

УДК 550.42

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ АРАГАЦКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА (АРМЕНИЯ) ПО ДАННЫМ К–Ar-ДАТИРОВАНИЯ

© 2002 г. Член-корреспондент РАН И. В. Чернышев, В. А. Лебедев,
М. М. Аракелянц, Р. Т. Джрбашян, Ю. Г. Гукасян

Поступило 09.01.2002 г.

Один из крупнейших центров четвертичного вулканизма на Кавказе – Арагацкий центр – приурочен к одноименной неовулканической области, расположенной в западной части Армении на пересечении структурно-тектонических зон общекавказского простирания и субмеридионального Транскавказского поднятия. Развитие плиоцен-четвертичного вулканизма Арагацкой области определяется сложной позднеколлизией геодинамикой, в целом связанной с глобальными процессами конвергенции Евроазиатской и Аравийской континентальных плит.

Наиболее крупная вершина Малого Кавказа – полигенный стратовулкан Арагац (абсолютная высота 4090 м) приурочен к западной вулканической зоне в пределах Арагацкой области (рис. 1) [1]. Он занимает особое место в неовулканической истории Армении по разнообразию изверженных пород, масштабам и продолжительности активности, многообразию эруптивных явлений и сложности геолого-тектонического строения [2]. Вулкан имеет форму плоско-выпуклого асимметричного щита (диаметр 40–42 км) с главным кратером, расположенным в северо-восточной части.

Фундамент Арагацкого нагорья слагают метаморфические породы верхнего протерозоя, карбонатные породы мела и вулканогенно-осадочные отложения эоцена, обнажающиеся на северо-востоке и востоке региона. В этой же части Арагацкой области развиты раннепалеозойские, меловые и неогеновые гранитоиды, а также небольшие интрузии габброидов [3, 4].

Над перечисленными выше образованиями резко несогласно залегает сложнопостроенная вулканогенная толща Арагацкого нагорья, основание которой представлено оливиновыми платобазальтами и андезибазальтами [5]. Платобазальты широко распространены в примыкающих регионах Грузии (Джавахетское нагорье) и Турции (Карское плато) и относятся к самостоятельному этапу развития позднеколлизийного магматизма Малого Кавказа, оторванному во времени от четвертичного вулканизма собственно Арагацкого центра.

В эоплейстоценовое время на юго-западной периферии Арагацкой области возник небольшой самостоятельный вулканический центр Артени, сложенный риолит-обсидиановыми лавами.

На более позднем отрезке четвертичного периода началось формирование Арагацкого вулканического центра. Принятый в настоящее время сводный стратиграфический разрез продуктов активности центра составлен на основании сопоставления ряда опорных разрезов на разных участках этого региона (рис. 2). Была установлена последовательность вулканических проявлений и выделено четыре этапа вулканизма [5]. Особенности распространения продуктов четвертичной вулканической деятельности Арагацкого центра отражены на схематической геолого-вулканологической карте (рис. 1).

Согласно проведенным геолого-стратиграфическим реконструкциям [5] последовательность вулканизма в пределах Арагацкого центра может быть представлена в следующем виде.

Продукты первого этапа вулканической активности Арагаца связаны с излияниями из главного кратера, а также ряда моногенных паразитических центров и трещинных аппаратов, и выявлены в наиболее глубоких ущельях некоторых радиальных и периферических рек, стекающих со склонов вулкана. С начальной фазой данного этапа также связывается образование мощной

*Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва
Институт геологических наук
Национальной Академии наук Армении, Ереван*

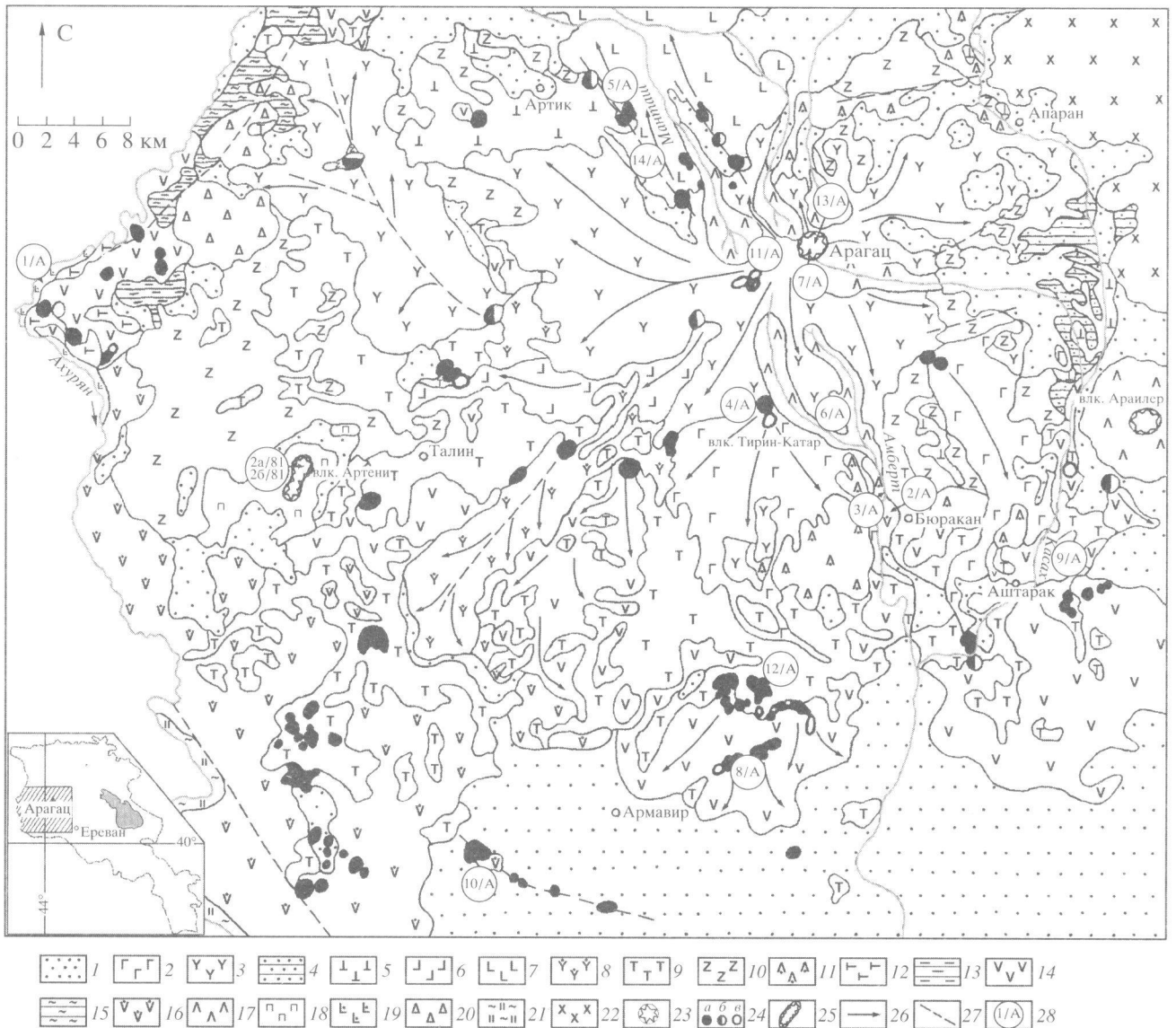


Рис. 1. Схематическая геолого-вулканологическая карта Арагацкой вулканической области. 1 – аллювиальные, делювиальные, флювиогляциальные отложения; 2 – андезибазальты авгит-оливиновые и двупироксеновые; 3 – дациты двупироксеновые; 4 – озерные отложения (Апаранская котловина); 5 – туфы и туфолавы (игнимбриты) андезит-дацитов (верхний горизонт); 6 – андезибазальты и андезиты; 7 – базальты авгит-оливиновые; 8 – дациты двупироксеновые; 9 – игнимбриты и туфолавы (средний горизонт); 10 – андезиты и дациты двупироксеновые; 11 – андезиты; 12 – пемзовые туфы (анийский горизонт); 13 – озерные отложения (Ширакская котловина, верхняя часть); 14 – андезибазальты и андезиты; 15 – озерные отложения (Ширакская котловина, нижняя часть); 16 – андезибазальты и андезиты; 17 – вулканиды нерасчлененные (андезибазальты, андезиты, дациты, пирокласты); 18 – риолиты, обсидианы, перлиты; 19 – оливиновые платобазальты; 20 – вулканогенно-обломочные образования; 21 – глинистые, гипсо-соленосные отложения; 22 – метаморфический комплекс; 23 – кратеры полигенных вулканов; 24 – моногенные вулканы: а – шлаковые конусы, б – лаво-шлаковые конусы, в – лавовые конусы; 25 – риолитовые куполовидные вулканы; 26 – основные направления лавовых потоков; 27 – разломы (предполагаемые); 28 – точки опробования.

толщи эффузивов андезибазальтового состава, слагающих основания периферических вулканических плато. В результате эруптивной деятельности последующих фаз образовались умеренно кислые вулканиды (дацитовые лавы, туфы, туфолавы), вскрывающиеся в глубоких срезях основания массива Арагаца.

Второй этап активности Арагаца является наиболее продуктивным; для него отмечается большое разнообразие составов вулканических образований. Извержения происходили как из главного кратера, так и из периферических и побочных центров, а также из трещин растяжения. На начальных фазах данного этапа образовались побочные

Геохрон. шкала	Литологич. колонка	Мощность, м	№ толщи на карте	Названия пород	Образцы
ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	••••••••	60	1	Аллювий, делювий, флювиогл.	
	Г Г Г Г Г Г Г	25	2	Андезибазальты	4/A 9/A 12/A
	Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	350	3	Двупироксеновые дациты	13/A 7/A 11/A
	•••••••• •••••••• ••••••••	80	4	Озерные отложения	
	⊥ ⊥ ⊥ ⊥	25	5	Туфы, туфолавы	
	┌ ┌ ┌ ┌	150		Андезиты, дациты	
	└ └ └ └	200	6	Андезибазальты, андезиты	
	L L L L	25	7	Базальты	14/A 5/A
	Ẏ Ẏ Ẏ Ẏ	250	8	Двупироксеновые дациты	
	T T T T	25	9	Игнимбриты, туфолавы	
	Z Z Z Z Z Z Z Z	200	10	Двупироксеновые андезиты и дациты	6/A
	△ △ △	200	11	Андезиты	
	┌ ┌ ┌	20	12	Пемзовые туфы	
	— — — — — — — — — — — —	130	13	Озерные отложения	
	V V V V V V V V V V V V	200	14	Андезибазальты, андезиты	10/A 8/A 3/A
	~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	150	15	Озерные отложения	
	~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	10		Туфы, туфолавы	
	Σ Σ Σ	80		Дациты	
Ẏ Ẏ Ẏ	250	16	Андезибазальты, андезиты	2/A	
П П П П	400	18	Риолиты, обсидианы, перлиты вулк. центра Артени	2a/81* 26/81*	
ПЛИОЦЕН	◻ ◻ ◻ ◻	200	19	Оливиновые платобазальты	1/A
	△ △ △ △ △ △ △ △	500	20	Вулканогенно-обломочная толща	
МИОЦЕН	~ ~ ~ ~ ~	500	21	Глинистые, гипсо-соленосные отложения	
ДОМИОЦЕНОВЫЙ	x x x x x x x		22	Метаморфический комплекс	

Рис. 2. Сводная стратиграфическая колонка Арагацкой вулканической области. Номера стратиграфических единиц соответствуют таковым в условных обозначениях к рис. 1. Звездочкой отмечены образцы из коллекции В.Н. Волкова [10].

конусы южного склона вулкана и ареальные центры периферических плато (Шамирамского, Егвардского), извергавшие лавы андезибазальтового-андезитового состава и их пирокласты. Последую-

щие фазы ознаменовались излияниями умеренно кислых и кислых вулканитов из главного кратера Арагаца и его побочных конусов. В результате боковых трещинных излияний сформировались

покровы андезидацитовых лав, а также значительные объемы туфов и туфолав (игнимбритов) того же состава на западной, южной и юго-восточной периферии Арагаца.

Третий этап вулканической активности по своим масштабам уступает, а по характеру вулканизма и разнообразию вулканитов в целом аналогичен второму. Его отличительной особенностью является наличие базальтов, с которых начинается вулканическая активность этапа. Базальты связаны с моногенными центрами бассейна р. Манташ на северном склоне Арагаца [2, 6].

Активность четвертого этапа ограничивалась эруптивной деятельностью ряда моногенных центров и извержениями из локальных трещин, расположенных на южном и юго-восточном склонах Арагаца. К их числу относятся вулканические конусы Тирин-Катар и Аштарак, извергавшие лавы андезибазальтов (двупироксеновые и оливин-пироксеновые) и реже андезитов.

Таким образом, в указанной схеме первые три вулканических этапа обнаруживают закономерную смену серий вулканитов от основных пород к кислым дифференциатам. Последний этап представлен отдельными лавовыми потоками преимущественно основного состава.

По своим петрохимическим характеристикам вулканический комплекс Арагацкого центра относится к базальт-андезибазальт-андезит-дацитовый дифференцированной субщелочной серии.

Базальты Арагацкого центра представлены авгит-оливиновыми разностями и характеризуются близким петрографическим составом, порфиновой, реже олигофиновой структурой с микрокристаллической или гиалопилитовой основной массой. Характерна парагенетическая ассоциация минералов-вкрапленников плагиоклаз(лабрадор) + авгит + оливин(хризолит). Очень редко появляется магнетит.

Андезибазальты представлены порфировыми двупироксен-оливиновыми, авгит-оливиновыми, двупироксеновыми, а также афировыми разностями. Структура их варьирует от афировой через олигофиновую до полифировой и сериальнопорфировой. Структура основной массы гиалопилитовая, микролитовая, пилотакситовая, микродолеритовая. Устанавливается три ассоциации вкрапленников: плагиоклаз(лабрадор) + авгит + оливин(хризолит) + бронзит, плагиоклаз(лабрадор) + авгит + бронзит, плагиоклаз(лабрадор) + оливин(хризолит) + авгит. Переход от андезибазальтов к андезитам фиксируется по практически полному исчезновению оливина, возрастанию роли ортопироксена и появлению фенокристаллов магнетита.

Андезиты представлены двупироксеновыми разностями с небольшими вариациями количест-

венного соотношения темноцветных минералов. Структура пород порфировая, полифировая, олигофировая, сериальнопорфировая с андезитовой, микролитовой, крипто- и микрокристаллической основной массой. Андезиты характеризуются котектической ассоциацией фенокристаллов плагиоклаз(андезин) + авгит + бронзит(или гиперстен) + магнетит.

Дациты наряду с плагиоклазом содержат во вкрапленниках авгит и гиперстен и подразделяются на несколько разновидностей: двупироксеновые, гиперстеновые и реже биотитсодержащие. Характерны порфировые, олигофировые, афировые, сериальнопорфировые структуры с андезитовой, пилотакситовой, микролитовой и стекловатой основной массой. Выделяются минеральные ассоциации: плагиоклаз(андезин) + авгит + гиперстен(или бронзит) + магнетит с количественными вариациями отдельных минеральных фаз. В некоторых разновидностях лав и их пирокластах присутствуют биотит и амфибол.

Согласно химической классификации вулканических пород [7], вулканические образования Арагацкого комплекса относятся к субщелочным и высокощелочным ассоциациям соответствующих типов пород, обнаруживая при этом умеренно калиевый и высококалиевый тренд составов.

Имевшиеся на сегодняшний день для пород Арагацкого вулканического центра изотопные К-Аг-данные были преимущественно получены в разные годы в геохронологической лаборатории ИГН НАН Армении и указывают на плиоцен-четвертичный возраст протекавшего здесь вулканизма [5]. Однако несовершенство применявшихся методик не позволяло надежно датировать четвертичные образования. Поэтому указанные К-Аг-датировки можно рассматривать только в качестве оценочных. Для риолитов и обсидианов вулканического центра Артени в ИГН НАН Армении было получено значение 1.25 млн. лет, лавы и пирокластические образования первого этапа активности Арагаца датированы 1.8–2.2 млн. лет, второго – 1.3–1.6 млн. лет, третьего – 1.1 млн. лет и четвертого – 0.5 млн. лет. В геохронологической лаборатории Бернского университета (Швейцария) для андезибазальтов четвертого этапа вулканизма Арагацкого центра по единичной валовой пробе была получена датировка 0.87 млн. лет [8]. В последнее время опубликованы новые К-Аг- и ³⁹Аг-⁴⁰Аг-данные для платобазальтов, сформировавших вулканическое основание Арагацкой и соседних вулканических областей в пределах Грузии и Турции. Эти данные обобщены в [9].

В рамках настоящей работы проведено К-Аг-датирование ряда вулканических образований

Арагацкого центра, относимых согласно стратиграфическим данным [5] к разным этапам его активности – от наиболее ранних до заключительных. Для пород-представителей каждого этапа (за исключением первого) проанализировано от трех до пяти образцов. Пробы для изотопных исследований отобраны и классифицированы Ю.Г. Гукасяном. Датировки для пород вулканического центра Артени были ранее получены по образцам из коллекции В.Н. Волкова одним из авторов настоящего сообщения в лаборатории изотопной геохронологии ИГЕМ РАН [10].

Датирование вулканитов Арагацкого центра проводилось в ИГЕМ РАН с помощью варианта К–Аг-метода, который был разработан нами в этом институте специально для геохронологического изучения новейших образований и ранее опробован при датировании четвертичных, главным образом неоплейстоценовых, вулканитов Большого Кавказа. Измерения содержания радиогенного аргона проводились на высокочувствительном низкофономом комплексе, созданном на базе масс-спектрометра МИ-1201ИГ. Главными показателями использованной методики, определяющими правильность измерения особо низких (0.01–0.001 нг/г) содержаний радиогенной компоненты изотопа ^{40}Ar , являются: чувствительность комплекса по аргону $5 \cdot 10^{-3}$ А/тор и уровень холостого опыта по ^{40}Ar $5 \cdot 10^{-10}$ нсм³. Содержания калия в образцах определялись методом пламенной спектрофотометрии. При расчете возраста использовались общепринятые значения констант [11]. Важным элементом методики К–Аг-датирования новейших вулканитов, применявшейся в настоящей работе, было использование в качестве геохронометра (т.е. непосредственного объекта анализа) основной массы пород. Это позволило исключить (или по крайней мере существенно снизить) роль одного из главных факторов, искажающих правильность определения К–Аг-возраста молодых пород, – роль избыточного ^{40}Ar , часто присутствующего в минералах-вкрапленниках. Более подробное обоснование и характеристики методики К–Аг-датирования приводятся в [12, 13].

Результаты датирования вулканитов Арагацкого центра, а также вулканического центра Артени и платобазальтов приведены в табл. 1. Как видно, за небольшим исключением, наблюдается соответствие полученных изотопно-геохронологических данных принимавшейся стратиграфической последовательности формирования пород Арагаца [5].

Для оливиновых платобазальтов, вскрытых в долине р. Ахурян и представляющих фундамент сложнопостроенного Арагацкого нагорья, получена К–Аг-датировка 2.5 ± 0.2 млн. лет, соответ-

ствующая позднеплиоценовому времени. Этот результат, в контексте с другими обсуждаемыми здесь данными, подтверждает упомянутое выше отсутствие временных связей между ареальным базальтовым магматизмом, проявившимся в период поздненеогеновой активизации всего Мало-го Кавказа, и более поздним вулканизмом Арагацкого центра. Полученное значение (2.5 млн. лет) дает дополнительное основание для возрастной корреляции платобазальтового вулканизма, проявленного в Арагацкой области, с соседними регионами. Согласно данным ряда зарубежных лабораторий, обобщенным в работе [9], значения возраста платобазальтов Южной Грузии составляют от 1.8–2.0 млн. лет в верхних частях разрезов и до 2.9 млн. лет – в нижних.

По риолитовым и обсидиановым лавам вулканического центра Артени, формирование которого по геологическим данным также предшествовало становлению Арагацкого центра, получены значения К–Аг-возраста около 1.5 млн. лет (табл. 1), что, с одной стороны, существенно моложе датировок платобазальтов, а с другой – заметно древнее рассматриваемых ниже изотопных дат, характеризующих продукты извержений собственно Арагацкого вулканического центра. Таким образом, кислый вулканизм Артени можно рассматривать в качестве отдельного эоплейстоценового этапа развития Арагацкой области.

Значения К–Аг-возраста, полученные для лав Арагаца, с поразительной четкостью распадаются на три группы с узкими диапазонами значений: 0.97–0.89, 0.74–0.68 и 0.56–0.45 млн. лет. Узость интервалов подчеркивается тем, что различия крайних значений возраста индивидуальных образцов внутри групп во всех случаях перекрываются их аналитическими погрешностями. При этом соседние группы существенно различаются между собой: по величине средних значений на 200 тыс. лет и по величине крайних значений индивидуальных образцов на 150–120 тыс. лет.

Как видно из табл. 1, в возрастную группу 0.97–0.89 млн. лет входят четыре андезибазальта (8/А, 3/А, 6/А, 10/А), относимые согласно стратиграфическим данным ко II этапу вулканической активности Арагаца, а также андезибазальт 2/А и базальт 5/А, относимые к I и III этапам соответственно. Возрастная группа с интервалом значений 0.74–0.68 млн. лет представлена только породами III этапа, непосредственно слагающими вершину Арагаца (дациты 7/А и 11/А), а также базальтом 14/А. Наконец, группу 0.56–0.45 млн. лет составляют относимые к IV этапу активности андезибазальты из боковых излияний на южных склонах Арагаца (образцы 12/А, 9/А, 4/А). В этот же временной отрезок попадает датировка гиалодацита

Таблица 1. Результаты К–Аг-датирования вулканитов

№ лаб.	№ авт.	Предполаг. этап вулкана- низма [5]	Порода, место отбора	Анализи- руемая проба	Калий, % ± σ	⁴⁰ Аг _р , нг/г ± σ	⁴⁰ Аг _в , обр., %	Возраст, млн. лет ± 1.6σ	Этап вулкана- низма
Платобазальты фундамента Арагацкой области									
12902	1/А		Оливиновый базальт, каньон р. Ахурян	Основная масса	1.45 ± 0.02	0.254 ± 0.012	77.1	2.5 ± 0.2	
Вулканический центр Артени									
10515	2а/81*		Обсидиан, вулк. Покр Артени	Обсидиан	3.73 ± 0.04	0.38 ± 0.03	70.0	1.45 ± 0.15	
10517	2б/81*		Микрозернистый риолит, вулк. Покр Артени	Валовая проба	3.53 ± 0.04	0.39 ± 0.03	66.1	1.60 ± 0.15	
Арагацкий вулканический центр									
12903	2/А	I	Андезибазальт, каньон р. Амберт	Основная масса	2.39 ± 0.03	0.152 ± 0.012	55.5	0.92 ± 0.08	
12912	8/А	II	Андезибазальт, Шамирамское плато	То же	2.13 ± 0.03	0.135 ± 0.012	91.2	0.91 ± 0.10	
12905	3/А	II	Андезибазальт, каньон р. Амберт	»	1.89 ± 0.02	0.117 ± 0.007	67.8	0.89 ± 0.08	I–II (Q _{ЕП})
12910	6/А	II	Андезидацит, южный склон горы Арагац	»	3.10 ± 0.04	0.209 ± 0.013	47.3	0.97 ± 0.09	
12908	10/А	II	Андезибазальт, юго-зап. склон горы Арагац	»	2.41 ± 0.03	0.092 ± 0.006	89.0	0.92 ± 0.10	
12909	5/А	III	Базальт, вулк. Парос	»	1.74 ± 0.02	0.108 ± 0.010	80.8	0.90 ± 0.09	
13067	14/А	III	Базальт, северный склон г. Арагац	»	1.63 ± 0.02	0.084 ± 0.005	87.8	0.74 ± 0.08	
12911	7/А	III	Дацит, вершина горы Арагац	»	3.47 ± 0.04	0.164 ± 0.012	71.5	0.68 ± 0.07	III (Q _I ¹)
13063	11/А	III	Дацит, вершина г. Арагац	»	2.64 ± 0.03	0.131 ± 0.011	50.4	0.72 ± 0.07	
13066	13/А	III	Дацит, зап. вершина г. Арагац	Основная масса (стекло)	4.58 ± 0.03	0.172 ± 0.012	79.5	0.54 ± 0.06	
13064	12/А	IV	Андезибазальт, южное предгорье г. Арагац	Основная масса	1.24 ± 0.02	0.048 ± 0.003	91.2	0.56 ± 0.07	IV (Q _I ²)
12907	9/А	IV	Андезибазальт, вулк. Аштарак	То же	1.76 ± 0.02	0.064 ± 0.005	85.5	0.53 ± 0.07	
12906	4/А	IV	Андезибазальт, вулк. Тирин-Катар	»	2.65 ± 0.03	0.084 ± 0.005	90.8	0.45 ± 0.07	

* Образцы из коллекции В.Н. Волкова [10].

13/А, слагающего западную вершину Арагаца и представляющего, согласно стратиграфической схеме, более ранний III этап извержений.

Таким образом, изотопные датировки вулканитов хорошо коррелируются с положением пород в стратиграфической схеме (рис. 2). Наблюдаемые исключения касаются только трех образцов из 13 изученных и не носят характер противоречия, поскольку, как видно из табл. 1, они выражаются в расширении возрастных интервалов (первого и третьего) за счет попадания в них стратиграфически более молодых или более древних пород. Подобное распределение изотопных датировок вполне объяснимо как относительным характером стратиграфической шкалы вулканических событий, так и в ряде случаев условностью геологических критериев, лежащих в основе возрастного расчленения вулканических толщ.

Основываясь на полученных изотопных датировках, которые, как уже было отмечено, образуют узкие и контрастно отличающиеся интервалы значений, можно выделить три этапа развития четвертичного вулканизма Арагацкого центра. На наиболее продуктивном этапе, обозначенном как этап I–II, около 900 тыс. лет назад началось образование вулканической постройки Арагаца, сопровождавшееся извержениями из главного кратера и ряда периферических вулканических центров. Менее масштабно проявились III (около 700 тыс. лет назад) и IV (около 500 тыс. лет назад) этапы, которые связаны с деятельностью главного вулканического аппарата и ряда боковых центров излияний на склонах массива. Согласно изотопным данным, важной особенностью Арагаца является кратковременность проявления вулканизма в рамках отдельных этапов (десятки тысяч лет) с двумя практически одинаковыми периодами “затишья” (около 200 тыс. лет), разделяющими эти этапы.

Породы выделяемого в стратиграфической схеме I этапа активности Арагацкого центра представлены единичным образцом, и хотя последний показал К–Аг-возраст, не отличающийся от такового для пород II этапа (табл. 1), вопрос о существовании и времени проявления I этапа вулканической активности следует считать пока открытым. В свете обсуждаемых К–Аг-данных другой неясный вопрос в истории развития Арагацкого центра состоит в том, что во временные диапазоны I–II и IV этапов согласно полученным датировкам попадают базальты вулкана Парос (обр. 5/А) и гиалодациты западной вершины Арагаца (обр. 13/А), которые по стратиграфической схеме [5] относятся к III этапу активности. В связи с этим один из авторов (Ю.Г. Гукасян) считает возможной другую интерпретацию изотопных данных, состоящую в том, что временные рамки

III этапа активности охватывали диапазон от 900 до 540 тыс. лет. Согласно такой интерпретации, Арагацкий вулканический центр проявлял непрерывную активность в течение 400 тыс. лет в период от 900 до 500 тыс. лет назад, а этапы не разделялись периодами “затишья”.

Установленный на основе изотопных данных временной диапазон активности Арагацкого центра составляет около 400 тыс. лет. Интересно, что близкие значения продолжительности вулканической активности ранее были получены нами для Казбекского и Эльбрусского центров Большого Кавказа – 450 и 250 тыс. лет соответственно [12, 13]. С учетом того, что обычный период жизни даже очень крупных многоактивных вулканов в подавляющем большинстве случаев не превышает первые сотни тысяч лет [14, 15] и что последние излияния в пределах Арагацкого центра зафиксированы около 0.5 млн. лет назад, вулкан Арагац, возможно, следует отнести к категории потухших. Отсутствие в пределах Арагацкого центра (и одноименной области в целом) других, более молодых вулканов, возникновение которых согласно выявленной периодичности вулканизма в этом регионе могло бы произойти около 0.3 млн. лет назад, позволяет рассматривать Арагацкую область как потенциально менее опасную на возобновление вулканической активности, по сравнению с Казбекской и Эльбрусско-Минераловодской областями Большого Кавказа.

Работа выполнена при поддержке Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации в рамках ФЦНТП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения” (проект 1.2.5 программы “Глобальные изменения природной среды и климата”), РФФИ (грант 01–05–64082), Фонда содействия отечественной науке и темы 2000–460, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ширинян К.Г.* // Изв. АН Арм. ССР. Сер. наук о Земле. 1975. № 1. С. 3–15.
2. *Джрбашиян Р.Т., Казарян Г.А., Мнацаканян А.Х. и др.* // Изв. НАН РА. Сер. наук о Земле. 1996. Т. 49. № 1/3. С. 19–30.
3. *Паффенгольц К.Н., Тер-Месропян Г.Т.* Арагац. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1964. 80 с.
4. *Джрбашиян Р.Т.* // Изв. НАН РА. Сер. наук о Земле. 1994. № 3. С. 13–19.
5. *Гукасян Ю.Г.* Петрография, минералого-геохимические особенности и история формирования Арагацкого вулканического комплекса. Автореф. дис. ... канд. геол.-минералог. наук. Тбилиси, 1985. 25 с.

6. *Гукасян Ю.Г., Ширинян К.Г.* // Зап. Арм. отд. ВМО. 1978. В. 9. С. 44–55.
7. *Le Bas M.J., Le Maitre R.W., Streckeisen A. et al.* // J. Petrol. 1986. V. 27. P. 745–750.
8. *Джрбашян Р.Т., Гукасян Ю.Г., Ширинян К.Г. и др.* Специальные вулканологические исследования в районе Армянской АЭС. Ереван: Фонды ИГН НАН РА, 1995. 83 с.
9. *Майсурадзе Г.М., Кулошвили С.И.* В сб.: Проблемы геологии и петрологии. Тбилиси: ГИН АН РГ, 1999. С. 220–228.
10. *Волков В.Н., Аракелянц М.М., Пупырев Ю.Г.* // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1985. № 6. С. 3–14.
11. *Steiger R.H., Jager E.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 1977. № 36. P. 359–362.
12. *Чернышев И.В., Аракелянц М.М., Лебедев В.А. и др.* // ДАН. 1999. Т. 367. № 6. С. 810–814.
13. *Чернышев И.В., Лебедев В.А., Бубнов С.Н. и др.* // ДАН. 2001. Т. 380. № 3. С. 384–389.
14. Действующие вулканы Камчатки. М.: Наука, 1991. Т. 1. 302 с.
15. *Мелекесцев И.В.* Вулканизм и рельефообразование. М.: Наука, 1980. 211 с.