

УДК 550.93

РАННЕМЕЛОВОЙ ВОЗРАСТ БАЗАЛЬТОВ АРХИПЕЛАГА ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА: СООТВЕТСТВИЕ НОВЫХ $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ И ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

© 2020 г. В. В. Абашев^{1,2,*}, Д. В. Метелкин^{1,2}, академик РАН В. А. Верниковский^{1,2},
Е. А. Васюкова^{2,3}, Н. Э. Михальцов^{1,2}

Поступило 10.04.2020 г.
После доработки 14.04.2020 г.
Принято к публикации 14.04.2020 г.

Представлены новые $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ определения возраста базальтов архипелага Земля Франца-Иосифа. Полученный набор датировок свидетельствует в пользу распространения продуктов только ранне-мелового возраста, что также подтверждается результатами палеомагнитных исследований. Анализ всей имеющейся совокупности геохронологических данных с учетом сведений о магнитной полярности свидетельствует, что интервал активного магматизма приходится на конец баррема—апт и соответствует началу мелового суперхрона, около 125 млн лет. Существенно более древние оценки возраста не имеют отношения ко времени формирования базальтов архипелага Земля Франца-Иосифа, как части крупной изверженной провинции высокоширотной Арктики.

Ключевые слова: геохронология, палеомагнетизм, крупные изверженные провинции, Земля Франца-Иосифа, Арктика

DOI: 10.31857/S2686739720070038

Принципиально важным этапом тектонической истории высокоширотной Арктики является становление крупной изверженной провинции (High Arctic Large Igneous Province — HALIP), фрагменты которой сохранились в виде вулканических плато подводных поднятий и островов, примыкающих к Евразийскому и Амеразийскому бассейнам Северного Ледовитого океана [1]. В этом плане острова архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) являются ключевым объектом для реконструкции Баренцевоморской части HALIP. Систематическое геологическое изучение архипелага начато давно [2], однако вплоть до настоящего времени остаются противоречивые представления о возрасте и продолжительности маг-

матического события, обусловившего его формирование. Полученные в последнее время $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ определения указывают на широкий временной диапазон магматизма на ЗФИ — с ранней юры до раннего мела, включая три импульса активизации: 190, 155 и 125 млн лет назад [3, 4]. По другим геохронологическим данным, в том числе единичным U—Pb-определениям, образование траппов ЗФИ ограничено одним коротким импульсом в начале мела [5, 6]. В пользу этого свидетельствуют многочисленные палеонтологические данные, результаты геологической съемки и интерпретации региональных геофизических профилей, другие геолого-геофизические наблюдения, подтверждающие, что базальтовые покровы подстилаются осадочными породами не древнее оксфорда [7–9].

Полученные нами палеомагнитные данные также указывают на кратковременный одноактный характер формирования магматического ареала ЗФИ [10, 11]. Установленные палеомагнитные направления и соответствующие виртуальные геомагнитные полюсы не имеют дискретных групп, ожидаемых в случае эпизодического характера магматизма с длительными интервалами относительного затишья [10]. По результатам

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

³ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

*E-mail: abashev@ipgg.sbras.ru

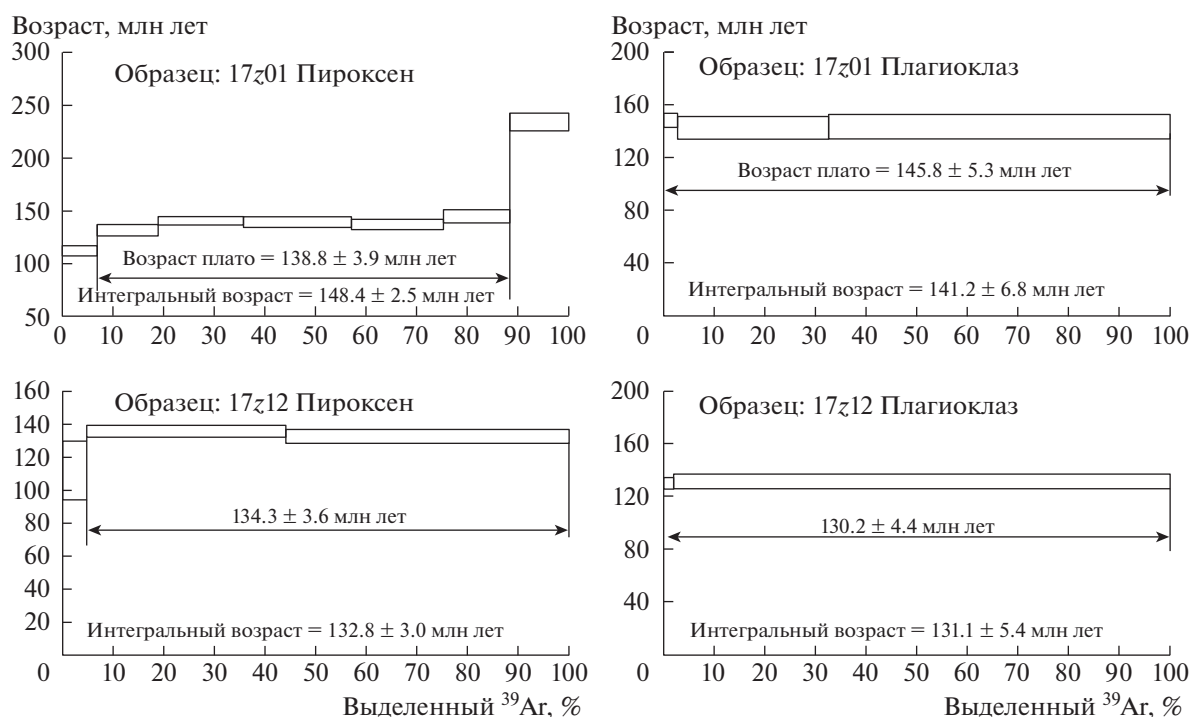


Рис. 1. Результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датирования монофракций пироксена (слева) и плагиоклаза (справа) базальтов о. Гукера и о. Земля Александры.

изучения анизотропии магнитной восприимчивости также не установлено каких-либо следов вертикальной неоднородности вулканического разреза, свидетельствующих об эпизодической активизации магматизма [11].

Перечисленные выше обстоятельства подвергают сомнению то, что имеющиеся юрские $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ определения соответствуют времени траппового магматизма на ЗФИ. Для решения указанной проблемы в ходе экспедиции 2017 г. были переопробованы ключевые объекты на островах Гукера и Земле Александры, где ранее были получены юрские датировки [3, 4], а также несколько участков предположительно раннемелового возраста, в том числе на островах Хейса и Ферсмана. Определения абсолютного возраста $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом выполнены по монофракциям пироксена и плагиоклаза в аналитическом центре ИГМ СО РАН.

Новые $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ определения по ключевым объектам на о. Гукера ($80^{\circ}20'26.5''$ с.ш., $52^{\circ}46'56.8''$ в.д., образец 17z01), в основании разреза бухты Тихой, вблизи м. Седова и на о. Земля Александры ($80^{\circ}42'55.2''$ с.ш., $47^{\circ}53'12.2''$ в.д., образец 17z12), в основании разреза м. Мелехова, не подтвердили полученные ранее цифры — 189.1 ± 11.4 млн лет и 189.9 ± 3.1 млн лет соответственно [3, 4]. В возрастном спектре пироксена из образца 17z01 выделяется плато из 5 ступеней, характери-

зующее 88% выделенного ^{39}Ar со значением возраста 138.8 ± 3.9 млн лет, Ca/K отношение — от 65 до 96 (рис. 1). Для плагиоклаза из того же образца получен возрастная спектр, в котором выделяется плато из 3 ступеней, 100% выделенного ^{39}Ar , возраст 145.8 ± 5.3 млн лет, Ca/K отношение — от 108 до 227. По пироксену из образца 17z12, выделяется промежуточное плато из 2 ступеней, характеризующее 95% выделенного ^{39}Ar и значение возраста 134.3 ± 3.6 млн лет, Ca/K отношение — от 42 до 77. Для плагиоклаза из того же образца получен спектр с промежуточным плато из 2 ступеней, 100% выделенного ^{39}Ar , возраст 130.2 ± 4.4 млн лет, Ca/K отношение — от 100 до 138 (рис. 1).

В предположительно меловых объектах $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст кристаллизации плагиоклаза и пироксена составляет от 160 до 120 млн лет. Так, возраст пробы, отобранной из силла на о. Ферсмана, оценивается в 133.6 ± 1.6 млн лет по пироксену и 130.6 ± 3.2 млн лет по плагиоклазу. На о. Гукера для штока скалы Рубини возраст по пироксену составляет 120.7 ± 1.3 млн лет, по плагиоклазу — 134.0 ± 2.9 млн лет, а для пластового тела на м. Медвежий по пироксену — 127.3 ± 1.3 млн лет, по плагиоклазу — 136.8 ± 7.7 млн лет. Верхняя часть разреза м. Мелехова на о. Земля Александры по пироксену и плагиоклазу имеют возраст 125.3 ± 3.5 и 159.0 ± 15.5 млн лет соответственно. Статистический анализ всей имеющейся сегодня совокуп-

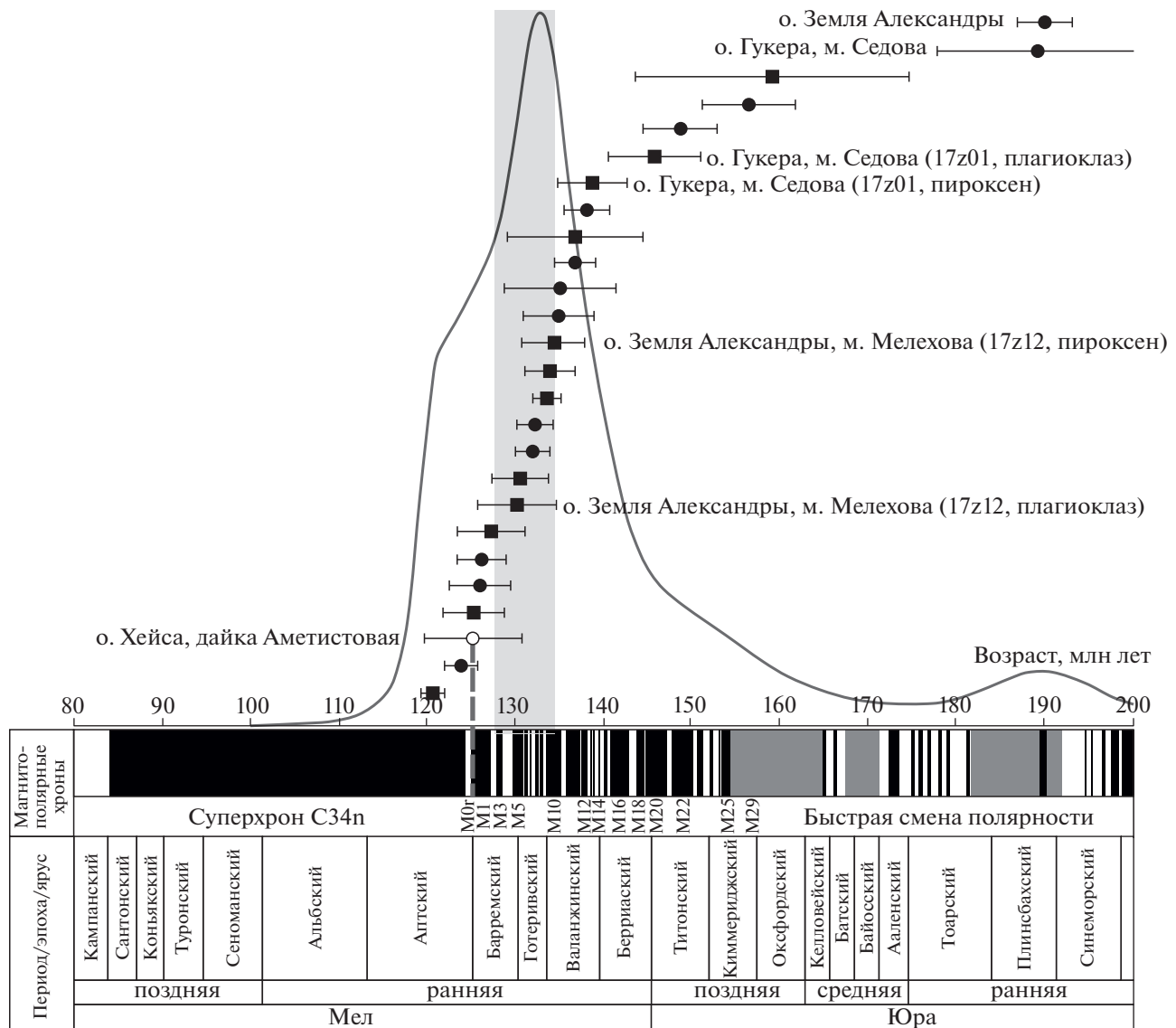


Рис. 2. Результаты статистического анализа имеющихся $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ определений и сопоставление полярности датированных палеомагнитных направлений с магнитохронологической шкалой юры–мела [13]. В шкале черный цвет соответствует интервалам прямой, белый – обратной, серый – смешанной (частые инверсии вне масштаба) полярности. На графике сверху кривая, отражающая интегральную плотность вероятности событий, рассчитанная по всей совокупности имеющихся $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировок: круг – определения из [3, 4]; квадрат – по данным авторов; крайние шесть древнейших датировок не входят в расчет среднего возраста – серое поле на графике.

ности Ar/Ar определений свидетельствует, что наиболее вероятный возраст магматизма – около 130 млн лет (рис. 2). Таким образом, мы склонны полагать, что имеющиеся юрские оценки возраста, скорее всего, являются методологическим артефактом и связаны с избыточным аргоном, на величину которого могут влиять наличие ксенокристов, включения морской воды в зернах, которые были захвачены в момент образования породы и другое [12], либо отражают процессы, происходившие в долгоживущей магматической камере, но не имеющие отношения к возрасту

формирования базальтов, слагающих острова ЗФИ.

Для уточнения полученной оценки возраста и продолжительности магматизма ЗФИ все датированные палеомагнитные определения сопоставлены с мировой шкалой магнитной полярности (рис. 2). За исключением дайки Аметистовой на о. Хейса, абсолютно все изученные на сегодняшний момент магматические объекты, в том числе не имеющие определений абсолютного возраста (всего около 50 точек опробования, более 700 образцов), намагничены во время прямой (нор-

мальной) полярности геомагнитного поля [10]. Исключительное преобладание прямой полярности в случае длительной эволюции магматизма с юры по мел плохо объяснимо. Все это время вплоть до рубежа баррема–апта магнитное поле Земли характеризуется очень частыми инверсиями — не реже 1 раза в миллион лет [13]. Лишь с аптского времени и по сантон включительно отмечается длительный суперхрон C34n прямой полярности (см. рис. 2). В этом контексте полученные данные лучше соответствуют концепции об одноактном кратком магматизме при формировании траппов ЗФИ, причем время проявления этой активности ближе ко второй половине раннего мела. Обратная полярность палеомагнитных направлений в долеритах дайки Аметистовой с $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возрастом 125.2 ± 5.5 млн лет [4] хорошо согласуется с узкой зоной M0g в основании апта (см. рис. 2). Сама цифра неотличима от результатов $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования обратно намагниченных базальтов гайота MIT — 125.4 ± 0.2 млн лет, которые положены в основу определения зоны M0g при расшифровке полосовых магнитных аномалий Тихого океана [14].

Возрастные оценки древнее 125 млн лет для других объектов, показывающих прямую полярность, хотя и находятся в соответствии со шкалой, но с учетом ошибки определения, перекрывают сразу несколько магнитохронов или попадают в область смешанной (частые инверсии вне масштаба на рис. 2) полярности. Это определенно подтверждает тот факт, что абсолютное большинство магматических тел архипелага ЗФИ были сформированы в эпоху преобладающей прямой полярности, т.е. в начале мелового суперхрона. При этом мы однозначно фиксируем время остывания изученных базальтов до температуры Кюри основных магнитных минералов (титаномагнетита и титаномегмита), около $300\text{--}400^\circ\text{C}$, когда происходит фиксация намагниченности [10]. Незначительное удревнение возраста по данным суммарной Ar/Ar оценки (~ 130 млн лет) можно было бы связать с длительным остыванием продуктов активного магматизма в пределах крупной изверженной провинции, однако температуры закрытия Ar/Ar системы сопоставимы с установленными температурами Кюри, а модельные оценки скорости остывания базальтов от момента кристаллизации минералов — термохронометров, используемых в геохронологии и палеомагнетизме, высокие [15]. Поэтому главным объяснением удревнения возраста в ряде проб являются аналитические проблемы при Ar/Ar исследованиях. Единственные достоверные U/Pb определения по цирконам, полученные из силлов скважин Нагурская (о. Земля Александры) и Северная (о. Грэм-Белл) имеют возраст 122.2 ± 1.1 млн лет и 122.7 ± 0.3 млн лет соответственно

[6], что полностью согласуется с палеомагнитной оценкой.

Таким образом, согласно геохронологическим данным и характеру магнитополярной записи, а также учитывая характерную краткость формирования большинства известных крупных изверженных провинций [1], можно утверждать, что образование магматического ареала ЗФИ произошло в результате одного краткого импульса магматизма в барреме–апте, около 125 млн лет назад, непосредственно перед или в самом начале суперхрона C34n. Существенно более древние оценки возраста не имеют отношение ко времени самого эпизода становления ареала ЗФИ в составе HALIP.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 19–17–00091) и РФФИ (проект № 18–05–70035).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ernst R.E. // Cambridge University Press. 2014. 653 p.
2. Дибнер В.Д., Шульгина Н.И. // Тр. Инст. Геолог. Арктики. 1960. Т. 114. С. 65–77.
3. Карякин Ю.В., Шипилов Э.В. // ДАН. 2009. Т. 425. № 2. С. 1–5.
4. Шипилов Э.В., Карякин Ю.В. // ДАН. 2014. Т. 457. № 5. С. 327–331.
5. Грачев А.Ф. // Физика Земли. 2001. № 9. С. 49–61.
6. Corfu F., Polteau S., Planke S., et al. // Geol. Mag. 2013. V. 150. № 6. P. 1127–1135.
7. Репин Ю.С. // ДАН. 1999. Т. 367. № 3. С. 389–393.
8. Столбов Н.М., Суворова Е.Б. // Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики. Вып. 10. М.: ГЕОС. 2010. С. 276–280.
9. Polteau S., Hendriks B.W.H., Planke S., et al. // Palaeo. 2016. V. 441. P. 83–95.
10. Абашев В.В., Метелкин Д.В., Михальцов Н.Э. и др. // Геология и Геофизика. 2018. Т. 59. № 9. С. 1445–1468.
11. Абашев В.В., Верниковский В.А., Казанский А.Ю. и др. // ДАН. 2019. Т. 486. № 2. С. 197–201.
12. Konrad K., Koppers A.A.P., Balbas A.M., et al. // 3G. 2019. V. 20. P. 1041–1053.
13. Walker J.D., Geissman J.W., Bowring S.A., et al. // GSA Bulletin. 2013. V. 125. № 3/4. P. 259–272.
14. Pringle M.S., Duncan R.A. // Scientific Results. 1995. V. 144. P. 547–557.
15. Метелкин Д.В., Лавренчук А.В., Михальцов Н.Э. // Физика Земли. 2019. № 6. С. 24–33.

**EARLY CRETACEOUS BASALTS
OF THE FRANZ JOSEF LAND ARCHIPELAGO: CORRESPONDENCE
OF NEW $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ AND PALEOMAGNETIC DATA**

**V. V. Abashev^{a,b,#}, D. V. Metelkin^{a,b}, Academician of the RAS V. A. Vernikovskiy^{a,b},
E. A. Vasyukova^{b,c}, and N. E. Mikhaltsov^{a,b}**

^a *Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation*

^b *Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation*

^c *Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation*

[#] *E-mail: abashev@ipgg.sbras.ru*

The paper presents new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age determination of basalts from the Franz Josef Land Archipelago. The obtained set of dates confirms the predominance of products only of Early Cretaceous age, which is also confirmed by results of paleomagnetic studies. Analysis of the entire set of geochronological data, taking into account information on their magnetic polarity, indicates that the interval of active magmatism occurred at the latest Barremian–Aptian and corresponds to the beginning of the Cretaceous Normal Superchron (C34n), at about 125 Ma. Significantly older age estimates are not related to the time of formation of the FJL basalts as a part of the High Arctic Large Igneous Province.

Keywords: geochronology, paleomagnetism, large igneous provinces, Franz Josef Land Archipelago, Arctic