст промежуточного плато (950–1240 °C) = 419 \pm 8 млн лет, включает 95.9 % выделенного ^{39}Ar ; интегральный возраст = 420 \pm 11 млн лет | | | | | | | | | | | | | | |
| Sample 1678-1 plagioclase, weight 99.57 mg, J = 0.005755 \pm 0.000086*; age of the intermediate plateau (950–1240 °C) = 419 \pm 8 Ma, includes 95.9 % of isolated ^{39}Ar ; integral age = 420 \pm 11 Ma | | | | | | | | | | | | | | |
| 550 | 10 | 3.7* e^{-9} | 60.2 | 10.2 | 2.151 | 0.366 | 489.9 | 87.7 | 0.0117 | 0.1690 | 1763.6 | 1.6 | 510.0 | 398.0 |
| 675 | 10 | 6.1* e^{-9} | 66.6 | 3.6 | 1.306 | 0.073 | 256.0 | 15.8 | 0.0550 | 0.0547 | 921.6 | 4.1 | 459.2 | 131.9 |
| 950 | 10 | 75.2* e^{-9} | 54.5 | 0.2 | 0.084 | 0.002 | 15.1 | 1.0 | 0.0299 | 0.0028 | 54.4 | 41.2 | 420.7 | 8.8 |
| 1120 | 10 | 51.0* e^{-9} | 52.7 | 0.3 | 0.136 | 0.001 | 23.7 | 1.4 | 0.0208 | 0.0050 | 85.4 | 67.1 | 427.9 | 13.6 |
| 1100 | 10 | 34.4* e^{-9} | 49.7 | 0.3 | 0.130 | 0.001 | 21.1 | 1.5 | 0.0191 | 0.0053 | 76.1 | 85.7 | 407.5 | 14.2 |
| 1240 | 10 | 27.2* e^{-9} | 51.2 | 0.6 | 0.235 | 0.010 | 54.0 | 2.4 | 0.0250 | 0.0111 | 194.4 | 100.0 | 405.6 | 28.0 |

* J – параметр, характеризующий величину нейтронного потока.

* J – parameter characterizing the magnitude of the neutron flux.

изотопных данных можно предположить, что магматическая деятельность, приведшая к формированию канино-тиманского комплекса в Канино-Тиманском регионе, началась раньше на п-ове Канин, а затем уже на Тимане. В результате исследований были получены новые данные о возрасте канино-тиманского долеритового комплекса. Таким образом, мы можем предположить, что канино-тиманский комплекс начал свое формирование в раннем девоне, а наиболее интенсивное его проявление приходится на средне- и позднедевонское время.

Изотопное датирование выполнено в рамках Государственного задания ИГМ СО РАН.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R-37, 38 — м. Святой Нос, м. Канин Нос. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. 251 с. + 11 вкл. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», ВНИИОкеангеология, ОАО «МАГЭ»).

2. Журавлев В. А., Куприн В. Ф., Лукьянова Л. И., Парамонова М. С. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Мезенская. Лист Q-38 — Мезень. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 311 с. + 3 вкл.

3. Оловянишников В. Г. Геологическое развитие Северного Тимана и п-ова Канин. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 80 с. Ил. 52, табл. 116.

4. Пармузин Н. М., Мазуркевич К. Н., Семенова Л. Р., Коссовая О. Л. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Мезенская. Лист Q-39 — Нарьян-Мар. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 393 с. + 32 вкл.

5. Петрографический кодекс России: Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования / Под ред. О. А. Богатикова, О. В. Петрова, А. Ф. Морозова; отв. ред. Л. В. Шарпенюк. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.

6. Практическая петрология: методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам госгеолкарт. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2017. 168 с.

7. Проблемы геологии и минералогии / Отв. ред. А. М. Пыстин. Сыктывкар: Геопринт, 2006. 448 с. ISBN 5-98491-018-7.

8. Степаненко В. И. Канино-Тимано-Печорская провинция позднедевонского внутриплитного магматизма (положение и размеры) // Доклады академии наук. 2016. Т. 467. № 5. С. 572–575.

9. Шмакова А. М., Куликова К. В. Петрография и минералогия позднедевонских долеритов центральной и юго-восточной частей полуострова Канин // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2020. № 6 (46). С. 40–48. DOI 10.19110/1994-5655-2020-6-40-48

10. Удоратина О. В., Андреев В. Л., Травин А. В., Саватенков В. М. Базальты Среднего Тимана: Rb-Sr, Sm-Nd, и Ar-Ar-данные // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми. Т. II. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. 384 с.

11. Шмакова А. М., Куликова К. В. Геохимическая характеристика позднедевонских базальтоидов полуострова Канин и Среднего Тимана // Известия Коми научного центра УрО РАН. Серия «Науки о Земле». № 3(49). Сыктывкар, 2021. С. 22–31. DOI: 10.19110/1994-5655-2021-3-22-31

12. Boynton W. V. Geochemistry of Rare Earth Elements Meteorite Studies // Rare Earth Element Geochemistry. Amsterdam, 1984. P. 63–114.

13. Irvine T. N., Baragar W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks // Canad. J. Earth Sci. 1971. Vol. 8. P. 523–548.

14. Pearce J. A. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries / Ed. R.S.Thorpe // Andesites. Wiley, Chichester, 1982. P. 525–548.

References

1. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Severo-KarskoBarentsevomorskaya. List R-37, 38. m. Svyatoy Nos, m. Kanin Nos. Obyasnitelnaya zapiska (State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1,000,000 (third generation). Series North Kara–Barents Sea. Sheet R-37, 38. m. Holy Nose, m. Kanin Nos. Explanatory note). St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2008, 251 p.

2. V. A. Zhuravlev, V. F. Kuprin, L. I. Luk'yanova, M. S. Paramonova, et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Mezenskaya. List Q-38 — Mezen'. Obyasnitelnaya zapiska (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1 : 1,000,000 (third generation). Mezenskaya series. Sheet Q-38 — Mezen. Explanatory note). St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2012, 311 p.

3. Olovyanishnikov V. G. Geologicheskoye razvitiye Severnogo Timana i p-ova Kanin (Geological development of the Northern Timan and the Kanin Peninsula). Syktyvkar: Geoprint, 2004, 80 p.

4. Parmuzin N. M., Mazurkevich K. N., Semenova L. R., Kossovaya O. L. etc. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Mezenskaya. List Q-39 — Nar'yan-Mar. Obyasnitelnaya zapiska (State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1,000,000 (third generation). Mezenskaya series. Sheet Q-39 — Naryan-Mar. Explanatory note). St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2015, 393 p.

5. Petrograficheskiy kodeks Rossii: Magmaticheskiye, metamorficheskiye, metasomaticheskiye, impaktnyye obrazovaniya (Petrographic Code of Russia: Igneous, Metamorphic, Metasomatic, Impact Formations). Eds. O. A. Bogatikova, O. V. Petrova, A. F. Morozov; resp. ed. L. V. Sharpenok, 3rd ed., Rev. and additional. St. Petersburg: VSEGEI, 2009, 200 p.

6. Prakticheskaya petrologiya: metodicheskiye rekomendatsii po izucheniyu magmaticheskikh obrazovaniy primenitel'no k zadacham gosgeolkart (Practical petrology: guidelines for the study of igneous formations in relation to the tasks of state geolmaps). St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 2017, 168 p.

7. Problemy geologii i mineralogii (Problems of geology and mineralogy). Ed. A. M. Pystin, Syktyvkar: Geoprint, 2006, 448 p.

8. Stepanenko V. I. Kanino-Timano-Pechorskaya provintsiya pozdneдевонского vnutriplitnogo magmatizma (polozheniye i razmery) (Kanino-Timan-Pechora province of Late Devonian within-plate magmatism (position and size)). Doklady Earth Sciences, 2016, V. 467, No. 5, pp. 572–575.

9. Shmakova A. M., Kulikova K. V. Petrografiya i mineralogiya pozdneдевонских doleritov tsentral'noy i yugo-vostochnoy chasti



poluostrova Kanin (Petrography and mineralogy of Late Devonian dolerites in the central and southeastern part of the Kanin Peninsula). Proceedings of Komi SC UB RAS, 2020, No. 6 (46), pp. 40–48. DOI 10.19110/1994-5655-2020-6-40-48

10. Udoratina O. V., Andreichev V. L., Travin A. V., Savatenkov V. M. *Bazal'ty Srednego Timana: Rb-Sr, Sm-Nd, i Ar-Ar dannyye. Geologiya i mineral'nyye resursy Yevropeyskogo Severo-Vostoka Rossii* (Basalts of the Middle Timan: Rb-Sr, Sm-Nd, and Ar-Ar data. Geology and Mineral Resources of the European North-East of Russia). Proceedings of the 16th Geological Congress of the Komi Republic. V. 2, Syktyvkar: IG Komi SC UB RAS, 2014, 384 p.

11. Shmakova A. M., Kulikova K. V. *Geokhimicheskaya kharakteristika pozdne-devonskikh bazal'toidov poluostrova Kanin*

i Srednego Timana (Geochemical characteristics of the Late Devonian basaltoids of the Kanin Peninsula and the Middle Timan). Proceedings of Komi SC UB RAS. Earth Sciences series, No. 3 (49), Syktyvkar, 2021, pp. 22–31.

12. Boynton W. V. *Geochemistry of Rare Earth Elements Meteorite Studies. Rare Earth Element Geochemistry*. Amsterdam, 1984, pp. 63–114.

13. Irvine T. N., Baragar W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canad. J. Earth Sci.*, 1971, V. 8, pp. 523–548.

14. Pearce J. A. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. Ed. R. S. Thorpe. *Andesites*. Wiley, Chichester, 1982, pp. 525–548.

Received / Поступила в редакцию 23.05.2022