

К-Аг геохронология извержений новейших вулканических центров Казбекской области Большого Кавказа

И. В. Чернышев, М. М. Аракелянц, В. А. Лебедев, С. Н. Бубнов, Ю. В. Гольцман

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН

Аннотация. Приводятся и обсуждаются данные по К-Аг датированию эффузивных образований ряда центров новейшего вулканизма Казбекской области (Большой Кавказ) Кавказского сегмента альпийского Средиземноморского (или Альпийско-Гималайского) подвижного пояса, разделяющего Афро-Аравийскую и Европейскую платформы. Результаты получены с помощью разработанного авторами специального варианта К-Аг метода, позволившего впервые в России надежно датировать ультрамолодые (позднеплейстоценовые) магматические образования. Выявлен период максимальной магматической активности всей вулканической системы Казбекской области (150-300 тыс. лет) и уточнена последовательность извержений новейших вулканических центров в ее пределах. Показано, что для ряда вулканических центров не исключен голоценовый (менее 10–15 тыс. лет) возраст наиболее молодых магматических образований, что дает возможность причисления этих центров к потенциально опасным на возобновление в их пределах вулканической активности.

Введение

История человеческой цивилизации и, в частности, события XX столетия показали, сколь тяжелыми являются экономические и социальные последствия катастрофических вулканических извержений. Их прогноз связан с анализом и учетом целого ряда факторов, среди которых важное значение имеет история или хронология извержений, имевших место в недалеком геологическом прошлом в пределах отдельных вулканов и целых вулканических областей. Целью данной работы является построение количественной временной шкалы событий неоген-четвертичного вулканизма на Большом Кавказе в Казбекской вулканической области и периодизация этих событий, т. е. получение информации, которая с привлечением других данных позволит прогнозировать вероятность катастрофических извержений в регионе. Актуальность этой задачи не вызывает сомнений, поскольку центры новейшего магматизма Большого Кавказа находятся

или в пределах, или непосредственно у границ густонаселенных районов северо-кавказских республик России, Грузии и Азербайджана. Так, возобновление активности Казбекского вулканического центра может привести не только к катастрофическим последствиям для окружающей природной среды, но и принесет непоправимый урон экономике региона. В возможные районы поражения может попасть ряд густонаселенных областей и городов, расположенных, в частности, в бассейне реки Терек, в том числе столица республики Северная Осетия - Алания г. Владикавказ и одно из древнейших поселений Грузии г. Казбеги.

Обсуждение результатов

В настоящей статье рассматриваются первые результаты, полученные по ряду реперных центров новейшего вулканизма Казбекской вулканической области и, в частности, по Казбекскому вулканическому центру – одному из наиболее крупных и долгоживущих центров четвертичного вулканизма на Кавказе. Исследование выполнено с помощью специального варианта К-Аг метода, разработанного авторами настоящей работы.

Казбекская вулканическая область приурочена к

©1999 Российский журнал наук о Земле.

Статья N RJE99024.

Онлайновая версия этой статьи опубликована 10 декабря 1999.

URL: <http://eos.wdcb.rssi.ru/rjes/RJE99024/RJE99024.htm>

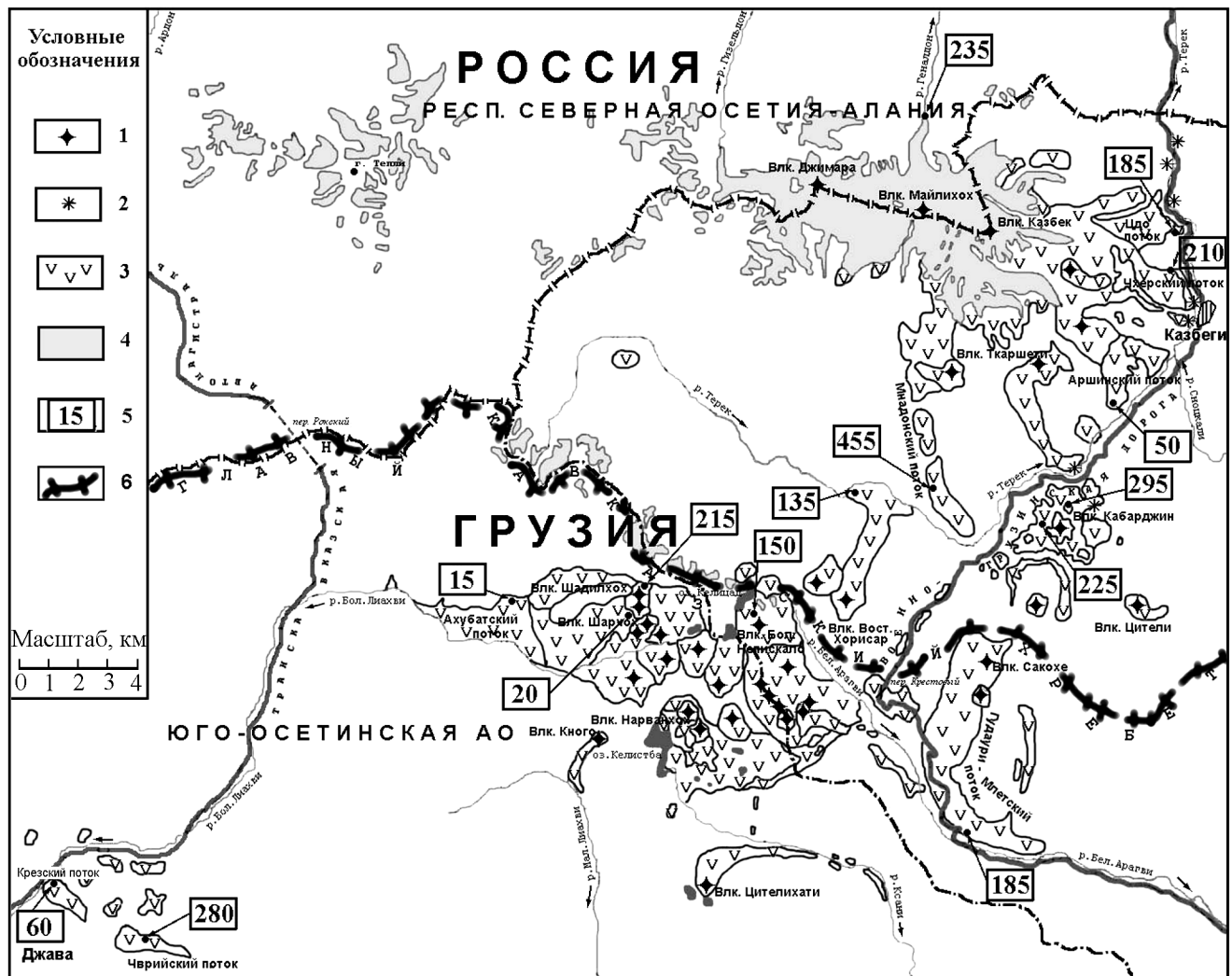


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Казбекской вулканической области (составлена В. А. Лебедевым по материалам Н. В. Короновского и Н. И. Схиртладзе). Условные обозначения: 1 – четвертичные вулканы; 2 – эксплозивные вулканические центры; 3 – четвертичные лавовые потоки; 4 – ледники; 5 – К-Аг изотопные датировки, 6 – Главный Кавказский хребет.

той части Большого Кавказа, которая в альпийском тектоно-магматическом цикле испытывала глубокое прогибание, интенсивную складчатость и последующее резкое воздымание. Основные ареалы новейших вулканитов Казбекской области (рис. 1) располагаются в центральной ее части (вулканы Казбек, Сакохе, Кабарджин и др.) и южной периферии в районе Кельского вулканического нагорья. В пределах области нами выделен ряд плейстоцен-голоценовых вулканических центров, наиболее значимые из которых – Казбекский, Кабарджинский, Джавский, Сакохетский и Кельский. К Казбекскому вулканическому центру (рис. 1) относится вулкан Казбек (абсолютная отметка – 5047 м) и ряд мелких

моногенных вулканов – спутников к северо-западу, югу, юго-востоку и востоку от него (вулканы Китцутцвери, Казбекский Сырх и Ткаршети). К Кельскому вулканическому центру относится целый ряд чаще всего моногенных вулканов (до 25) на водораздельной части Большого Кавказа (истоки рек Белой Арагви, Ксани и Большой Лиахви) в пределах т. н. Кельского вулканического нагорья [Станкевич, 1976; Схиртладзе, 1958] и его западной и северо-восточной периферии. К Кабарджинскому вулканическому центру относятся стратовулкан Кабарджин и ряд мелких вулканических центров к юго-востоку от него. Все вулканиты Сакохетского вулканического центра являются продуктами активно-

сти вулкана Сакохе и образуют Гудаури-Млетский, Садзельский и Ходисхевский потоки. Джавский вулканический центр включает ряд четвертичных лавовых потоков, расположенных в центральной части Юго-Осетинской АО Грузии.

Имеющиеся к настоящему времени данные о возрасте вулканитов Казбекского центра противоречивы и крайне малочисленны. Считалось, что породы центра сформировались в интервале от позднего плиоцена до голоцена включительно. Основанием этому служила корреляция между составом пород Казбека и фаунистически охарактеризованными вулканогенно-осадочными толщами Рух-Дзуар Терского и Сунженского поднятия Предкавказья [Милановский, Короновский, 1973]. В последнее время поставлена под сомнение корректность корреляции пирокластических образований свиты Рух-Дзуар и вулканитов Казбека: выявлено отсутствие прямой петрохимической связи между этими группами вулканических пород [Короновский, Демина, 1994]. К-Аг данные, опубликованные до настоящего времени разными авторами, лежат в широком интервале значений от 0,2 до 15 млн. лет и не проясняют вопрос о возрасте вулканизма Казбекского центра. Имеются данные протактиниевого и иониевого датирования, указывающие на голоценовый и даже "исторический" возраст некоторых разностей вулканитов центра 9,6 (Iо) и 7,5 (Ра) тыс. лет соответственно [Чердынцева и др., 1968]. Следует отметить, что эти цифры имеют оценочный характер, т. к. получены около 30 лет назад на основе метода альфа-спектрометрии. Последний позволил лишь приблизительно фиксировать степень равновесия между изотопами урана и радионуклидами – промежуточными продуктами распада урана, обуславливая возможность очень больших (в том числе систематических) погрешностей расчета возраста. Практическое отсутствие находок в вулканитах Казбека обугленного органического материала, пригодного для радиоуглеродного датирования, крайне затрудняет подтверждение U-Iо и U-Ра изотопных данных. Единственная цифра радиоуглеродного возраста была получена по останцу лавового потока андезито-дацитового состава у с. Горисцихе. Андезито-дациты здесь перекрывают ископаемый лес с возрастом древесины около 6 тыс. лет [Бурчуладзе и др., 1976]. По мнению Джанелидзе [1975], лавовый поток у с. Горисцихе связан с активностью вулкана Ткаршети. Короновский [1964] же считает, что эти лавы являются продуктами самостоятельного вулканического центра – "лавового вулканчика", расположенного на левом борту Терка против с. Горисцихе.

Породы Казбекского вулканического центра представлены серией пород от андезито-базальтов (тра-

хиандезито-базальтов) до дацитов при доминирующей роли вулканитов андезитового состава. Эти породы представлены, как правило, сериально-порфиоровыми разностями с пилотокситовой, гиалопилитовой, реже интерсертальной структурой основной массы. Типичный парагенезис вкрапленников – плагиоклаз (от лабрадора до кислого андезина) и гиперстен, к которым нередко добавляется оливин, роговая обманка, авгит, изредка биотит. Наиболее распространенный минерал микролитов – плагиоклаз в ассоциации с гиперстеном, рудным минералом, изредка авгитом и роговой обманкой. Для центра характерен в целом антидромный тренд эволюции вулканизма, выражающийся в дискретной, но направленной смене вверх по разрезу более кислых (дациты) на более основные разности вулканитов. Подавляющее большинство пород центра отвечает по составу известково-щелочной и калий-натриевой субщелочной петрохимическим сериям [Богатиков и др., 1987]. Породы содержат 54,5–67,8% SiO₂, 4,0–8,1% K₂O + Na₂O при 1,1–3,6% K₂O [Иванов и др., 1993].

Изотопные данные о возрасте пород Кабарджинского вулканического центра до настоящего времени отсутствовали. В отношении геологических оценок возраста известно лишь [Милановский, Короновский, 1973], что на одном из наиболее ранних вулканических потоков вулкана Кабарджин залегают остатки среднеплейстоценовых аллювиальных отложений, а андезитовые туфы вулкана в долине р. Нарвани перекрываются отложениями последней фазы позднелайстоценового оледенения (Q₃²).

Породы Кабарджинского центра представлены спектром пород от андезито-базальтов до дацитов. Как правило, это порфиоровые, сериально-порфиоровые разности пород с пилотокситовой или гиалопилитовой структурой основной массы. Типичный парагенезис вкрапленников – плагиоклаз (от лабрадора до кислого андезина), роговая обманка и гиперстен. Нередко наблюдаются единичные вкрапленники биотита. Наиболее распространенный минерал микролитов – плагиоклаз в ассоциации с пироксеном, биотитом, рудным минералом. Андезито-дациты и дациты комплекса являются типичными известково-щелочными образованиями. Они содержат 62,9–66,4% SiO₂, 5,3–7,3% K₂O + Na₂O при 1,9–3,1% K₂O [Иванов и др., 1993].

По геологическим данным (соотношение с моренными отложениями) породы Кельского вулканического центра датируются интервалом поздний плейстоцен-голоцен [Милановский, Короновский, 1973]. Полученные разными авторами К-Аг даты по породам кельской группы вулканов лежат в широком интервале значений от 0,3 до 24 млн. лет и поэтому, так же как и в случае Казбекского центра, не про-

ясняют вопрос о возрасте пород Кельского центра.

Вулканиды этого центра представлены спектром пород от андезито-базальтов (трахиандезито-базальтов) до риодацитов (субщелочных риодацитов). Это порфиновые, реже афировые породы с пилотокситовой, реже гиалопилитовой и интерсертальной структурой основной массы. В порфировых разностях практически всех типов пород наблюдаются вкрапленники плагиоклаза (от лабрадора до кислого андезина) и ортопироксена (гиперстен или бронзит). Спорадически встречены авгит, шпинель, гранат и корунд. В кисло-средних, кислых разностях пород встречены роговая обманка, биотит. Доминирующим минералом-вкрапленником наиболее основных разностей является оливин, в некоторых лавах андезитового состава наблюдаются вкрапленники кварца в клинопироксеновой кайме. Минералы микролитов – плагиоклаз, гиперстен, рудный минерал, изредка встречаются оссумилит и кордиерит. Подавляющее большинство лав центра отвечает по составу породам известково-щелочной серии при резко подчиненном количестве пород, относящихся к калий-натриевой субщелочной серии. Породы комплекса содержат 54,5–69,4% SiO₂, 4,2–8,0% K₂O + Na₂O при 1,6–4,0% K₂O [Иванов и др., 1993].

Практически нет изотопных и геологических данных по возрасту пород Сакохетского вулканического центра. Только по косвенным данным возраст вулканитов Сакохе оценивается как позднплейстоценовый [Схиртладзе, 1958].

Породы Сакохетского центра представлены спектром пород от андезито-базальтов до дацитов. Это, как правило, порфировые, сериально-порфировые породы с пилотокситовой, реже гиалопилитовой структурой основной массы. Типичный парагенезис вкрапленников – плагиоклаз (чаще всего лабрадор), роговая обманка и гиперстен. Наиболее распространенный минерал микролитов – плагиоклаз в ассоциации с гиперстеном, рудным минералом, изредка авгитом. Доминирующие породы центра андезито-базальты и андезиты – типичные известково-щелочные образования. Они содержат 54,4–57,5% SiO₂, 5,1–6,8% K₂O + Na₂O при 1,8–3,2% K₂O.

О возрасте пород Джавского вулканического центра вплоть до настоящего времени судили лишь по морфологическим особенностям лавовых потоков и перекрытии ими терригенных отложений одной из террас бассейна р. Большой Лиахви.

Породы центра представлены практически исключительно андезитами. Это, как правило, микропорфировые породы с интерсертальной структурой основной массы. Обычный парагенезис вкрапленников – плагиоклаз и ромбический пироксен, к которым изредка добавляется ксеногенный кварц. Их

типичный состав – 59,8% SiO₂, 6,5% K₂O + Na₂O при 1,9% K₂O.

Приведенный обзор показывает, что существовавшие ранее датировки новейших лав Казбекской области, базирующиеся преимущественно на геологических данных, имеют оценочный характер, поскольку, в свою очередь, они зависят от принятого (часто гипотетически) возраста морен, надпойменных террас, четвертичных оледенений и т. д., по соотношению с которыми определялся возраст вулканитов.

Результаты К-Аг датирования пород главнейших вулканических центров Казбекской вулканической области Большого Кавказа приведены в табл. 1. Как видно, значения К-Аг возраста не превышают 500 тыс. лет при абсолютной погрешности от ±15 до ±45 тыс. лет. Поскольку столь молодые плейстоценовые породы впервые аналитически надежно датированы в практике геохронологических исследований в нашей стране, кратко остановимся на применявшейся методике исследования, разработка которой непосредственно предшествовала проведению измерений возраста.

В лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН авторами была осуществлена существенная модернизация масс-спектрометра МИ-1201 ИГ, выпущенного Сумским ПО “Электрон”, в части измерительного тракта, герметизации вакуумных узлов и программного обеспечения. В результате две основные характеристики прибора (чувствительность по аргону 5×10^{-3} А/торр и уровень холостого опыта по ⁴⁰Ar 5×10^{-10} нсм³) доведены до уровня лучшего зарубежного аналога – масс-спектрометра VG 5400. Для получения надежных результатов по молодым породам, имеющим, как видно из таблицы, ультрамалые содержания радиогенного ⁴⁰Ar (порядка нескольких сотых–тысячных долей нанограмма на грамм образца), решающее значение имела отработка методики измерений аргона в статическом режиме, исключение роли изобарных примесей на массе 36, примененная система учета масс-дискриминации изотопов аргона и фоновых сигналов. Указанные параметры и приемы анализа позволили датировать андезиты и дациты Казбека и других вулканов Кавказа из навесок проб, не превышающих по массе 100 мг. Точность определений контролировалась систематическими анализами стандартных проб биотита и мусковита “BERN 4”, “базальт 1/76” и “мусковит Р-207”. Следует отметить, что К-Аг датирование новейших пород по своей трудоемкости и требованиям к качеству и стабильности работы всего измерительного комплекса значительно превосходит анализ любых дочетвертичных объектов. На данном этапе работы было проанализировано 15 валовых проб вулкани-

Таблица 1. Результаты К-Аг датирования лав Казбекской вулканической области

№ авт.	Геологический объект	Минерал. порода	Калий, % $\pm\sigma$	$^{40}\text{Ar}_{\text{рад}}$ (нг/г) $\pm\sigma$	Возраст, тыс. лет $\pm 1,6\sigma$
Мд-32/96	Вулкан Казбек, поток Мнадонский	Андезит	1,64 \pm 0,03	0,0516 \pm 0,0035	455 \pm 40
Цд-55/96	Вулкан Казбек, поток Цдо	Андезит	1,68 \pm 0,03	0,0213 \pm 0,0020	185 \pm 30
ГА-46/96	Вулкан Казбеке, поток Аршинский	Андезит	1,94 \pm 0,03	0,007 \pm 0,002	50 \pm 20
Чх-47/96	Вулкан Казбек, поток Чхерский (2-я фаза)	Андезит	1,59 \pm 0,03	0,023 \pm 0,002	210 \pm 30
Гз-69/96	Вулкан Казбек, поток Майлинский	Андезит	1,68 \pm 0,03	0,0280 \pm 0,0025	235 \pm 40
ЮО-1/96	Кельское плато, вулкан Шадилхох	Дацит	1,94 \pm 0,03	0,0290 \pm 0,0025	215 \pm 35
ЮО-12/96	Кельское плато, вулкан Шархох	Андезит	1,31 \pm 0,03	0,0019 \pm 0,0010	20 \pm 15
ЮО-14/96	Кельское плато, Ахубатский поток	Андезит	1,36 \pm 0,03	0,0014 \pm 0,0010	15 \pm 15
67/90к	Кельское плато, вулкан Бол. Непискало	Дацит	2,84 \pm 0,03	0,0300 \pm 0,0025	150 \pm 25
Тру-31/96	Кельское плато, вулкан Вост. Хорисар	Дацит	1,43 \pm 0,03	0,0134 \pm 0,0015	135 \pm 25
КБ-40/96	Вулкан Кабарджин, покровная серия	Риодацит	2,74 \pm 0,03	0,0426 \pm 0,0030	225 \pm 40
КБ-44/96	Вулкан Кабарджин, субвулканич. серия	Дацит	1,85 \pm 0,03	0,0376 \pm 0,0030	295 \pm 50
К-95/85	Вулкан Сакохе, поток Гудаури-Млетский	Андезит	1,70 \pm 0,03	0,022 \pm 0,002	185 \pm 30
ЮО-27/96	Крезский поток Джавского вулканического центра	Андезит	1,74 \pm 0,03	0,007 \pm 0,002	60 \pm 25
ЮО-22/96	Чврийский поток Джавского вулканического центра	Андезит	1,63 \pm 0,03	0,0316 \pm 0,0025	280 \pm 45

тов, представляющих наиболее крупные центры четвертичного вулканизма Казбекской вулканической области.

Значения К-Аг возраста вулканитов (табл. 1,

рис. 1) лежат в интервале 15–455 тыс. лет, а преобладающая часть значений приходится на интервал 150–295 тыс. лет. Это соответствует среднему плейстоцену согласно шкале геологического времени,

традиционно применяемой для кайнозойских отложений Кавказа [Милановский, Короновский, 1973; Станкевич, 1976; Схиртладзе, 1958], которая используется в предлагаемой работе, или среднему неоплейстоцену согласно современной хроностратиграфической шкале [Основы мелкомасштабного геологического картирования, 1995]. На это время приходится формирование основного объема магматических образований вулкана Кабарджин, Чврийского потока Джавского вулканического центра, вулканов Шадилхох и Большой Непискало Кельского плато, образование потока Цдо, Чхерского и Майлинского потоков Казбекского вулканического центра. По мере детализации геохронологических данных по Казбекской вулканической области и получения аналогичных характеристик по другим областям новейшего вулканизма Большого Кавказа возможно удастся выяснить смысл обсуждаемого относительно короткого временного интервала 150–295 тыс. лет назад: во-первых, соответствует ли он периоду максимальной активности всей вулканической системы Большого Кавказа, а, во-вторых, действовала ли в этот период тенденция “домино”, когда активность одного вулканического центра инициировала деятельность сопряженных с ним других вулканических центров. Понимание последнего представляется особенно важным при прогнозных оценках региона в целом и отдельных его сегментов на возобновление вулканической активности.

Рассмотрим подробнее полученные К-Аг датировки лав по конкретным вулканическим центрам.

Казбекский вулканический центр. Данные, полученные по вулканитам Казбекского центра, позволили определить период его максимальной вулканической активности и существенно откорректировать временную последовательность образования основных лавовых потоков центра. Согласно ранее существовавшим представлениям одним из наиболее древних потоков вулкана (рис. 1), датируемым обычно ранним плейстоценом, считается Мнадонский поток, который спускается с южного склона г. Казбек. Период образования Майлинского (или Западного) потока был достаточно неопределенным: по различным источникам [Милановский, Короновский, 1973; Станкевич, 1976] предполагаемый возраст потока оценивается широким интервалом, охватывающим весь плейстоцен. Верхним плейстоценом обычно датируют верхние лавы потока Цдо, спускающегося с северо-восточных склонов Казбека. Низами верхнего плейстоцена оценивалось время образования вулканитов Аршинского потока и лав средних частей разреза Чхерского потока, локализованных в юго-восточных и восточных частях Казбекского вулканического центра. Согласно К-Аг из-

топным данным подтвержден относительно древний возраст вулканитов Мнадонского потока, однако время его образования (455 ± 40 тыс. лет), соответствующее границе нижнего и среднего плейстоцена, оказалось более молодым, чем ранее предполагалось. Образование Майлинского потока по изотопным данным относится к середине среднего плейстоцена (235 ± 40 тыс. лет). Близким к нему по времени образования оказались лавы средних частей разреза потока Чхери (210 ± 30 тыс. лет). Верхами среднего плейстоцена (185 ± 30 тыс. лет) датированы верхние лавы потока Цдо. Согласно полученным изотопным данным (табл. 1) одними из наиболее молодых образований Казбекского вулканического центра являются лавы Аршинского потока – 50 ± 20 тыс. лет, что соответствует верхам позднего плейстоцена. Таким образом, Казбекский центр представляет собой долгоживущий центр четвертичного вулканизма Большого Кавказа, период максимальной активности которого согласно К-Аг и ранее опубликованным радиоуглеродным данным достигает 400–500 тыс. лет (временной интервал 6–450 тыс. лет). Лав с возрастом более 500 тыс. лет в пределах центра нами пока не обнаружено, что может говорить о более коротком периоде активности центра, чем предполагалось ранее – около 1,8 млн. лет [Милановский, Короновский, 1973; Станкевич, 1976 и др.].

Вулканы Кельского вулканического центра. Подтверждено ранее высказанное предположение о том, что Кельское плато представляет собой долгоживущий центр новейшего магматизма. Период его активности согласно полученным изотопным данным составляет около 200 тыс. лет. Результаты К-Аг датирования позволили существенно откорректировать последовательность извержений вулканов Кельского центра и периоды образования наиболее известных лавовых потоков Кельского плато. Согласно геологическим, в основном геоморфологическим данным, как уже отмечалось выше, в большинстве случаев оценочным, последовательность образования проанализированных вулканитов Кельского центра следующая. Низами позднего плейстоцена датируются обычно нижние лавы вулкана Восточный Хорисар и время образования лав вулкана Шархох. Верхами позднего плейстоцена датировались период максимальной активности вулкана Большой Непискало и образование многократно описанного в литературе Ахубатского потока западной периферии Кельского плато. Одной из самых молодых вулканических построек Кельского центра считался вулкан Шадилхох в северной части Кельского плато, датируемый голоценом. Согласно новым К-Аг данным, последовательность

образования лав Кельского плато следующая. Наиболее древние из проанализированных лав (215 ± 35 тыс. лет) слагают “голоценовый” вулкан Шадилхох. На верхи среднего плейстоцена (150 ± 25 тыс. лет) приходится период максимальной магматической активности вулкана Большой Непискало. Образование нижних лав вулкана Восточный Хорисар приходится на границу верхнего и среднего плейстоцена (135 ± 25 тыс. лет). Согласно изотопным данным наиболее молодыми образованиями Кельского комплекса, а на данном этапе исследований и всей Казбекской области являются продукты извержений вулкана Шархох (20 ± 15 тыс. лет) и вулканы Ахубатского потока западной периферии Кельского плато (15 ± 15 тыс. лет). Как видно, эти вулканы по своим изотопным датировкам соответствуют границе плейстоцена и голоцена, а в пределах погрешности измерений не исключен их голоценовый и даже “исторический” возраст (менее 10 тыс. лет), что дает возможность причислить этот сегмент Большого Кавказа к области потенциально опасной на возобновление в будущем в ее пределах вулканической активности.

Вулкан Кабарджин. К-Аг датирование показало возраст продуктов активности вулкана – 225–295 тыс. лет, что отвечает среднему плейстоцену. Ранее эти образования относили к низам позднего плейстоцена. Интересно, что более молодая цифра возраста (225 ± 40 тыс. лет) получена нами по датировкам дайкового субвулканического комплекса, который согласно существующим воззрениям завершает период активности вулкана.

Вулкан Сакохе. Изотопные данные указывают на несколько более древний возраст продуктов активности вулкана Сакохе (р-н Крестового перевала) – 185 ± 30 тыс. лет (верхи среднего плейстоцена), чем предполагавшийся по косвенным данным (верхи верхнего плейстоцена), по корреляции с аналогичными вулканическими образованиями Казбекской области.

Джавский вулканический центр. К-Аг данные подтвердили четвертичный возраст андезитов Джавского вулканического центра, ранее предполагавшийся лишь по косвенным данным. Вопреки существующей точке зрения о кратковременном характере активности Джавского центра изотопные данные позволяют отнести его к числу долгоживущих центров новейшего вулканизма Большого Кавказа. Период его активности составляет не менее 200–220 тыс. лет. При этом образование Крезского потока датируется значением 60 ± 25 тыс. лет, отвечающим предголоценовому времени (верхи позднего плейстоцена). Последнее обстоятельство расширяет

на Большом Кавказе площади, потенциально опасные на возобновление вулканических извержений.

Выводы

1. Разработана и применена К-Аг геохронометрическая методика, позволившая впервые в России аналитически надежно датировать ультрамолодые (позднеплейстоценовые) магматические образования. Она открывает перспективы для широкого изучения хронологии и периодичности новейшего вулканизма и детализации истории формирования вулканов.

2. Существенно уточнена последовательность извержений новейших вулканических центров, выявлены периоды их максимальной активности. Установлен период максимальной магматической активности всей вулканической системы Казбекской области 150–300 тыс. лет назад (средний плейстоцен).

3. К-Аг данные с учетом предела обнаружения радиогенного аргона не исключают возможности более молодых (в том числе голоценовых) извержений, а именно моложе 10–15 тыс. лет в пределах Кельского, Джавского и Казбекского вулканических центров. Полученные результаты дают возможность считать эти сегменты Казбекской области Большого Кавказа потенциально опасными на возобновление в них вулканической активности.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и технологий Российской Федерации в рамках проекта 1.2.4 федеральной целевой научно-технической программы “Глобальные изменения природной среды и климата”, руководитель академик РАН Н. П. Лавров.

Литература

- Богатиков О. А., Коваленко В. И., Цветков А. А., Ярмолюк В. В., Бубнов С. Н., Серия магматических пород: проблемы и решения, *Изв. АН СССР, сер. геол.*, (3), 3–12, 1987.
- Бурчуладзе А. А., Джанелидзе Ч. Г., Тогонидзе Г. И., Применение радиоуглеродного метода для решения некоторых вопросов палеогеографии плейстоцена и голоцена Грузии, *Актуальные вопросы современной геохронологии*, с. 238–243, Наука, Москва, 1976.
- Джанелидзе Ч. П., О среднеголоценовом возрасте последнего извержения Казбекского вулкана, *Геоморфология*, (2), 75–77, 1975.
- Иванов Д. А., Бубнов С. Н., Волкова В. М., Гольцман Ю. В., Журавлев Д. З., Баирова Э. Д., Изотопный состав стронция и неодима в четвертичных лавах Большого Кавказа в связи с проблемой их петрогенезиса, *Геогимия*, (3), 343–353, 1993.

- Короновский Н. В., История развития вулкана Кабарджин (Центральный Кавказ), *Вопросы региональной геологии СССР*, с. 135–145, Изд. МГУ, Москва, 1964.
- Короновский Н. В., Демина Л. И., Строение свиты Рухдзуар и позднеплиоценовый вулканизм Казбекской области Кавказа, *Бюлл. МОИП, отд. геол.*, 69, вып. 5, 26–33, 1994.
- Милановский Е. Е., Короновский Н. В., *Орогенный вулканизм и тектоника Альпийского пояса Евразии*, 280 с., Недра, Москва, 1973.
- Основы мелкомасштабного геологического картирования, Методические рекомендации*, 196 с., изд. ВСЕГЕИ, Спб, 1995.
- Станкевич Е. К., *Новейший магматизм Большого Кавказа*, 232 с., Недра, Ленинград, 1976.
- Схиртладзе Н. Н., *Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии*, 368 с., Изд. АН ГрузССР, Тбилиси, 1958.
- Чердынцев В. В., Купцов В. Н., Кузьмина Е. А., Зверев В. П., Радионуклиды и протактиниевый возраст неовулканических пород Кавказа, *Геохимия*, (1), 77–85, 1968.

(Поступила в редакцию 15 октября 1999.)