

АКТИВНЫЕ ВУЛКАНЫ И ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ

© 2004 г. А. Караханян*, Р. Джрбашян**, В. Трифонов***, Э. Филип****, С. Аракелян*, А. Авагян*, А. Багдасарян*, В. Давтян*

* Научно-исследовательская компания "Геориск", 375019, Ереван, Республика Армения, пр. Баграмяна, 24а
georisk@sci.am

** Институт Геологических наук Национальной Академии Наук Республики Армения
375019, Ереван, пр. Баграмяна, 24а, Республика Армения.
hrshah@sci.am

*** Геологический институт Российской Академии Наук, Ж-17, 109017, Москва, Пыжевский пер. 7, Российская Федерация
trifonov@geo.tv-sign.ru

**** Laboratoire GTS-Université Montpellier II, Place E. Bataillon, 34095, Montpellier cedex 05, Монпелье, Франция
Herve.Philip@dstu.univ-montp2.fr
Поступила в редакцию 10.12.2003 г.

В статье обобщаются структурно-геологические, вулканологические, палеосейсмические, исторические и археологические работы, проведенные авторами за последние годы, а также полученные новые данные и уточненные исторические и археологические сведения по извержениям вулканов на территории Армянского нагорья. Методика обсуждаемых исследований включала детальные полевые работы, а также анализ материалов дистанционного зондирования, использование данных мониторинга с помощью GPS, определение возраста проб радиоуглеродным и археологическими методами. Приводятся примеры активности вулканов на территории Гегамского и Варденисского хребтов в голоцен-историческое время. На основе представленной информации авторы отмечают, что активность вулканов Центрального и Восточного кластеров Гегамского хребта, а также вулкана Порак может иметь верхнеголоценовый и даже исторический возраст.

Часть I

Введение

Территории Армянского нагорья и сопредельных областей Анатолии, Ирана, Кавказа и Леванта являются областями обширного четвертичного, в том числе голоценового вулканизма.

Во второй половине XX века наличие голоценового вулканизма на территории Армении отмечалось во многих работах (Паффенгольц, 1948; Милановский, 1953, 1968; Бальян, 1969; Карапетян, 1960, 1962, 1965, 1973, 1985; Азизбемян, 1993). Однако, изучению голоценового вулканизма уделялось очень мало внимания, а специальные исследования активных вулканов и оценка вулканической опасности в то время в Армении не проводились.

Важнейшим элементом оценки вулканической опасности является выделение, или отрицание наличия на исследуемой территории следов наиболее молодых, голоцен-исторических проявлений активности вулканов. Профессиональной и психологической проблемой, сдерживающей проведение подобных исследований в Армении, являлась уверенность многих геологов, инженеров и руководителей в том, что в исторический и археологический периоды в Армении и сопредельных странах никогда не было, да и не могло быть извержений вулканов.

Традиционно считалось, что историческая вулканическая активность на Армянском нагорье сводилась лишь к единственному случаю извержения Немрута в 1441 году (Abich, 1882; Oswalt, 1912; Унташбашян, 1964; Tchalenko, 1977; Innocenti et al, 1980; Yilmaz et al, 1998, Adiyaman et al, 1998).

Важным обстоятельством для изменения взгляда на реальность вулканической опасности в регионе стали данные по голоцен-историческим извержениям, полученные в последние годы.

В. Трифонов и Ю. Эль-Хаир (1988) привели данные по историческим катастрофическим извержениям вулканов Друзского плато в Сирии. Меллаарт (1967, 1989, 1993) убедительно показал многократные исторические извержения вулканов Хасан-Даг и Эрджиас в центральной Турции, сопровождаемые многочисленными человеческими жертвами. J. Feggaud (1994) провел исследования активных вулканов Турции. М. Verbejian (1994) опубликовал данные по историческим извержениям вулканов Демавенд и Арарат, а также о современной активности вулкана Тафтан (Иран).

И. Чернышев и др. (1999, 2000) и С. Бубнов и др. (2000) провели исследования исторической активности вулканических центров Казбек, Эльбрус, Кель и Джава на Большом Кавказе и Диди Абдули на Джавахетском нагорье. На основе полученных данных по радиологической датировке возраста лав все перечисленные вулканические центры Большого Кавказа и Джавахетского нагорья считаются потенциально опасными с точки зрения возобновления в их пределах вулканической деятельности.

Р. Арутюнян (1999, 2001) привел и проанализировал многие исторические данные по извержениям вулканов на Армянском нагорье.

В течение последних лет мы представляли новые данные по активным вулканам, структурному контролю центров голоцен-исторических извержений и по оценкам вулканической и сейсмической опасности для территорий Армянского нагорья, Анатолии и Леванта (Karakhanian

et al, 1997a, 1997b; Караханян и др., 1999, Karakhanian et al, 2002, 2003, 2004; Philip, Karakhanian, 1999; Philip et al, 2001; Трифонов, Караханян, 2004; Karakhanian, Abgaryan, 2004).

В данной статье мы стремились обобщить вышеприведенные англоязычные публикации, сделанные нами в период 1997-2003 годов, и, пополнив их новыми данными, опубликовать их и в Армении.

Другой причиной для подготовки статьи была критика одной нашей англоязычной публикации (Karakhanian et al, 2002). Не желая вдаваться в полемику, мы в то же время хотим дать возможность читателям, познакомясь с нашими исследованиями, самим сделать выводы об обоснованности критики.

Таким образом, настоящая статья обобщает исследования, проведенные авторами в период с 1994 по 2003 год.

Основными задачами этих исследований были:

- Детальные полевые структурно-геологические, палеосеймо-геологические, исторические и археологические работы, включающие картирование активных вулканов и определение возраста голоцен-исторических извержений.

- Получение новых и уточнение известных исторических, археологических и доисторических данных по извержениям вулканов.

- Анализ структурных и геодинамических закономерностей локализации активных вулканов и центров проявлений голоцен-исторического вулканизма.

- Анализ вероятности возобновления вулканической деятельности и оценка вулканической опасности и риска на территории Армянского нагорья и сопредельных областей.

- Анализ и оценка сочетаний вулканической опасности с другими природными катастрофами (сильные землетрясения, оползни, наводнения и др.) как фактора, значительно повышающего природный риск в областях континентальной коллизии.

- Создание баз данных в формате GIS по активным вулканам и вулканической опасности на территории Республики Армения, Армянского нагорья, Анатолии, Леванта и Ирана.

Основной территорией, где проводились исследования, явилось Армянское нагорье. Полевые работы проводились как на территории Республики Армения (1994-2003 гг), так и в Турции (1991-1992 гг) и Иране (1995-1996 гг), были также использованы данные, полученные В.Трифоновым во время полевых работ в Сирии (1986-1988 и 2003 гг).

Исторические памятники Армении, армянские народные эпосы и легенды, античные и средневековые хроники содержат огромное количество информации по сильным землетрясениям и вулканическим явлениям на территориях Армении, Анатолии, Сирии, Леванта, Ирана. В исследованиях В.Степаняна (Մտափառյալ, 1964), А.Зейтуняна (1991), М.Берберяна (Berberian, 1997) и Р.Арутюняна (2001, 1999, 2001) приведены сведения из исторических и фольклорных источников, касающиеся проявлений активного вулканизма. Од-

нако, исследования большинства этих авторов носят чисто гуманитарный характер, в них не использовались геологические методы анализа и не проводились полевые работы на изучаемых вулканах.

В наших исследованиях мы старались использовать комплексный подход – сочетая все доступные методы, как геологические, так и исторические и археологические, особое внимание уделяли детальным полевым работам. Наша методика включала: анализ материалов дистанционного зондирования (SPOT, российские системы, Corona, Landsat-TM, Landsat-7ET+, Aster, ERS, аэрофотосъемки различных масштабов), использование данных GPS наблюдений и детального полевого картирования с датировкой возраста проб методами C^{14} и археологии.

Датировки методом C^{14} проводились в Геологическом институте Российской Академии наук (ГИН), в Университетах Лиона и Париж-Юг (UPS), палеонтологические определения сделаны в Университете Монпелье II, а археологические датировки проведены в Институте археологии и этнографии Академии Наук Армении. Данные GPS наблюдений были получены при совместных исследованиях, проведенных в 1997-2003 годах Университетом Монпелье II (Франция), Компанией «Геориск» и Институтом геологических наук НАН Армении. Использовались новые данные, извлеченные из армянских летописей, исторических и археологических источников. Историческая летопись в Армении насчитывает не менее 3000 лет, а археологическая достигает возраста много большего – 10 000-12 000 лет (Агтепие, 1996), что позволяет иметь данные, охватывающие весь период голоцена. Были составлены цифровые модели рельефа (DEM) и базы данных в формате GIS.

В части I подготовленной статьи, представленной ниже, мы приведем несколько примеров активных вулканов с голоцен-историческими извержениями, расположенными на территории Гегамского и Варденисского хребтов.

В последующих частях статьи будут опубликованы данные по активным вулканам, расположенным в других частях территорий Республики Армения и Армянского нагорья, будут представлены результаты анализа структурного контроля и геодинамических условий локализации активных вулканов, результаты исследований по взаимосвязи сильных землетрясений с вулканической активностью, а также пример оценки вулканической опасности на территории Республики Армения.

1. Вулканы Гегамского хребта

Гегамский вулканический хребет с максимальной высотой 3597 м представляет собой овальную зону ареального вулканизма длиной 65 км, шириной 35 км, вытянутую в ССЗ направлении в центральной части Республики Армения. Более 105 крупных и средних четвертичных вулканов вытянуты вдоль длинной оси Гегамского хребта (К.Карапетян, 1965, 1973, 1985 и С.Карапетян, 1972).

Анализ материалов дистанционного зондирования и полевые исследования позволили нам выделить 3 хорошо выраженных пространственных кластера линейного расположения вулканов. Эти кластеры и соответствующие им линейные зоны растяжения контролируются сбросовыми разломами с небольшой правосдвиговой компонентой (рис.1).

Западный (Разданский) кластер длиной 25 км представлен 14 вулканами, из коих самые крупные – Гутансар, Атис, Фонтан, Алапарс, Авазан и Гюмуш. *Это экстравулканические купола*

Наиболее протяженный Центральный (Осевой) кластер длиной более 67 км составляют более 54 крупных вулканов. Наиболее крупные вулканы с СЗ на ЮВ это – Богусар, Мец Цлуглук, Севкар, Аждаак, Армаган, Спитаксар. Вулканы Центрального кластера расположены вдоль водораздельной осевой части Гегамского хребта на высоте от 3200 до 3500 м (рис.1).

Восточный (Ератумб – Ваграмасарский) кластер также имеет значительную длину в 55 км, но состоит из меньшего количества вулканов – 30. С запада на восток наиболее крупные вулканы – это Карапетяна, Джрбашяна, Гамбаряна и Ваграмасар. К югу от вулкана Ташацар линия Восточного кластера разветвляется на западный и восточный сегменты, которые снова соединяются на юге в районе вулкана Мец Джартар (рис.1).

Сбросовые разломы, контролирующие вулканы Западного, Центрального и Восточного кластеров, сочленяются в единую зону на юге Гегамского хребта, возле крупного вулкана Армаган и таким образом формируют крупную структуру типа «конский хвост» (рис.1).

Для Гегамского хребта установлена следующая временная (от древней к молодой) последовательность формирования: 1 – эксплозивно-пирокластические образования; 2 – риолит-обси-

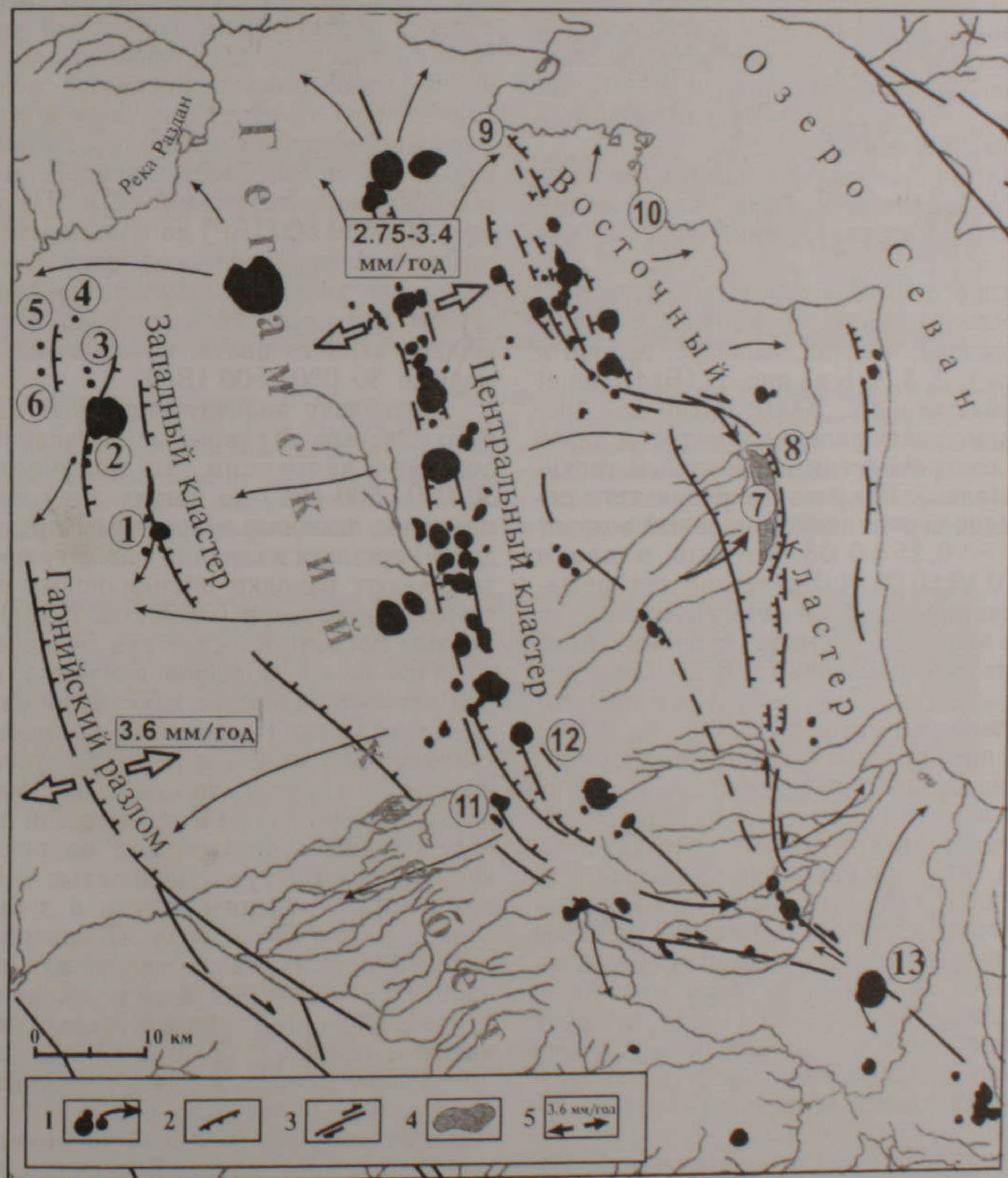


Рис.1 Гегамский вулканический хребет. 1 - Голоцен-четвертичные вулканы; 2 - Активные разломы с сбросовой кинематикой; 3 - Активные разломы с сдвиговой кинематикой; 4 - Молодая приразломная депрессия у города Гавар; 5 - Оценка скорости растяжения по данным GPS наблюдений (Дорфлингер и др., 2003).

диановые лавовые потоки; 3 – риолит-обсидиановые купола и экструзии; 4 – некки и потоки риолитов и риодацитов и последний, завершающий 5 этап – лавовые потоки андезитов и андезито-базальтов (Джрбашян и др., 2000).

Лавы 5 этапа, в южной и центральной частях Гегамского нагорья, датируются, в основном, средне-позднеплейстоценовым возрастом (Карапетян, 1965, 1973, 1985). Вместе с тем, К. Паффенгольц (1948, 1952), Е. Милановский (1953, 1968) и К. Карапетян (1965, 1973, 1985) указывали на голоценовый возраст извержений андезито-базальтовых лав в северной части водораздела Гегамского хребта (Центральный кластер), Ератумбской группе вулканов, Норадузском вулкане (Восточный кластер) и вулкане Армаган (сочленение трех кластеров). Однако, доказательства голоценового и тем более исторического возраста извержений не были приведены данными авторами. Определения голоценового возраста извержений основывались лишь на внешнем облике лавовых потоков, общих соображениях о временной последовательности вулканической активности и неоднозначных определениях возраста по стратиграфической последовательности залегания слоев озерных и вулканических отложений в Сарыкаинском обнажении.

Новые данные, полученные нами, позволяют обосновать голоценовый и даже исторический возраст вулканических извержений на Гегамском нагорье.

Для Западного (Разданского) кластера проведена датировка возраста обсидианов с вулканов Атис, Гутансар, Фонтан, Алапарс, Авазан и Гюмуш (точки 1, 2, 3, 4, 5 на рис. 1) (Badalyan et al, 2000; Джрбашян и др., 2000). Датировки проведены методом треков деления и методом плато в Институте геохронологии и изотопной геохимии Пизы (Италия). Полученные результаты показывают средне-верхнеплейстоценовый возраст ($0.40 \pm 0.03 - 0.25 \pm 0.03$ Ma) по плато и ($0.30 \pm 0.03 - 0.19 \pm 0.05$ Ma) по трекам для третьего этапа вулканической активности (риолит – обсидиановые купола). Учитывая эти данные, можно утверждать, что последний (пятый) андезит-базальтовый этап для Западного (Разданского) кластера должен быть моложе $0.25 - 0.19$ Ma.

Лавовые потоки андезито-базальтов из вулканов Западного кластера вливаются в долину реки Раздан и протягиваются к ЮЗ до города Еревана. Возраст этих долинных потоков определяется тем, что они покрывают риолит-обсидиановые вулканы Западного кластера, а в речной террасе, которую покрывают потоки, найдены гальки обсидианов из этих вулканов. Следовательно, возраст долинных потоков моложе – $0.25 - 0.19$ Ma. Паффенгольц (1952) датирует эти потоки поствюрмским временем, а Харазян (2004) относит их к верхней части верхнечетвертичного периода. К. Карапетян (1983) по археологической датировке относит часть этих потоков к довершнеашельскому времени ($0.09 - 0.07$ Ma). Один из долинных лавовых потоков – Аргавандский, протягивается на запад от Еревана в Араратскую депрессию. В подошве лавового потока находятся пещерные мустьерские

стоянки Ереван I, II, возраст которых, по датировке методом C^{14} , составляет 47 000 лет до наших дней (GrN 7665) (Карапетян, 1983). По К. Карапетяну (1983), возраст Аргавандского потока, по археологическим данным, определяется как посташель-довершнеашельский ($0.07 - 0.047$ Ma). Однако, дата в 47 000 лет, взятая как верхний возрастной уровень для Аргавандского потока, находится на пределе, а скорее даже вне предела возможностей метода радиоуглеродного анализа, и поэтому вызывает сомнение.

Таким образом, возраст последней вулканической активности для Западного кластера Гегамского хребта, по данным изотопной датировки, значительно моложе $0.25 - 0.19$ Ma, а по археологическим данным – моложе пост-ашельского времени (0.07 Ma).

Южнее города Гавар, между западным и восточным сегментами Восточного кластера, образована депрессия, заполненная вулканоозерными отложениями. Депрессия образовалась вследствие вертикальных смещений по Гаварагетскому сбросу, образующему восточный сегмент Восточного кластера. Для образца древесного угля из вулканоозерных отложений в центре депрессии (точка 7 на рис. 1), извлеченного с глубины 2 м от поверхности, мы получили радиоуглеродную датировку возраста. Определение, проведенное в Университете Париж-Юг (UPS), дало возраст $30\,080 \pm 500$ (BP) до наших дней. В разрезе отложений над слоем, содержащим древесный уголь, для которого получена датировка C^{14} , залегают два слоя, состоящие из вулканических шлаков черного цвета, которые, следовательно, моложе $30\,080 \pm 500$ (BP).

Поскольку андезит-дацитовые лавы Восточного кластера перекрывают вулканоозерные отложения депрессии, то полученная дата в $30\,080 \pm 500$ (BP) до наших дней является, как минимум, нижним возрастным пределом (преддатой) времени излияний лав. Эту пред-дату подтверждают находки обсидиановых орудий мустьерского возраста ($0.07 - 0.032$ Ma) под вулканиками Восточного кластера (Карапетян, 1983).

Еще более молодую пред-дату извержений на Восточном кластере дают наши находки к югу от города Гавар. На восточной окраине села Кармиргюх одна из ветвей Гаварагетского грабена смещает по вертикали слой светло-коричневого вулканического туфа и залегающий на нем поток андезит-базальтов (точка 8 на рис. 1). В слое вулканического туфа мощностью 3-4 м обнаружены многочисленные кости и зубы лошади и несколько зубов медведя. Предварительное определение возраста зубов лошади проведено в лаборатории палеонтологии университета Монпелье-2 (Франция) Ивом Кроше и определяется как поздний вюрм ($24\,000 - 12\,000$ лет до наших дней). Следовательно, возраст залегающего на туфах андезит-базальтового потока мощностью 7-8 м может оказаться и голоценовым.

На северном фланге Восточного кластера, на потоках андезито-дацитовых лав из вулканов Ератумб (Карапетяна, 1983), Тумб и Богусар имеются многочисленные древние сооружения, сделанные из глыб андезит-базальтовых потоков

(точка 9 на рис. 1). Археологические и радиоуглеродные датировки последних дают возраст в 3 500–2 300 до наших дней (Саядян и др., 1977), который таким образом становится верхним возрастным пределом (пост-датой) излияний андезит-базальтов Восточного кластера.

Таким образом, возрастной диапазон последней активности вулканов Восточного кластера находится в пределах между вюрмом (24 000–12 000 лет до наших дней) и 3 500 – 2 300 лет до наших дней.

Однако, наши находки, сделанные на СЗ побережье озера Севан, не только сокращают этот диапазон, но и позволяют установить факт исторического извержения в пределах Восточного кластера.

На СЗ побережье озера Севан у села Норашен (точка 10 на рис. 1) в обнажении на северном откосе автомобильной дороги Ереван – Гавар озерные отложения (точки 1,3 на рис. 2а) чередуются с андезит-базальтовыми лавами (точки 2, 4 на рис. 2а) из вулканов Ератумбской группы



Рис. 2а. Обнажение на СЗ побережье оз. Севан у села Норашен (точка 10 на рис. 1). Северный откос автомобильной дороги Ереван – Гавар. Цифрами на рисунке обозначена стратиграфическая последовательность: 1 – озерные отложения Севана, на которых имеются остатки древних сооружений, относящихся к I – II тысячелетию до Р. Х.; 2 – андезит-базальтовые лавы из вулканов Ератумбской группы Восточного кластера; 3 – лавокласты андезит-базальтов, в которые впаяны озерные отложения Севана, а также обломки керамики, обработанного обсидиана и костей лошади; 4 – подошва лавового потока андезит-базальтов, образовавшего лавокласты; 5 – суглинки.



Рис. 2б. Крупный план участка, отмеченного на рис. 2а цифрой 2б. В пределах данного участка лавокластов были обнаружены обломки керамики (цифра 1) и кости лошади (цифра 2).

Восточного кластера. Находящееся напротив обнажение южного борта автодороги было неоднократно описано в литературе (Саядян и др., 1977), поскольку озерные отложения подстилают и перекрывают памятник эпохи ранней бронзы, относящийся к Куро-Араксинской культуре (4500-4400 гг до Р.Х.). При описании геологического контекста археологического памятника делался вывод, что озерные отложения, содержащие артефакты эпохи ранней бронзы, много моложе потоков андезит-базальтов и лишь прислонены к последним (Саядян и др., 1977).

Проведенные нами обследования обнажения на северном борту автодороги показали, что в озерных отложениях в большом количестве присутствуют хаотично расположенные угловатые обломки андезито-базальтов, размерами от 2-3 до 50-60 см, сцементированные карбонатным цементом донных осадков озера (рис.2б, 3). Причем эти обломки присутствуют не только в озерных отложениях данного обнажения, но и протягиваются на расстояние более 2.5 км вдоль фронта молодого лавового потока, излившегося из трещины на Восточном кластере Гегамского хребта. Характерная угловатая форма обломков андезит-базальтов и их цементация озерными отложениями (рис.2б, 3) не оставляют сомнения в том, что это типичные лавокласты, т.е. продукты быстрого остывания раскаленной лавы, попавшей в озеро.

В момент извержения андезит-базальтовый поток из трещинного излияния с Восточного кластера широким фронтом вошел в воды озера. Фронт лавового потока был сильно дезинтегрирован и превращен в лавокласты. В цементе лавокластов содержится большое количество остатков раковин гастропод и остракод. Возраст остракод из озерных отложений, залегающих на южном борту шоссе и также содержащих отдельные обломки лавокластов, датируется Саядяном и др. (1977) по радиоуглеродному методу в 6270 ± 110 (BP) до наших дней МГУ-215 (наша калибровка по σ_1 дает 5358-5063 до Р.Х.). На этих озерных отложениях залегают культурный слой, содержащий артефакты, археологически датируемые периодом ранней бронзы (Куро-Араксинская культура 4500-4400 года до Р.Х.) (Саядян и др., 1977).

Наиболее важная находка сделана нами в обнажении на северном борту шоссе (рис.2а,б). Непосредственно в цементе лавокластов обнаружено большое количество костей (рис.2б), осколки обсидиана со следами искусственной обработки и одиночные обломки керамики (точка 1 на рис.2б). Возраст керамики определить не удалось. Наша радиоуглеродная датировка костей лошади, извлеченных из цемента лавокластов, определила возраст 7860 ± 100 (BP) до наших дней (GIN 11665), что после калибровки дало по σ_1 возраст в 6913-6591 до Р.Х.. Остатки костей, обработанного обсидиана и керамики в лавокластах обнаружены также к западу и востоку в других обнажениях на протяжении 2.5-километрового фронта лавового потока.

Лавовый поток перекрыт более поздними отложениями озера Севан, на которых имеются остатки древних сооружений, относящихся к I – II

тысячелетию до Р.Х. Возраст остракод из озерных отложений, перекрывающих лавы, датируется Саядяном и др. (1977) в 2090 ± 70 до наших дней МГУ-244 (наша калибровка по σ_1 дает возраст 1991 до Р.Х.).



Рис.3. Лавокласты в 1.5 км к СВ от Норашенского обнажения.

Следовательно, возраст костей лошади из цемента лавокластов, соответствующий 6913-6591 до Р.Х., может являться пред-датой или непосредственной датой вулканического извержения, а возраст остракод (1991 до Р.Х.) из перекрывающих лавокласты озерных отложений – пост-датой.

Таким образом, в районе села Норашен для Восточного кластера Гегамского хребта фиксируется историческое извержение, произошедшее между 6913-6591 и 1991 годами до Р.Х. Учитывая впаивность большого количества костей и отдельных обломков керамики в лавокласты и отсутствие следов абразии и озерных отложений на керамике, обсидиане и костях, можно предположить, что извержение произошло очень близко ко времени 6913-6591 до Р.Х..

Учитывая вышеизложенное, возраст последней вулканической активности для Восточного кластера можно определить как 6913-6591 до Р.Х., то есть, как исторический.

Центральный (Осевой) кластер Гегамского хребта является областью максимальной вулканической активности. Южная часть Центрального кластера покрыта ледниковыми отложениями рисса и вюрма и глубокими эрозионными долинами (рис.1). Эрозионные долины Гегамского хребта приурочены только к южной части.

Северная часть Центрального кластера покрыта потоками андезит-базальтовых лав и лишена следов оледенения как рисса, так и вюрмского времени (Карапетян, 1973). Северная часть Центрального кластера не имеет следов эрозионных долин, а поверхность андезит-базальтовых лав лишена почвенного покрова и растительности (рис.1).

Для южной части Центрального кластера были проведены датировки возраста риолит-обсидиановых вулканов Спитаксар и Гехасар (точки 11,12 на рис.1). Датировки проведены в Институте геохронологии и изотопной геохимии Пизы (Италия). Полученные результаты указывают

на верхнеплейстоценовый возраст ($0.12 \pm 0.01 - 0.042 \pm 0.004 Ma$) по методу плато и ($0.094 \pm 0.009 - 0.038 \pm 0.005 Ma$) по методу треков для третьего этапа вулканической активности (риолит – обсидиановые купола) (Badalyan et al, 2000; Джрбашян и др., 2000). Излияния лав пятого этапа, представленные андезит-базальтами южной части кластера, перекрывают и прорывают в виде даек излияния из риолит-обсидиановых куполов Спитаксар и Гехасар, и, следовательно, они моложе возраста $0.042 - 0.038 Ma$.

Андезит-базальтовые лавы пятого этапа северной части Центрального кластера перекрывают лавы такого же состава в южной части кластера, а также все вулканы и лавы Западного кластера и вулканоозерные отложения в депрессии Восточного кластера.

Следовательно, нижний возрастной предел для андезит-базальтовых лав Центрального кластера может быть значительно моложе, чем $0.038 Ma$, в том числе и голоценовый. О вероятности голоценового вулканизма в Центральном кластере Гегамского хребта косвенно говорит то, что в пределах его южной части на поверхности андезито-базальтов широко распространены петроглифы, а в северной части кластера петроглифы, за редким исключением, отсутствуют. По данным К. Карапетяна (1983), лавовые потоки вулкана Севкар, расположенного в средней части Центрального кластера, перекрывают Капутанскую стоянку мустьерского возраста ($0.07 - 0.032 Ma$), а на самих лавах найдены орудия неолитового времени ($0.007 - 0.005 Ma$).

Вулканы Гегамского хребта, и в особенности его Центрального и Восточного кластеров, представляют собой области голоцен-исторических ареальных вулканических извержений. Предварительные данные GPS наблюдений, проведенных в Армении Университетом Монпелье II, компанией «Геориск» и Институтом геологических наук НАН (Doeflinger et al, 2002), указывают на тектоническое растяжение по Центральному кластеру Гегамского хребта со скоростью $2.75 - 3.4 \text{ мм/год}$, а по соседнему с Западным кластером сегменту Гарнийского разлома – со скоростью 3.6 мм/год . Полученные данные в сумме фиксируют, только для Западного и Центрального кластеров Гегамского хребта, самую высокую в пределах Армении скорость смещения по разломам – $6.35 - 7 \text{ мм/год}$ (рис.1). Столь высокая скорость растяжения по линейным кластерам расположения вулканов, контролируемых сбросовыми разломами, вместе с многочисленными проявлениями ареального голоцен-исторического вулканизма на них, свидетельствует о высокой вероятности новых вулканических извержений на Гегамском хребте.

2. Вулкан Армаган

Расположен на стыке Гегамского и Варденисского хребтов (северная широта – $40^{\circ}07'$, восточная долгота – $45^{\circ}22'$) на высоте 2400 м . Диаметр основания вулкана – 2200 м , высота – 450 м , на вершине имеется кратер глубиной 50 м и диаметром 400 м (точка 13 на рис.1).

Многие исследователи – К.Паффенгольц (1948, 1952), Е.Милановский (1953, 1968), А.Асланян (1958), К.Карапетян (1962, 1965, 1973, 1985) – указывали на голоценовый возраст вулкана Армаган, однако никто из них не приводил конкретных доказательств этого.

К.Карапетян (1962) предложил следующую последовательность извержения вулкана Армаган. Возникновение Армагана началось в постсреднечетвертичное время мощными эксплозивными извержениями вулканических песков, лапиллей и пеплов, отложения которых имеются у села Мадина. После эксплозивных извержений произошли излияния “нижних” андезит-базальтов, при которых завершилось формирование вулканической постройки. Далее, на западном склоне вулкана возникла меридиональная трещина, из которой изливались “верхние” лавы, образовавшие лавовые гряды. После закупорки трещины, на ее северном фланге возник побочный кратер, из которого вытек поток глыбовой лавы. К сожалению, Карапетян не отмечает, какой именно этап деятельности Армагана он считает голоценовым и почему.

Мы провели анализ космических и аэрофотоснимков, а также полевые работы на вулкане Армаган. Эти исследования показали:

- В юг-юго-западном секторе конуса вулкана, в нижней, третьей части высоты его конуса, проходит отчетливая полукольцевая трещина (рис.4).

- Северо-западный сектор конуса вулкана пересекает и смещает по вертикали молодой протяженный сбросовый разлом северо-восточного простирания (рис.4).

- Вдоль этого разлома линейно расположены минимум 4 вулканических кратера, из которых и произошли излияния лав, которые Карапетян (1962) называет “верхними” (рис. 4). Карапетян (1962) описывал только один из кратеров, самый северный и маленький. Анализ аэрофото и полевые исследования не оставляют сомнения в том, что часть из описанных Карапетяном “лавовых гряд” является вулканическими кратерами. Один из них (самый южный, N 4 на рис.4) показан на рис.5.

Интересен вопрос возраста последних извержений на Армагане. Как мы отмечали выше, многие указывали на их голоценовый возраст, а Ю.Саядян (1999) опубликовал геологические и археологические данные об извержении Армагана в историческое время. Согласно Саядян (1999), в 100 м к югу от древнего поселения Ал-Берд (ЮЗ села Геховит), в шурфе под двумя слоями вулканических песков и пеплов были найдены фрагменты керамики, датированной античным временем. На этом основании им делается вывод о том, что возраст последних двух извержений вулкана Армаган определяется временем около 2000 лет до наших дней, то есть около I века после Р.Х. По Саядян (1999), из самого северного побочного кратера Армагана произошло два близких во времени эксплозивных извержения пеплов и вулканических песков, которые погубили античное поселение Ал-Берд.

В 2003 году мы провели рекогносцировочный полевой осмотр местности и шурфов у по-

селения Ал-Берд. Осмотр в поле и анализ аэрофото показал наличие неясностей в описании шурфов и в геологической интерпретации ситуации, приводимых в работе Саядяна (1999). Существует большая вероятность переотложенности и вторичного залегания слоев вулканических песков и пеплов в разрезе шурфа 2, под которыми, как указывается им, была найдена керамика.

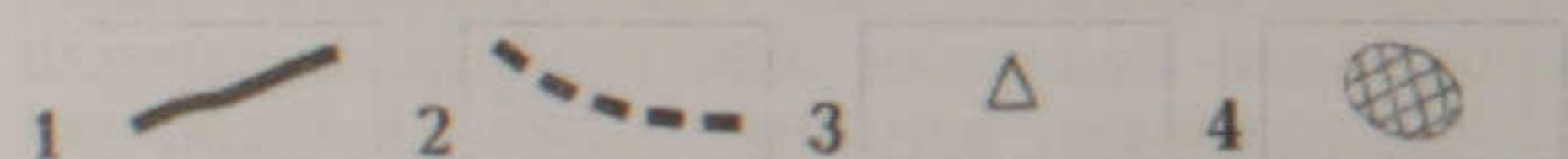


Рис.4. Вулкан Армаган. 1 - Крупный активный разлом СВ простирания; 2 - кольцевая трещина; 3 - археологические объекты (кромлехи, курганы, стены), датированные временем средней бронзы; 4 - побочные вулканические кратеры, вытянутые вдоль разлома. Цифрой 1 отмечен побочный кратер, описанный К. Карапетяном (1962) как центр последнего по времени извержения на Армагане.

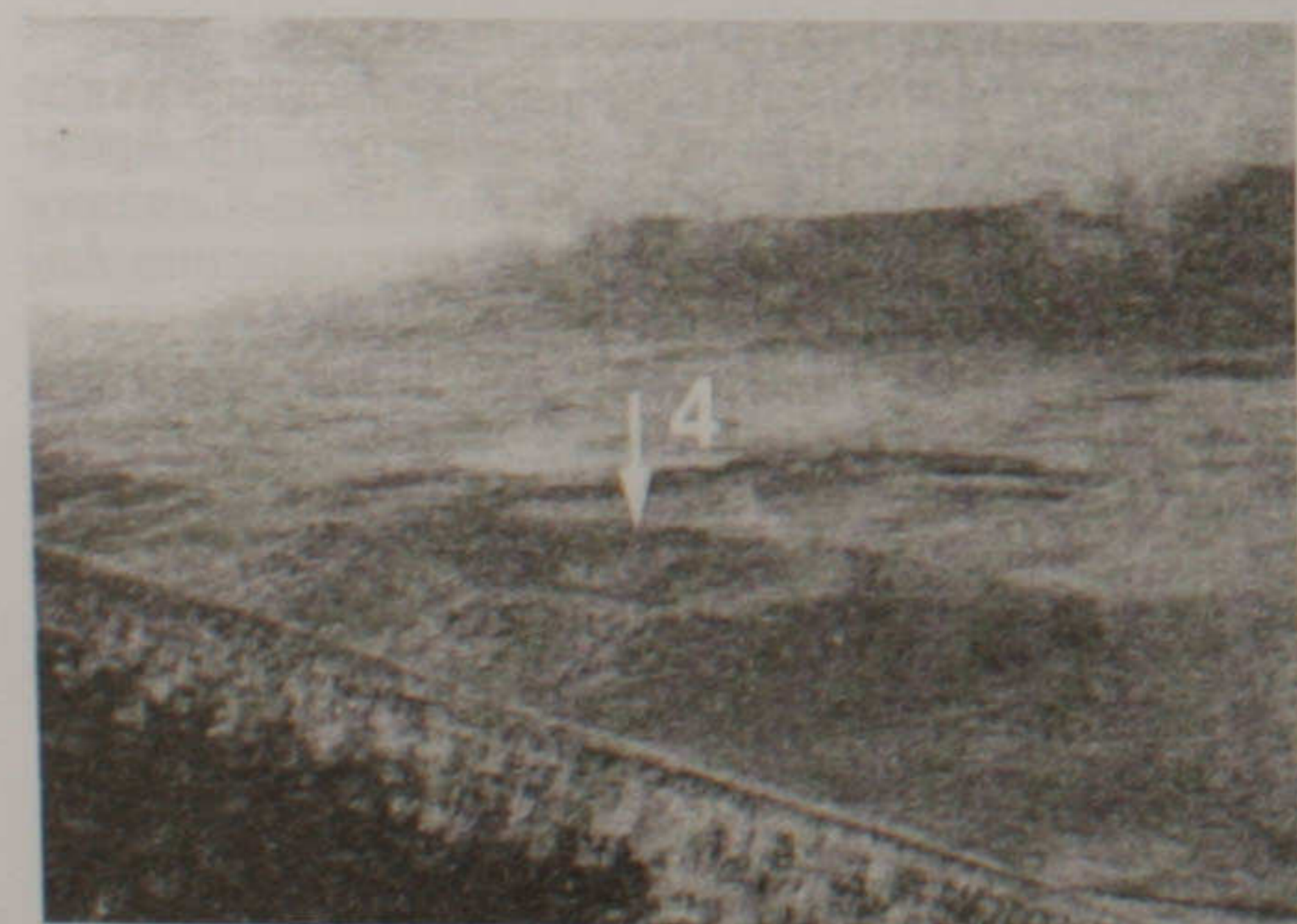


Рис.5. Самый юго-западный из побочных кратеров Армагана, отмеченный на рис.4 цифрой 4.

Наиболее проблематично утверждение Саядяна (1999) о том, что источником вулканических пеплов и песков, обнаруженных в шурфах, является Армаган. По данным К. Карапетяна (1962) и по нашим наблюдениям, вся поверхность "верхних" лав Армагана лишена покрова эксплозивных отложений. Ю.Саядян (1999) в табл.1 приводит сопоставление данных химического состава для доказательства того, что обнаруженные в шурфах пеплы и шлаки выброшены из побочного кратера на Армагане. Данные химических анализов шлаков с северо-восточного склона Армагана, приведенные в табл. 1 у Ю.Саядяна (1999), идентичны результатам химического анализа самых древних шлаков из обнажения у села Мадина, приведенным у К.Карапетяна (1962). Данные химического анализа шлаков из побочного кратера, также приведенные Ю.Саядяном (1999), абсолютно подобны результатам химического анализа лав (!) из побочного кратера, приведенным у К. Карапетяна (1962). Дело, по-видимому, в том, что, по данным самого К. Карапетяна (1962), эксплозивные и эффузивные продукты Армагана петрографически тождественны, а количественный и качественный химический состав "нижних", "верхних" и лав побочного кратера примерно одинаков. Кроме того, данные химического анализа шлаков из шурфа 2 очень близки результатам анализа пироклаستيку вулкана Севкар (Карапетян, 1985; "Каталог...", 1978). Эксплозивный материал вулкана Севкар вполне мог быть размыв, перенесен вниз по склону и переотложен у села Геховит. Все это означает, что использование химического состава для идентификации вулканических шлаков и песков, обнаруженных в шурфах у крепости Ал-Берд, не может дать достоверного результата.

Требуются дополнительные детальные исследования для окончательного уточнения выводов Ю.Саядяна (1999) о двух извержениях вулкана Армаган, произошедших около 2000 лет назад.

Таким образом, вопрос о времени последнего извержения вулкана Армаган продолжает оставаться открытым. Пока нет фактов, позволяющих однозначно подтвердить или опровергнуть голоценовый возраст последней активности Армагана. С другой стороны, мы достаточно уверенно можем определить продолжительность последнего этапа, в течение которого на Армагане не было извержений (верхнюю дату или пост-дату). Основанием для этого является следующее. Во время наших полевых исследований и при анализе крупномасштабных аэрофото на Армагане были обнаружены многочисленные археологические памятники. На южном, западном и северном склонах вулкана, во всех побочных кратерах, а также в основном кратере обнаружены многочисленные кромлехи, курганы и протяженные каменные стены (рис.4). Датировка подъемной керамики и изучение архитектурных особенностей этих сооружений позволяют отнести их возраст к эпохе средней бронзы (наиболее вероятно к Триалети-Ванадзорской культуре), датированной периодом 22-19 веков до Р.Х. Эти сооружения расположены практически по всей поверхности Армагана и не несут на себе никаких следов

воздействия вулканических извержений.

Следовательно, верхний предел или пост-дату последнего извержения вулкана Армаган можно определить как предшествующую 22–19 векам до Р.Х., то есть, последнее извержение произошло ранее, чем 4200–3900 лет назад. Это в свою очередь однозначно свидетельствует о невозможности извержения Арамагана в античное время (2000 лет назад).

3. Варденисский хребет

3.1. Вулканы группы Порак. Расположены на юго-восточном побережье озера Севан, на восточном склоне Варденисского вулканического хребта на высоте 2800 м (северная широта – 40°0', восточная долгота – 45°47'). На расстоянии 15–20 км к ВЮВ от вулкана Порак находятся термальные источники Джермук, Истису с температурой до 54–64°C (Кашкай, 1952; "Assessment of...", 1998).

Группа Порак состоит из шлакового конуса Порак и линейного вулкана Астерон средне-верхнеплейстоценового возраста, как считает К. Карапетян (1985), (точки 1, 2 на рис.6). Вокруг этих вулканов расположены более 10 паразитических конусов и центров трещинных излияний голоценового времени (рис.6). Все голоценовые центры лавовых излияний вытянуты в северо-западном направлении и ограничены по флангам сегментами Памбак-Севан-Сюникского активного разлома (рис.6). Последний образует на этом участке эшелонированное подставление двух своих ветвей, имеющих правый тренд, что обуславливает условия растяжения во внутренней части структуры. Более северо-восточная ветвь разлома на своем северном фланге рассекает вершину среднеплейстоценового вулкана Хонарасар

(точка 3 на рис.6). Конус вулкана Хонарасар смещается по разлому на 800 м вправо (Караханян и др., 1989; Trifonov et al, 1994; Philip et al, 2001).

Северо-восточная и юго-западная ветви разлома отстоят друг от друга на расстояние 2 км, у них взброшены внешние борта и они соединены на южном фланге короткими разломами правого сдвига с компонентой сброса. Таким образом, мы имеем типичную узкую и вытянутую структуру pull-apart с центральным понижением – грабеном, в котором располагаются вулканы Порак, Астерон и многочисленные центры голоценовых лавовых излияний.

Анализ аэроснимков и космофотографий вместе с полевыми исследованиями позволяют выделить не менее четырех генераций голоценовых лавовых потоков, имеющих андезит-базальтовый состав (рис.6). Выделение временных генераций основано на морфоструктурном картировании последовательно перекрывающихся друг друга лавовых потоков и датировке возраста археологических объектов, встречающихся на поверхности лав. Внутри каждой из 4 генераций также имеются последовательно перекрывающиеся лавовые потоки, но, судя по вышеперечисленным признакам, они представлены очень близкими во времени излияниями.

Первая, наиболее ранняя, голоценовая генерация образовала два лавовых потока, протянувшихся на 23 и 21 км в северо-западном и северном направлении в районы сел Карчахпюр и Акунк (рис.6). Источником лав первой генерации были боковые каналы, образовавшиеся у подножия конуса вулкана Порак. Поверхность лав первой генерации имеет фрагментарный почвенный покров, а сами лавы покрывают позднеплейстоценовые отложения озера Севан.

На поверхности лав Карчахпюрского и

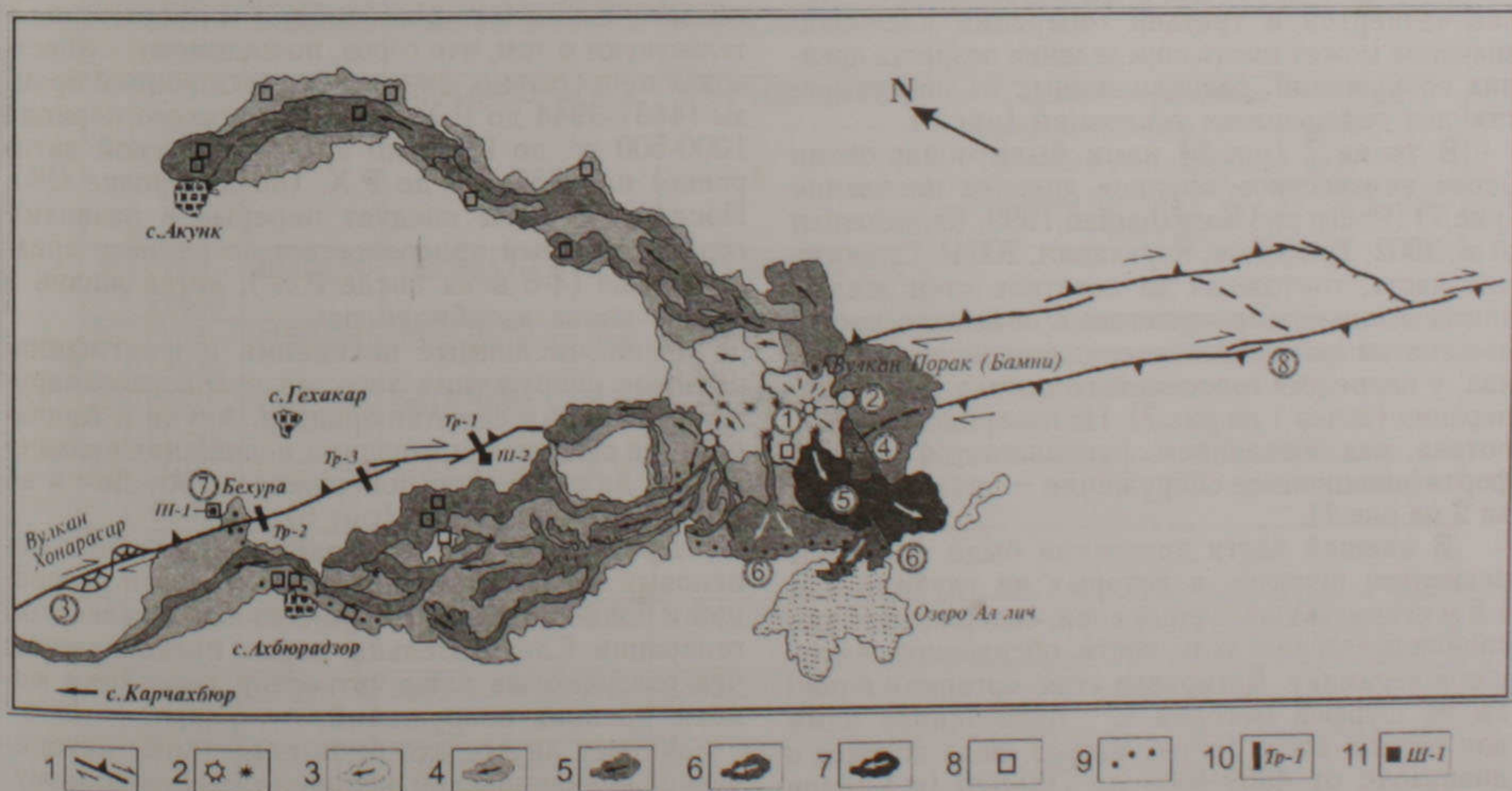


Рис.6. Вулкан Порак. 1 – активные разломы; 2 – центры голоценовых и четвертичных извержений; 3 – лавы средне-верхнеплейстоценового возраста; 4 – первая голоценовая генерация лав; 5 – вторая голоценовая генерация лав; 6 – третья голоценовая генерация лав; 7 – четвертая голоценовая генерация лав; 8 – древние поселения; 9 – древние стены.

Акункского потоков отчетливо выделяются потоки второй голоценовой генерации (рис.6). Лавы второй генерации Карчахпюрского потока берут свое начало из крупного центра, расположенного к западу от Порака, а Акункского потока – из центра к востоку от него (рис.6). Голоценовые лавы второй генерации распространены также у озера Мец Ал-Лич (Большой Алагель). Лавы второй голоценовой генерации Карчахпюрского и Акункского потоков неоднократно перекрывают друг друга, что свидетельствует о многочисленных близких во времени актах извержений.

Лавовый поток третьей голоценовой генерации начинается на юго-восточном подножии конуса Порака и уходит в воды озера Мец Ал-Лич (точка 4 на рис.6). Четвертая, самая молодая голоценовая генерация представлена потоком с привершинной части южного склона Порака (точка 5 на рис.6).

Поверхности лав четвертой и третьей голоценовых генераций полностью лишены почвенного и растительного покрова и имеют совершенно свежий облик. Разделить во времени третью и четвертую генерации позволяет следующее обстоятельство. На поверхности лав первой, второй и третьей генераций имеются многочисленные древние сооружения, а на лавках четвертой генерации они отсутствуют. Более того, на северном побережье озера Мец Ал, на лавках второй и третьей генераций нами обнаружена система протяженных многокилометровых древних каменных стен (точки 6 на рис.6), которая резко обрывается у лавового потока четвертой генерации, или, возможно, перекрывается им. Однозначное подтверждение или отрицание перекрытия лавками четвертой генерации древних стен требует дополнительных исследований. Для определения более точного времени извержений лав четвертой и третьей генераций ключевое значение может иметь определение возраста древних сооружений, расположенных на поверхностях лав голоценовых генераций (рис.6).

В точке 7 (рис.6) нами было обнаружено ранее неизвестное крупное древнее поселение (рис.7) (Philip and Karakhanian, 1999; Karakhanian et al, 2002; Трифонов, Караханян, 2004). Его нижняя часть, состоящая из остатков стен жилых домов и, возможно, культовых объектов, расположена на поверхности среднеплейстоценовых лав, у подножия голоценового потока первой генерации (точка 1 на рис.7). На поверхности этого потока, над поселением, располагается мощное фортификационное сооружение – цитадель (точка 2 на рис.7).

В нижней части поселения были пройдены несколько шурфов, в которых на глубине 0.5-1,5 м вскрыты культурные слои, содержащие прослойки древесного угля, кости, обсидиановые орудия и керамику. Датировка угля, органики и почвы из шурфов методом C^{14} , проведенная нами для разных слоев (снизу вверх), дала возраст в диапазоне от 4359-4003 до 760-520 (σ_1) годов до Р.Х. и 541-643 после Р.Х. (табл.1). Археологические датировки, сделанные по нашей просьбе др. А. Мартиросяном, были основаны на анализе

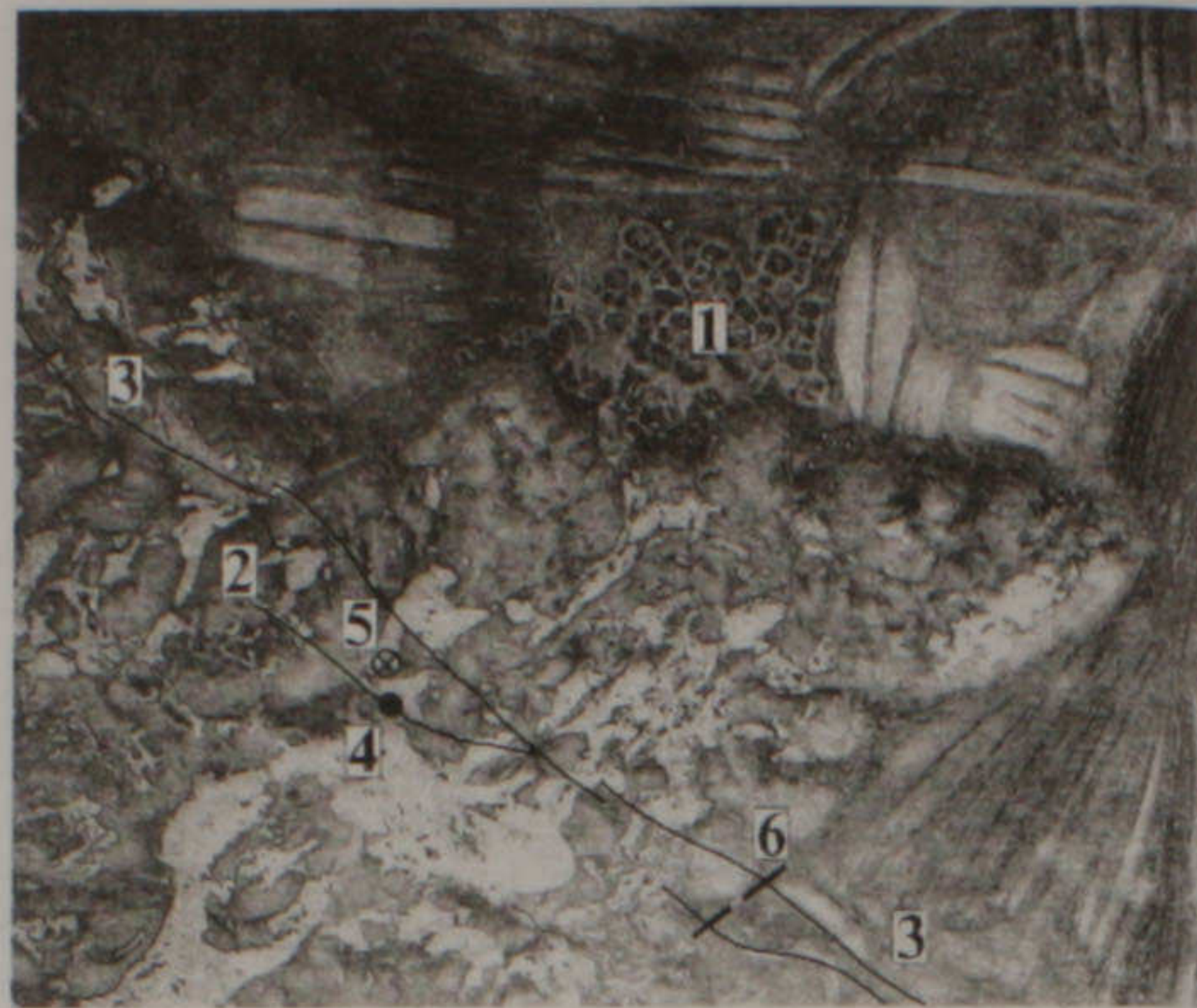


Рис.7. Древнее поселение, возможно являющееся городом/областью Бехурой. 1 – нижний город; 2 – цитадель; 3 – активный разлом, смещающий стену города в точке 4, 5 – курган 1, датированный по методу C^{14} возрастом 2308-1878 до Р.Х., 6 – траншея № 2, 7 – шурф №1.

керамики с поверхности и из шурфов с глубины 1,5-2 м и показывают, что эти артефакты относятся к Куро-Араксинской культуре (нижняя бронза, первая половина третьего тысячелетия до Р.Х.), к Триалети-Ванадзорской культуре (средняя бронза, 22/21 – 19/18 века до Р.Х.), к Севано-Узерликской культуре (средняя бронза, 18 век до Р.Х.), к поздней бронзе (15 – 13 века до Р.Х.), к доурартскому периоду (1000-500 гг. до Р.Х.), к раннему средневековью (4-6 века после Р.Х.) и позднему средневековью (10 – 13 века после Р.Х.).

Определения возраста радиоуглеродным методом хорошо совпадают с датировками археологическим методом (табл.1) и вместе свидетельствуют о том, что город, по-видимому, существовал непрерывно, начиная с эпохи ранней бронзы (4537-3944 до Р.Х.) до доурартского периода 1000-500 гг. до Р.Х. (по археологической датировке) или 787-405 до Р.Х. (по датировке C^{14}). После этой даты следует перерыв в развитии города, который продолжается до раннего средневековья (4-6 века после Р.Х.), когда жизнь в городе снова возобновилась.

Многочисленные поселения и фортификационные сооружения того же возраста обнаружены нами и у сел Ахпюрадзор, Акунк и Арцванист, на северном и западном подножиях вулкана Порака, на восточном побережье оз. Ал-Лич и во многих других местах (рис.6).

Древние сооружения расположены на голоценовых лавках первой, второй и третьей генераций и полностью отсутствуют на лавках четвертой генерации. Следовательно, можно предположить, что голоценовые лавы четвертой генерации мо­ло­же древних сооружений.

Может ли все это быть следствием исторической вулканической активности? По-видимому, да.

В районе озера Ван (Восточная Анатолия) найдена знаменитая Хорхорская клинопись

урартского царя Аргишти I, повествующая о победоносном военном походе на север, на территорию современной Армении (Shultz, 1840). Один из столбцов этой клинописи гласит:

“Величием Халда, Аргишти говорит, когда я вновь (повторно) осадил (город) Бехура разрушилась гора Бам(ни) в области (города) Бехура ... дым (и) копоть (пепел) сейчас с нее до солнца поднимаются. Когда разрушилась (гора) Бам, я захватил город Бехура”. (перевод по работе: Оганесян, Абрамян, 1981, стр.66).

В стены церкви Сурб-Погос в Ване была вделана каменная плита с клинописью царя Сардури II, сына Аргишти I, гласящая:

“Сардури говорит: (тот) народ, который (из страха) перед (моим) оружием ... сбежал ... (и) зашел ... гору” ... Ушкиани (и) гору” ... Бамни, я

(их) окружил ... (и) умертвил, других ... (же), (которые) бежали бог Тейшеба сжег ...”. (перевод по работе: Меликашвили, 1960, стр. 254).

Первая из приведенных клинописей датируется 782-773, а вторая – 742-739 годами до Р.Х. (Оганесян, Абрамян, 1981; Меликашвили, 1960).

Приведенные выше два текста из Хорхорской клинописи неоднократно толковались как свидетельство о природной катастрофе – землетрясении (Караханян, 1993, 1997а; Haroutiunian et al., 1993; Сатиан, 1994; Philip et al, 2001), и/или вулканическом извержении (Philip et Karakhanian, 1999; Арутюнян, 1999, Հարությունիւմ, 2001; Karakhanian et al, 2002, 2004; Трифонов и Караханян, 2004).

Ниже мы приведем более полную, чем в предыдущих наших публикациях, интерпретацию, ос-

Таблица 1

Радиоуглеродные и археологические датировки культурных слоев из древнего поселения

NN	Радиоуглеродные датировки возраста угля и органики из культурных слоев в шурфах.				Археологические датировки керамики из шурфов, траншеи и поверхностного сбора, до/после Р.Х.
	N пробы	Даты C^{14} до Н.Д.	Календарные даты, σ_1 до/после Р.Х.	Календарные даты, σ_2 до/после Р.Х.	
1	–	–	–	–	Позднее средневековье (10-13 века после Р.Х.).
2	ГИН - 11664.	1470 \pm 60	541-643 после Р.Х.	456-662 после Р.Х.	Раннее средневековье (4-6 века после Р.Х.).
2	ГИН - 11664.	1470 \pm 60	541-643 после Р.Х.	456-662 после Р.Х.	Раннее средневековье (4-6 века после Р.Х.).
3	ГИН - 11650	2470 \pm 40	760-520 до Р.Х.	787-405 до Р.Х.	Доурартский период (1000-500 гг. до Р.Х.).
4	ГИН - 10998	2580 \pm 100	827-543 до Р.Х.	897-412 до Р.Х.	
5	ГИН - 10997	2680 \pm 30	833-805 до Р.Х.	897-801 до Р.Х.	
6	ГИН - 9913	3080 \pm 40	1404-1311 до Р.Х.	1429-1258 до Р.Х.	Поздняя бронза (15 –13 века до Р.Х.).
7	ГИН - 9914	3200 \pm 80	1532-1392 до Р.Х.	1643-1294 до Р.Х.	
8	ГИН - 9338	3690 \pm 160	2308-1878 до Р.Х.	2494-1682 до Р.Х.	Севано-Узерликская культура (средняя бронза, 18 век до Р.Х.); Триаleti-Ванадзорская культура (средняя бронза – 22/21 – 19/18 века до Р.Х.).
9	ГИН - 11646	4040 \pm 60	2623-2470 до Р.Х.	2709-2459 до Р.Х.	Куро-Араксинская культура (ранняя бронза, первая половина третьего тысячелетия до Р.Х.)
10	ГИН - 11649	4150 \pm 90	2882-2578 до Р.Х.	2903-2548 до Р.Х.	
11	ГИН - 11648	4290 \pm 40	2916-2883 до Р.Х.	3008-2877 до Р.Х.	
12	ГИН - 9339	4300 \pm 70	3006-2880 до Р.Х.	3092-2701 до Р.Х.	–
13	ГИН - 11651	4320 \pm 40	2922-2892 до Р.Х.	3023-2881 до Р.Х.	–
14	ГИН - 11647	4350 \pm 60	3025-2898 до Р.Х.	3104-2880 до Р.Х.	–
15	ГИН - 10995	4530 \pm 100	3367-3089 до Р.Х.	3385-2921 до Р.Х.	–
16	ГИН - 10996	5100 \pm 70	3974-3800 до Р.Х.	3997-3752 до Р.Х.	–
17	ГИН - 9910	5400 \pm 150	4359-4003 до Р.Х.	4537-3944 до Р.Х.	–

нованную на совместном анализе самого текста и, в особенности, на результатах детальных геологических и археологических полевых исследований, предпринятых нами с 1990 по 2003 год.

Где же находились те горы и города, которые упомянуты в Хорхорской клинописи?

По Н.Арутюняну (1985) и Т.Акобяну (Հաղորդում և արհեստ, 1986), горы Бамни и Ушкиани, а также область/город Бихура находились в южной части бассейна озера Севан, на Варденисском нагорье. Это утверждение основано на следующем – область/город Бихура вместе с областями/городами Аркукини, Адахуни, Камниу, Луипруни, Эшумуа, Ку'албани, Ухуни и Териани входили в союз доурартских племен Севанского бассейна. Вместе с 20 крепостями и 120 поселениями все эти области/города были захвачены урартами за один день, а следовательно, располагались близко друг от друга. Области/города Камниу и Луипруни располагались в южной части бассейна Севана. Области Адахуни находились на западном побережье, а Талиху – на юго-западном побережье озера Севан (Пиотровский, 1959; Н.Арутюнян, 1985). Горы Бамни и Ушкиани, а также область/город Бихура располагались на Варденисском нагорье (S. Հաղորդում և արհեստ, 1986), рядом с областью Аркукини, а последняя, согласно Цавакской клинописи, находилась в юго-восточном секторе озера Севан (Н.Арутюнян, 1985). Следовательно, наиболее вероятно, что город/область Бихура находился в пределах юго-восточного сектора бассейна озера Севан, в восточной части Варденисского хребта.

Наиболее вероятно, что обнаруженное нами древнее поселение (рис.7), а также другие поселения и фортификационные сооружения (рис.6) являются остатками города/области Бихура, а голоценовые вулканы группы Порак являются горами Бамни и Ушкиани. В пользу подобного предположения свидетельствуют:

- расположение найденных древних поселений и вулканов группы Порак на Варденисском хребте, в пределах юго-восточного сектора бассейна озера Севан, то есть именно там, где согласно Хорхорской клинописи находились город/область Бихура, горы Бамни и Ушкиани (Н.Арутюнян, 1985; S. Հաղորդում և արհեստ, 1986). Подобного же мнения придерживается и Р.Арутюнян (2001) (Հարմարություն, 2001);
- расположение найденных древних поселений рядом с вулканом Порак, где зафиксированы голоценовые лавовые потоки четвертой генера-

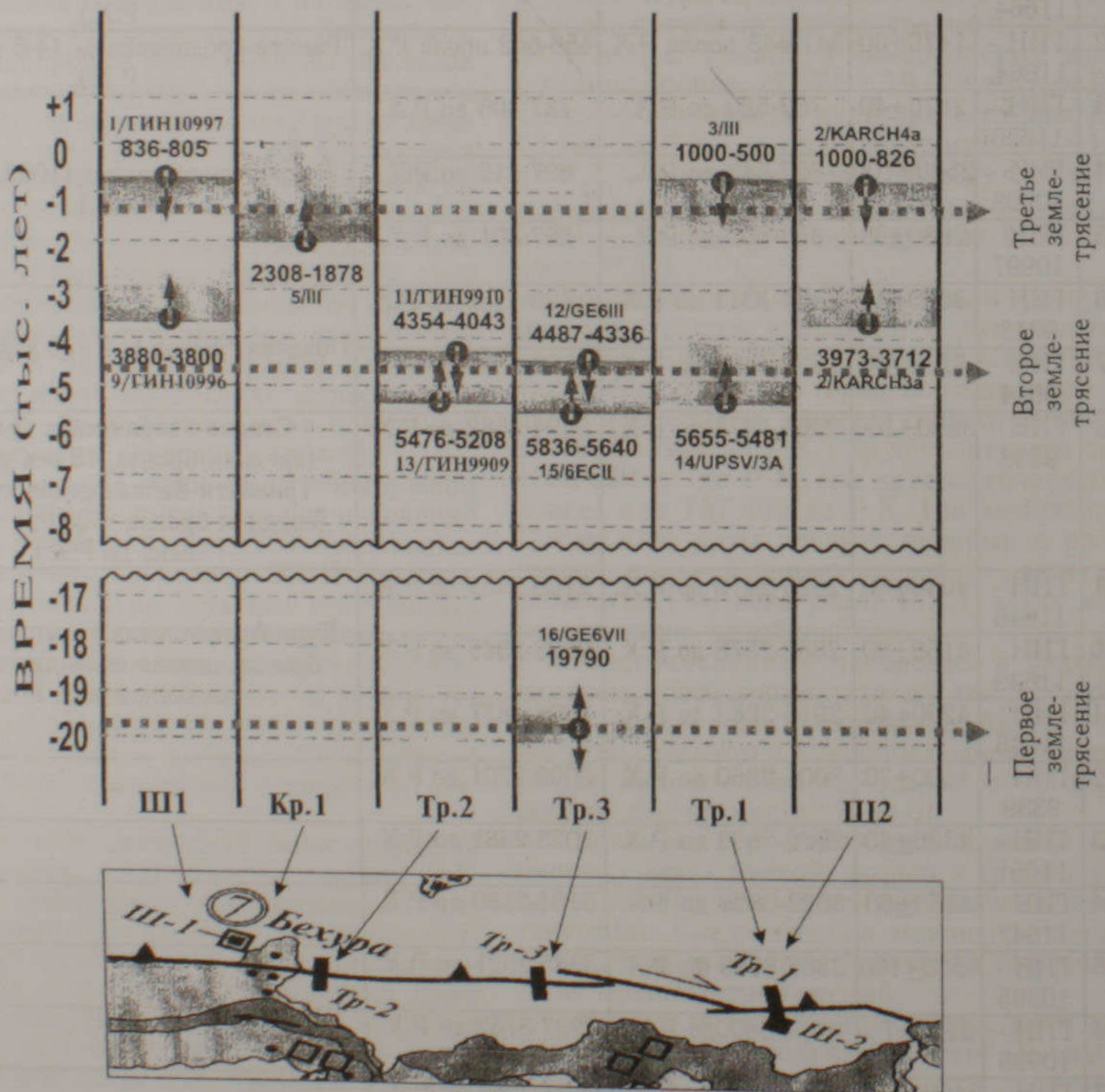


Рис.8 Данные по возрасту произошедших землетрясений.

ции. Археологические сооружения, датируемые временем эпохи бронзы и доурартским периодом, резко обрываются у лавового потока четвертой генерации, или, возможно, перекрываются им (рис.6);

- отчетливый перерыв в более чем 3 500-летней непрерывной истории развития найденного древнего города, начавшийся в период между 760-520 до Р.Х. и продлившийся до 4-6 веков после Р.Х. (табл.1);

- совпадение начала перерыва в истории развития древнего города – 760-520 до Р.Х. с датированным временем вулканических извержений, описанных в Хорхорской клинописи – 782-739 до Р.Х. (рис.8).

Клинопись Аргишти I свидетельствует об извержении вулкана в период 782-773 до Р.Х., а клинопись Сардури II – в период между 742 и 739 годами до Р.Х. Произошло ли два извержения, одно во времена Аргишти I, другое при Сардури II, или же одно извержение продолжалось в течение 35-40 лет (?), определить трудно.

Текст клинописи, оставленной Аргишти I, можно достаточно определенно интерпретировать как описание вулканического извержения, тогда как текст Сардури II в большей мере иносказателен и может толковаться как косвенное свидетельство, без прямого указания на вулканическое извержение. В нем лишь упоминается бог Тайшеба, который сжег людей на горах Ушкиани и Бамни. Урартский бог Тайшеба, так же, как и его хуритский аналог Тешшоб, хаттский Тару или Трга, лувийский Тархунтас и древнеармянский Торкангел (шумерский Нергал) – все это боги-громовержцы, владыки молний, гроз, ветра, дождя и других стихийных сил природы, а также подземного царства мертвых. Районами, где в первую очередь почитались эти боги, были вулканические плато и нагорья Кападокии и Армянского Тавра. Это, с большой долей осторожности, позволяет предположить, что эти боги могли иметь отношение и к таким проявлениям стихии как извержения вулканов. Однако, необходимо отметить, что пантеон ураратских богов, которые могли отвечать за подземные силы, и в том числе за вулканы, был довольно широк. Так, у урартов богом земли был Эбани, богом вершин гор – Арни, богом вод и подземных бездн – Эа, у хуритов богом подземного царства был У-Гур, а не Тешшоб (Пиотровский, 1959). Кроме того бог Тайшеба, кроме титула бога-громовержца, был почитаемым всеми богом войны и битв (Пиотровский, 1959), что также могло объяснять обращение к этому богу в клинописи Сардури II, повествующей о победе над сбежавшим врагом.

Поэтому, учитывая иносказательность и косвенность сообщения, содержащегося в клинописи Сардури II, мы считаем, что до получения дополнительных доказательств дату извержения следует ограничивать временем, относящимся только к клинописи Аргишти I, т.е. к 782-773 годам до Р.Х.

Обобщая вышеизложенное, можно сказать, что имеется хорошее совпадение данных текста Хорхорской клинописи и результатов полевых геологических и археологических исследований,

которые позволяют с высокой степенью достоверности предположить, что в период между 782 и 773 годами до Р.Х. произошли извержения голоценового центра в привершинной части вулкана Порак, отмеченного на рис. 6 точкой 5.

Детальные исследования территории древнего поселения, которое, по-видимому, является городом Бехурой, показали наличие многочисленных бесспорных следов сильных землетрясений.

На территории нижнего города (точка 1 на рис.7) обнаружено крупное сооружение, составленное из вертикально поставленных менгиров высотой 1–1.5 м. Многие из менгиров лежат на земле, а их вершины обращены на запад, в сторону активного разлома, который пересекает территорию цитадели. Направленность падения вертикально стоящих крупных объектов в сторону макросейсмического эпицентра и сейсмогенного разрыва наблюдалась в эпицентральной зоне многих сильных землетрясений и считается надежным признаком сильного сейсмогенного воздействия (Ambraseys and Melville, 1982; Ambraseys, 1975; Berberian, 1976). Подобные явления были зафиксированы во время Спитакского землетрясения 1988 года (Караханян и Баласанян, 1992).

На территории древнего поселения, в центре одного из крупных сооружений был пройден шурф 1 (рис 6, 7). Датировка радиоуглеродным методом культурных слоев из шурфа показывает, что данное сооружение, возможно, функционировало в период ранней и средней бронзы, вплоть до доурартского периода (Трифонов, Караханян, 2004). Один из слоев в шурфе содержит большое количество обломков камней и керамики и по своей структуре подобен коллювиальному клину, образовавшемуся вследствие сильного землетрясения (Трифонов, Караханян, 2004). Радиоуглеродная датировка слоя дала возраст 2680 ± 30 лет до Н.Д., или 836-805 год до Р.Х., что вполне может рассматриваться как дата возможного сильного землетрясения, разрушившего данное сооружение. Разрушение стен сооружения вследствие землетрясения и привело к образованию слоя, подобного коллювиальному клину.

Прямые доказательства сильного землетрясения найдены в пределах цитадели древнего города. Пересекающий территорию цитадели активный разлом в двух местах смещает древнюю каменную стену (точка 4 на рис.9). Каменная стена сложена из нескрепленных валунов, однако в местах пересечения с разломом кладка стены хорошо сохранилась. Подобное могло произойти только при быстром, импульсном смещении стены, то есть при землетрясении. Эти особенности, а также морфоструктура разлома позволяют считать его поверхностным сейсмогенным разрывом, чья суммарная амплитуда смещения стен составляет 1.8 м по горизонтали и 0.8 м по вертикали. Смещение древних каменных стен сейсмогенным разрывом зафиксировано и к юго-востоку от озера Ал-Лич. Нижний предел возраста смещенной в цитадели стены можно определить по датировке возраста кургана, расположенного рядом. Определение методом C^{14} возраста органики со дна кургана (образец ГИН 9338) дало результат

в 3690 ± 160 лет до наших дней, или 2308-1878 до Р.Х. (калибровка по σ_1).

Многочисленные палеосейсмологические траншеи и шурфы, пройденные как в самом древнем городе, так и к ЮВ от него, зафиксировали отчетливые следы трех сильных землетрясений с $M \geq 7.3$ (Philip and Karakhanian, 1999; Philip et al., 2001; Karakhanian et al., 2004; Трифонов, Караханян, 2004). Расположение траншей и шурфов показано на рис.6 и приведено в табл.2. Магнитуды землетрясений определены методом Wells and Coppersmith (1994) по амплитуде вертикального смещения сейсмогенного разрыва, вскрытого в траншее, а также по длине разрыва поверхности между двумя участками смещенных древних стен.

Определение возраста землетрясений было проведено радиоуглеродным и археологическим методами в лабораториях Университетов Париж-Юг и Лиона, в Геологическом институте РАН и в Институте археологии и этнографии НАН РА. Полностью все даты, полученные для определения возраста землетрясений, приведены в табл.3.

Возраст наиболее древнего из землетрясений, по данным радиоуглеродного анализа палеопочвы, проведенного в Университете Лиона, близок к дате 19 790 лет до Н.Д. Верхний предел даты последнего из землетрясений определяется возрастом 1000-500 лет до Р.Х. по датировке керамики, найденной в коллювиальном клине, образованном сейсмогенным разрывом в траншее 1 (Philip et al, 2001), а также по данным C^{14} из шурфов 1 и 2, соответствующим 836-605 лет до Р.Х. и 1000 – 500 лет до Р.Х. Данные по определению возраста всех трех землетрясений приведены полностью в табл.4 и на рис.8.

Верхний предел возраста последнего из землетрясений определяется также следующим обстоятельством. Упавшие менгиры в нижней части города и смещенная стена в цитадели являлись важными культовыми и оборонительными объектами для его жителей. Поскольку следы восстановления этих объектов отсутствуют, то можно уверенно сказать, что их разрушение совпало с периодом перерыва в истории развития

города, т. е. произошло между 760 и 520 годами до Р.Х.

Следовательно, данные анализа сейсмогенных разрушений сооружений, разрывов стен, а также археологические и радиоуглеродные датировки возраста образцов керамики и органики из траншеи свидетельствуют о трех сильных землетрясениях с $M \geq 7.1-7.3$ (рис. 8). Первое землетрясение произошло около 19790 лет до Н.Д. Второе землетрясение произошло в период между 5342 и 4305 годами до Р.Х., а последнее землетрясение с $M \geq 7.3$ произошло в период после 2308 (2093) – 1878 гг до Р.Х. (нижняя дата, образец из кургана) и до 1000-500 гг до Р.Х. (верхняя дата, керамика из траншеи) или 836-605 лет до Р.Х. и 1000-500 лет до РХ (верхние даты C^{14} из шурфов 1 и 2).

Наиболее вероятно, что землетрясение произошло в период между 760 и 520 гг до Р.Х. (дата перерыва в развитии города, см табл. 1), поскольку разрушенные строения после этого не были восстановлены.

Таким образом, последнее сильное землетрясение (760-520 гг до Р.Х.) произошло очень близко ко времени извержения вулкана Порак – между 782 и 773 годами до Р.Х. (рис.8).

Возникновение вулканов группы Порак связано с локальными условиями тектонических растяжений в пределах структуры Pull-apart, образованной сегментами Памбак-Севан-Сюникского активного сдвига (рис.6). По бортам Поракской структуры Pull-apart фиксируются многочисленные скарпы сейсмогенных разрывов поверхности. Возникающие во время сильных землетрясений сейсмогенные разрывы поверхности длиной 40-50 км проникают в промежуточную магматическую камеру и вызывают вулканические извержения. Подобные “триггерные” (пусковые) воздействия сильных землетрясений описаны для многих вулканических областей (Doumas, 1990; Hill et al, 1993; Guidoboni et al, 1994; Connog and Hill, 1995; Karakhanian et al, 1997a, 1997b; Караханян и др., 1999; Karakhanian et al, 2004; Connog, 1995). В настоящей части статьи мы не будем рассматривать взаимосвязь

Таблица 2

Местоположение палеосейсмологических траншей и шурфов

Траншея/шурф	Координаты траншеи/шурфа		Расстояние до ближайшей траншеи/шурфа	Дата проходки
	ϕ	λ		
Траншея 1	40.076	45.706	В 6.4 км к ЮЮВ от древнего поселения	1998
Шурф 2	40.076	45.706	Непосредственное продолжение траншеи 1	2003
Траншея 3	40.097	45.683	В 3 км к ССЗ от траншеи 1	2003
Траншея 2	40.117	45.661	В 2.85 км к ССЗ от траншеи 3	1999
Курган 1	40.120	45.661	На территории цитадели, в 0.2 км к ССЗ от траншеи 2	1995
Шурф 1	40.121	45.662	На территории древнего поселения, в 0.5 км к ССЗ от траншеи 2	2000/2001

вулканизма и сильных тектонических землетрясений, так как этому вопросу будет посвящена отдельная часть, которая будет опубликована в дальнейшем.

Анализ исторических, археологических и геологических данных позволяет предположить, что случившиеся между 782 и 773 годами до Р.Х. извержения вулкана Порак (Бамни) и близкое

во времени сильное землетрясение с $M \geq 7.3$ способствовали взятию города Бехура урартскими войсками Аргишти I и, возможно, Сардури II, что в итоге, по-видимому, привело к прекращению жизни в городе и смене архекультур в этом районе.

По-видимому, это было не единственное историческое извержение вулкана Порак. Летом

Таблица 3

Радиоуглеродные и археологические датировки слоев, используемые для определения даты землетрясений

NN	Место отбора образца	Образец	Возраст C^{14} до Н.Д.	Рассчитанный возраст до Р.Х. (1σ)	Материал	Лаборатория
1	Шурф 1	ГИН 10997	2680 \pm 30	836-805	Культурный слой	ГИН РАН
2	Шурф 2	KARCH 4a	2760 \pm 40	1000-826	Палеопочва	Унив. Лион
3	Траншея 1	1/1	Археолог. определение	1000-500	Керамика	ИАЭ НАН
4	Траншея 3	GEG V	3040 \pm 40	1407-1131	Палеопочва	Унив. Лион
5	Курган 1	ГИН 9338	3690 \pm 160	2308-1878	Культурный слой	ГИН РАН
6	Траншея 3	GEG I	4375 \pm 45	3255-2897	Палеопочва	Унив. Лион
7	Траншея 3	GEG IV	4630 \pm 45	3518-3346	Палеопочва	Унив. Лион
8	Шурф 2	KARCH 3a	5070 \pm 50	3973-3712	Палеопочва	Унив. Лион
9	Шурф 1	ГИН 10996	5100 \pm 70	3880-3800	Культурный слой	ГИН РАН
10	Траншея 3	GEG VI	5175 \pm 45	4042-3825	Палеопочва	Унив. Лион
11	Траншея 2	ГИН 9910	5400 \pm 150	4354-4043	Палеопочва	ГИН РАН
12	Траншея 3	GEG III	5560 \pm 45	4487-4336	Палеопочва	Унив. Лион
13	Траншея 2	ГИН 9909	6360 \pm 140	5476-5208	Палеопочва	ГИН РАН
14	Траншея 1	UPS, V/3A	6640 \pm 90	5655-5481	Палеопочва	Унив. Париж Юг
15	Траншея 3	GEG II	6850 \pm 50	5836-5640	Палеопочва	Унив. Лион
16	Траншея 3	GEG VII	19790 \pm 105	-	Палеопочва	Унив. Лион

Таблица 4

Даты сильных землетрясений, определенных палеосейсмологическим методом

Землетрясение	Время по средним датам, до Р.Х.	Минимальный диапазон времени, до Р.Х.	Максимальный диапазон времени, до Р.Х.
1 событие	Около 19790 лет до Н.Д.	-	-
2 событие	5342 - 4305	5208 - 4487	5836 - 4043
3 событие	2093 - 828	1878 - 1000	2093 - 500

1999 года, на расстоянии 9 км к Ю-ЮВ от вулкана Порак (точка 8 на рис.6), в пределах бассейна Pull-apart мы обнаружили петроглифы с 6 изображениями (Karakhanian et al., 2002; Avagyan et al., 2003), которые можно уверенно интерпретировать как извержения вулканов (рис.9). Крупный валун, на котором изображены петроглифы, находится в небольшой ложбине. С вершины холма над этой ложбиной хорошо виден восточный склон вулкана Порак. На рис.10А показан вид на вулкан Порак с холма, под кото-

рым был найден петроглиф, а на рис.10В - та картина извержения, которую, очевидно, видел и изобразил наш далекий предок. Судя по сектору обзора вулкана Порак с местоположения петроглифов и деталям изображения, на петроглифах было изображено извержение лав четвертой голоценовой генерации, отмеченных на рис.6 точкой 4.

Возраст петроглифов, по технике исполнения и предварительным археологическим датировкам возраста обсидиановых орудий, найденных рядом

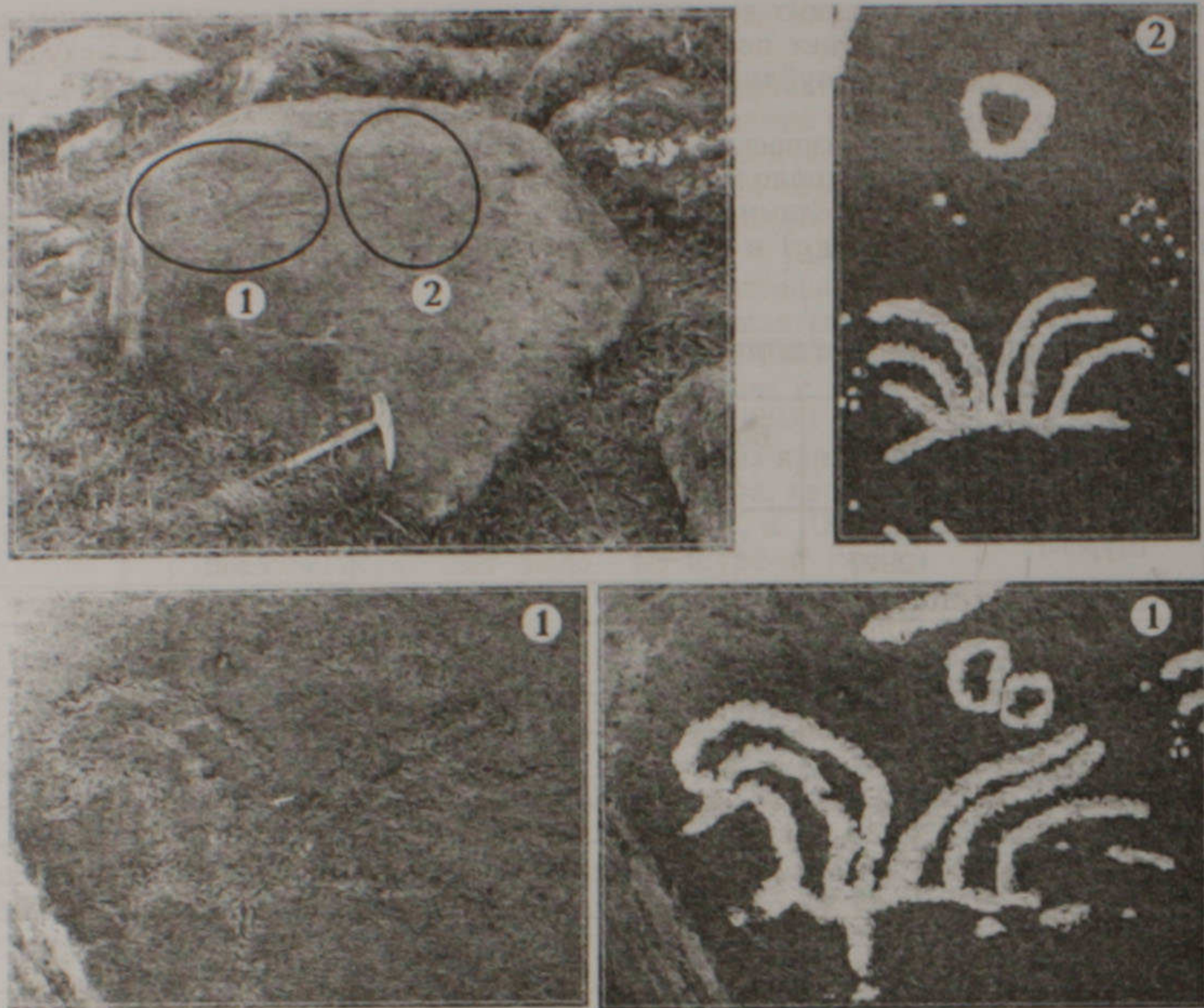


Рис. 9. Петроглиф с изображениями, которые можно интерпретировать как извержение вулкана.

с ними, можно определить V тысячелетием до Р.Х.

В разрезах озерных отложений ЮЗ части Севанского бассейна, по палинологическим

данным, фиксируется резкое, кратковременное исчезновение обширных лесов (Саядян и др., 1977; Саядян, 1983). Верхняя граница времени исчезновения лесов установлена по C^{14} анализу

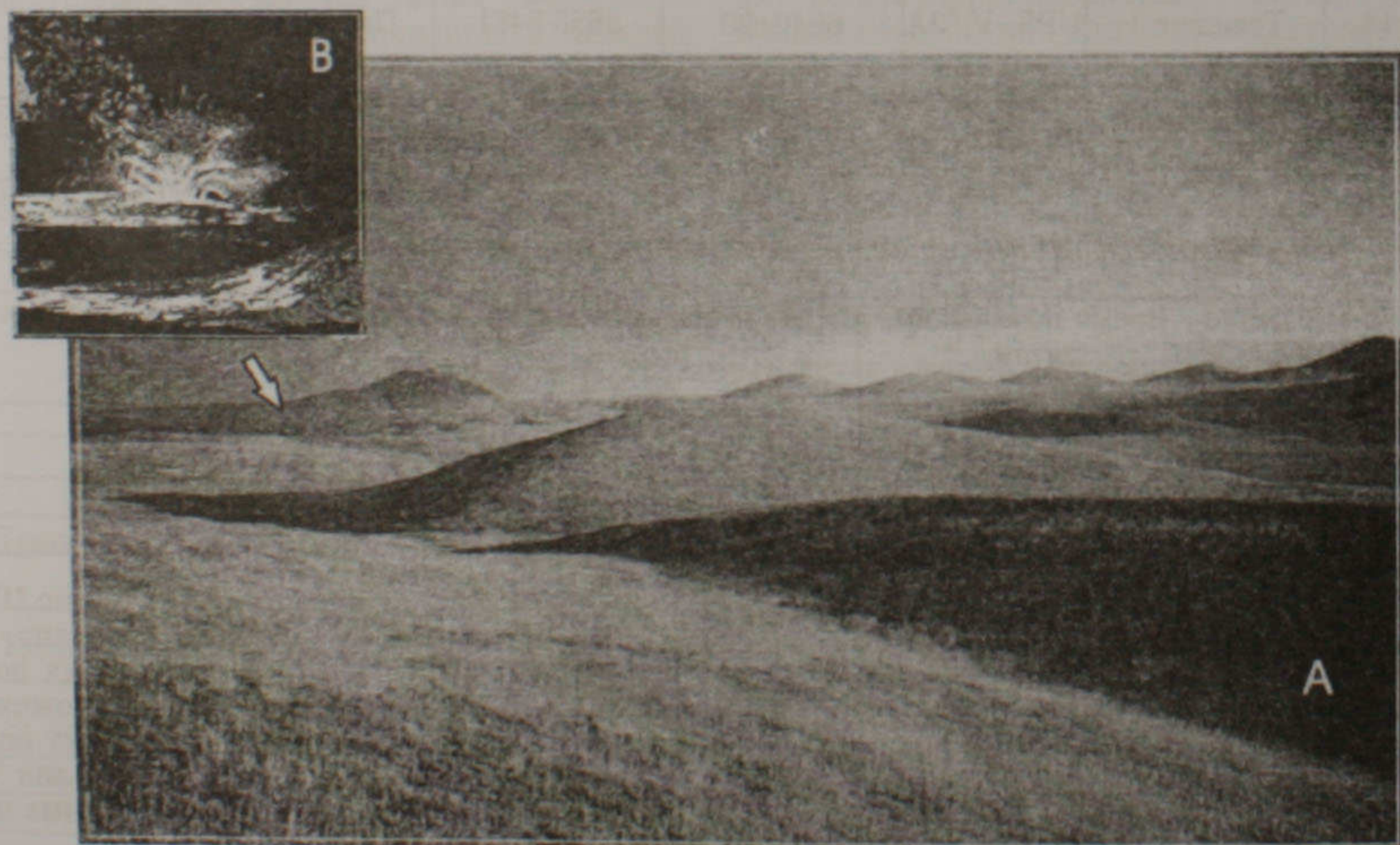


Рис. 10. Реконструкция возможного вида на извержение вулкана с того места, где был найден петроглиф. 10А – вид на вулкан Порак с холма, под которым был найден петроглиф; 10В – картина извержения, которую, очевидно, видел и изобразил наш далекий предок.

возраста раковин моллюсков, проведенному в Московском Государственном Университете, и находится в диапазоне 5475-4861 до Р.Х. по σ_2 (наша калибровка) или 6270 ± 110 лет до Н.Д. (МГУ-215) (Саядян и др., 1977). Археологические датировки подтверждают эту дату (Саядян и др., 1977). Полное исчезновение лесов связывается с лесными пожарами, возникающими при вулканических извержениях в Севанском бассейне в V тысячелетии до Р.Х. (Саядян, 1983).

Интересно совпадение на узком пространстве южной и юго-восточной частей бассейна озера Севан близких по характеру и по времени феноменов:

- исчезновения лесов вследствие пожаров от вулканических извержений в период от 5475 до 4861 года до Р.Х. (рис.11);
- создания петроглифов с изображениями вулканов в период V тысячелетия до Р.Х. (рис.11);
- сильного землетрясения в период после 5342-4305 года до Р.Х. (рис.11).

Учитывая эти даты, можно предположить, что в период между 5342 и 4305 годом до Р.Х., в конце VI – начале V тысячелетия до Р.Х., в районе вулкана Порак произошли вулканическое извержение и сильное землетрясение.

Найденные петроглифы являются единственными древними изображениями вулканического извержения на территории Армянского нагорья, Восточной Турции, Кавказа и Ирана. Более древний возраст имеют лишь изображения действующих вулканов Карапинар и Хасан Даг, сделан-

ные на фресках Чатал Уюк (плато Конья, Южная Турция – 6500 до Р.Х., Mellaart, 1967, 1989, 1993).

Полученные геологические, палеосейсмологические, исторические и археологические результаты сведены в общий график на рис.11 и свидетельствуют о голоцен-исторической (19790 до Н.Д., 56342-4305 до Р.Х. и 782-773 до Р.Х.) сейсмической и вулканической активности вулканов группы Порак, расположенных на СВ склоне Варденисского хребта, что делает их потенциально опасными с точки зрения возобновления вулканической деятельности в будущем.

3.2. Вулканы Вайоцсар и Смбакасар. Вулканы расположены на южном склоне Варденисского хребта, на расстоянии 17 км друг от друга. Вулкан Вайоцсар (точка 15 на рис.1) расположен южнее (северная широта – $39^{\circ}48'$, восточная долгота – $45^{\circ}30'$), на высоте 2500 м, а вулкан Смбакасар – севернее (северная широта – $39^{\circ}57'$, восточная долгота – $45^{\circ}20'$), на высоте 2700 м.

На юго-восточном склоне вулкана Вайоцсар, напротив села Арин, имеется центр последнего по времени генерации трещинного извержения. Лавовый поток от этого извержения, спускаясь вниз, запруживает долину реки Арпа около города Вайк и протягивается вдоль долины на 6 км в западном направлении. Потоки лавы полностью лишены почвенного покрова и перекрывают верхнеплейстоценовую террасу реки Арпа. Это позволяет предположить голоценовый возраст лав.

Вулкан Смбакасар представляет собой шлаковый конус, прорванный в северном и южном направлениях, с вытекающими оттуда двумя ла-

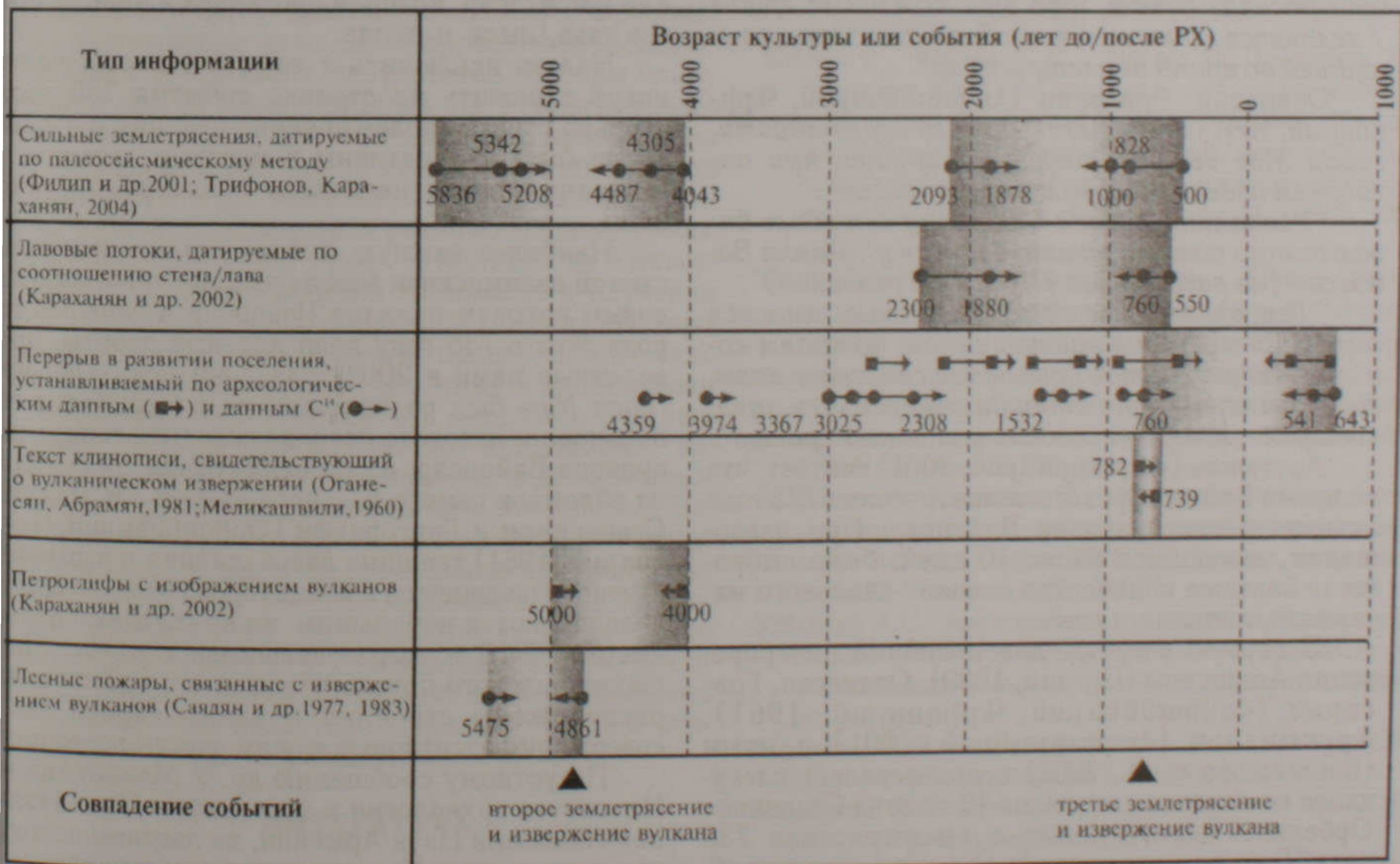


Рис.11 Сводная диаграмма палеосейсмических, археологических и исторических данных, показывающая время извержений вулканов и сильных землетрясений в районе вулкана Порак. На диаграмме кружками со стрелками показаны данные анализа C^{14} , а квадратиками со стрелками - данные археологических и исторических анализов.

вовыми потоками длиной 11 и 17 км. В долине реки Ехегис западный лавовый поток перекрывает верхнеплейстоценовую террасу (Карапетян, 1960). Последнее, наряду с совершенной сохранностью морфологии конуса вулкана и его потоков, позволяет датировать его извержение позднеголоценовым временем. Рядом с вулканом Смбацар имеются еще два вулканических конуса, вытянутых в северо-западном направлении. Один из них, видимо, относится к более раннему голоценовому извержению, а второй, скорее всего, имеет позднеплейстоценовый возраст.

Легенды, бытующие среди местного населения, повествуют о гибели в долинах рек Арпа и Ехегис городов Моз и Ехегис от извержений вулканов Вайоцар и Смбацар при сильном землетрясении.

Ряд исследователей (Ինչիշան, 1822, 1835; Միշան, 1890; Հովհաննիսյան, Գրիգորյան, 1961; Հարությունյան, 2001; Karakhanian et al., 2002), основываясь на этих легендах, полевых данных и интерпретации некоторых сведений из исторических летописей, предполагали извержение вулкана Вайоцар во время землетрясения 735 года после Р.Х. и гибель от этого извержения и землетрясения города Моз.

Инчичян (Ինչիշան, 1822) пишет: *“В трех или четырех километрах от села Малишка, на правом берегу реки Арпа, между утесов и бугров почти на три километра протянулись развалины множества домов, построенных из больших и нетесанных камней. Это развалины одного из древнейших мест обитания Вайоц-дзора – селения Моз. Среди местных жителей бытует традиционный рассказ о том, что эти каменные груды /являются/ застывшими обломками лавы, хлынувшей во время землетрясения”*.

Ованесян, Григорян (Հովհաննիսյան, Գրիգորյան, 1961) сообщают: *“По всей вероятности, город Моз был полностью разрушен при последнем извержении вулкана Вайоцар”*.

“Развалины города Моз тянутся вдоль базальтового потока, начинающегося у вулкана Вайоцар (на расстоянии 7-10 км от развалин)”.

“Там, где город теряется под лавами, имеется огромная трещина лавоизлияния, по краям которой видны быстро остывшие слоистые лавы. Нет сомнений, что оттуда извергалась лава, которая при взрыве создала типичный кратер”.

Арутюнян (Հարությունյան, 2001) считает, что во время Вайоцдорского землетрясения 735 года активизировался вулкан Вайоцар. При извержении, длившемся около 40 дней, было выброшено большое количество песчано-пеплового материала, ляпилли и лавы.

В первую очередь, для подобной интерпретации Алишаном (Միշան, 1890), Ованесян, Григорян (Հովհաննիսյան, Գրիգորյան, 1961), Арутюняном (Հարությունյան, 2001) и нами (Karakhanian et al., 2002) использовалось следующее сообщение летописца 13-го века Степаноса Орбеляна, повествующее о землетрясении 735 года: *“Густая мгла сорок дней окутывала всю область”, “а после сорока дней прекратилась сверху божья кара”*.

Имеется и более раннее сообщение летопис-

ца Мовсеса Каланкатуаци, жившего в конце 10 – начале 11 века, в котором также приводятся данные о подобном явлении, но не указывается его сорокодневная продолжительность: *“Непрогниваемая тьма опустилась с небес и окутала всю область Моз”*. Сходное сообщение приводит и летописец Киракос Гандзакеци.

Вместе с тем, анализ текста летописей показывает, что эти сообщения, написанные спустя два и пять столетий после землетрясения 735 года, нельзя однозначно интерпретировать как свидетельство об извержении вулкана Вайоцар. Сообщения Мовсеса Каланкатуаци и Степаноса Орбеляна могут свидетельствовать как о выбросах пепла во время извержения, так и о пылевом облаке от многочисленных оползней и обвалов, об образовании которых в 735 году рассказывают все летописи: *“...и могучие колебания сотрясали землю от самих недр до поверхности и здесь обрушивались как морские валы. Обрушивались горы, расшатывались от основ скалы... исчезли реки”* (Մովսեսի Արմենացի, 1910).

Опыт многих сильных землетрясений, сопровождаемых в горных странах крупными оползнями, свидетельствует о многодневной густой пелене пыли, которая стоит в долинах, где произошла катастрофа (1920 г., Гансу; 1946 г., Хаит; 1970 г., Уаскаран). Во время Спитакского землетрясения 1988 года дым и пыль от разрушений стоял и над Ленинанканской котловиной много дней.

Но вполне возможно, что сообщения летописцев о событиях 735 года могут косвенно отражать и реальную активность вулканов Вайоцар или Смбацар, которая протекала в виде выбросов газа, пыли и пепла.

Нельзя исключить и то, что эти сообщения могут отражать не столько события 735 года, сколько гораздо более древние явления, которые могли быть запечатлены в местных легендах и записаны спустя несколько столетий летописцами.

Наиболее важную информацию о предполагаемой взаимосвязи между рассматриваемым лавовым потоком вулкана Вайоцар и гибелью города Моз в 735 году дали полевые работы, проведенные нами в 2002 году. Они показали, что город Моз был расположен на поверхности голоценового лавового потока последней генерации вулкана Вайоцар, а строения города сооружены из обломков самого лавового потока. Описанные Оганесяном и Григоряном (Հովհաննիսյան, Գրիգորյան, 1961) трещина лавоизлияния и взрывной кратер, находящиеся в конце города Моз, на самом деле являются небольшим, но крутым лавопадом высотой 8-10 м, образовавшимся в месте торошения лавового потока. На этой его части также расположены строения и улицы города Моз, совершенно идентичные другим частям поселения.

По устному сообщению д-р. У.Мелконяна из Института археологии и этнографии Национальной Академии Наук Армении, на лавовом потоке, где расположен Моз, имеются многочисленные захоронения, датируемые 11 веком до Р.Х. В то же время, к северу от города Вайк этот лавовый поток из трещинного извержения у села Арин,

по-видимому, перекрывает поле могильников, датируемых III-II тысячелетиями до Р.Х.

Таким образом, III – II тысячелетия до Р.Х. – это нижний, а I тысячелетие до Р.Х. – верхний предел в определении возраста последнего извержения базальт-андезитовых лав из трещины на юго-восточном склоне вулкана Вайоцсар.

Следовательно, город Моз не мог погибнуть от лавового извержения вулкана Вайоцсар в 735 году после Р.Х., а был разрушен лишь землетрясением 735 года. Однако, нельзя исключить, что землетрясение могло сопровождаться и небольшими вулканическими эффектами (газовые или пепловые выбросы), что вместе с преданиями о гораздо более древних извержениях могло найти искаженное отражение в местных легендах и более поздних летописях X-XIII веков. Этот вопрос требует дальнейших подробных исследований.

Учитывая вышеизложенное, необходимо отметить очень молодой – верхнеголоценовый и даже исторический возраст (III-II – I тысячелетия до Р.Х.) извержений лав из вулканов Вайоцсар и Смбацар и отнести их к потенциально опасным с точки зрения возобновления вулканической активности на южном склоне Варденисского хребта.

Благодарности

Исследования были проведены при поддержке грантов PICS-417, NATO ENVIR/LG/961097, INTAS-0840, NATO EST. CLG 977044, ISTC A-651 CAUSIN и ISTC A-823. Авторы выражают особую благодарность др. Кристине Шатенье из Maison de l'Orient Mediterranien (Лион, Франция) за постоянную помощь в проведении исследований и публикации результатов. Авторы благодарят др. Л. Сулержицкого из Геологического института РАН; др. Л. Мишло из лаборатории гидрологии и изотопной геохимии Университета Париж-Юг и др. Кристин Оберлин из Университета Лион, датировавших радиоуглеродные пробы. Авторы благодарят проф. Ч. Коннора из Университета Южной Флориды за помощь в изучении лавокластов у села Норашен (Севан). Авторы благодарят др. Ива Кроше за палеонтологические определения возраста, сделанные в лаборатории палеонтологии Университета Монпелье II (Франция). Авторы благодарят др. Р. Бадаляна, др. П. Аветисяна, др. А. Мартиросяна и др. У. Мелконяна из Института археологии и этнографии Национальной Академии Наук Армении за помощь в исследованиях и за проведение археологических датировок. Авторы благодарят Е. Абгарян, др. С. Карапетяна, М. Гаспаряна за неоценимую помощь и поддержку, оказанную при проведении этих работ. Авторы благодарят др. А. Фарамазяна – заместителя редактора журнала “Науки о Земле” за помощь при подготовке статьи.

ЛИТЕРАТУРА

Ալիշան Ղ. Այրարատ. Վեներիկ, Սր. Ղազար, 1890, 590 էջ:
Ինչիչյան Ղ. Ստորագրությունն հին հայաստանյաց, 3 հատոր, Վեներիկ, 1822:

Ինչիչյան Ղ. Հնախոսություն աշխարհագրական Հայաստանյաց Աշխարհի, 3 հատոր, Վեներիկ, 1835:

Հակոբյան Տ.Խ., Մելիք-Քախչյան Ստ.Տ. և Քարսեղյան Հ.Խ. Հայաստանի և հարակից տեղանունների բառարան, 1 հատոր, Երևանի համալսարանի հրատարակչություն, Երևան, 1986:

Հարությունյան Ռ.Ա. Հայկական լեռնաշխարհի ակտիվ հրաբխականության մասին: ՀՀ Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի տեղակազիր, Գիտություններ Երկրի մասին, հատոր LIV, թիվ 1, Երևան, 2001, էջ 3-12:

Հովհաննեսյան, Գրիգորյան. Հայկական Պոնպեյների ավերակները. Սովետական Հայաստան օրաթերթ, 1961:

Ստեփաննոս Օրբելյան. Պատմություն նահանգին Սիսական: Պատրաստել է հրատարակման Ա. Արրահանյանը, Թիֆլիս, 1910:

Ստեփանյան Վ. Երկրաշարժերը Հայկական լեռնաշխարհում և հարակից տարածքներում, Երևան, Հայաստան, 1964, 247 էջ:

Азизбекия О.Г. Изучение и анализ данных о геологической структуре, новейшем вулканизме и тектонике бассейна реки Воротан, Специальный отчет Геологического Управления Армении, 1993, 83 с.

Արությունյան Н.В. Топонимика Урарту. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1985, 307 с.

Արությունյան Ր.Ա. Исторический вулканизм Армянского нагорья. В кн.: Сб. докл. конф., посвящ. 50-летию А. Бабаджяна (12-14 окт. 1999г.). Гюмри: Гитутюн, 1999, с.36-46.

Արությունյան Ր.Ա. Об активном вулканизме и вулканической опасности в Армении. Тезисы научн. Конференции, посвященной памяти С. Ачикгезяна, Ереван: ИГН НАН РА, 2001, с.11-13.

Ասլանյան А.Т. Региональная геология Армении. Ереван: Изд. Айпетрат, 1958

Բալյան Ս. Ս. Структурная геоморфология Армянского нагорья и окружающих областей. Изд. Ереванского университета, 1969, 389 с.

Бубнов С., Чернышев И., Лебедев В., Аракелянц М., Хольцман Ю. К-Аг геохронология самых молодых вулканических центров Большого Кавказа. Изотопная датировка геологических процессов: новые методы и результаты. Материалы I Российской конференции по изотопной геохронологии, М.: GEOS, 2000, с.76-78.

Ժրբաշյան Ր., Կարապետյան Ս., Բիգազի Գ. Новые данные по геохронологии и геохимии поздне-коллизионных риолит-обсидиановых куполовидных вулканов в Армении: изотопная датировка геологических процессов – новые методы и результаты. Материалы I Российской конференции по изотопной геохимии, М.: GEOS, 2000, с.128-130.

Ժրբաշյան Ր., Կարապետյան Ս., Մնացականյան Ա. Позднеколлизийный риолитовый вулканизм СВ части Армянского нагорья. Труды ГИН АН Грузии, нов.серия, вып.117, Тбилиси, 2002, с.93-63.

Зейтунян А.С. Землетрясения в Армении и соседних странах (исторические свидетельства с древности по сегодняшний день). 1991, неопубликованные материалы, 383 с.

Կարապետյան Կ.Ի. Вулкан Смбацар. Изв. АН АрмССР, геол.-геогр. н., т. XIII, № 3-4, 1960, с. 33-45

Կարապետյան Կ.Ի. Вулкан Армаган. Изв. АН АрмССР, геол.-геогр. н., том XV, № 2, 1962, с.15-24

Կարապետյան Կ.Ի. Вулканы Гегамского нагорья (морфология, строение, классификация, связь с трещинной тектоникой). Отчет ИГН, Библиотека ИГН, Ереван,

- 1965, 278 с.
- Карпетян К.И.** Вулканы Гегамского нагорья. В кн.: Новейший вулканизм некоторых районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1973, с.5-62
- Карпетян К.И.** О применении археологических данных в стратиграфическом описании четвертичных вулканических пород в Армянской ССР. В кн.: Вопросы четвертичной геологии в Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1983, с.85-94
- Карпетян К.И.** Арсальный вулканизм Армянской ССР. Окончательный отчет Института геологических наук АН Арм. ССР, Ереван: 1985, 319 с.
- Карпетян С.Г.** Особенности строения и состава новейших липаритовых вулканов Арм. ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1972, 196 с.
- Караханян А.С., Харазян Э.Х., Аветисян С.А.** Хонарасар-Цхукская региональная зона активных сдвиговых дислокаций. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле. № 4, 1989, с.45-49.
- Караханян А.С., Баласанян В.С.** Активная динамика зоны Спитакского землетрясения 1988 г. Изв. НАН РА, Науки о Земле. №2, 1992, с.12-21.
- Караханян А.С., Трифонов Г.В., Азизбемян О.Г., Хондарян Д.Г.** Взаимосвязь верхне-четвертичной тектоники и вулканизма в Хонарасарской зоне активных разломов (Армянское нагорье). Теоретические и региональные проблемы геодинамики, 515, М.: Наука, 1999, с. 136-152
- Каталог верхнеплиоцен-четвертичных вулканов Армянской ССР. т. 2, Фонды ИГН, 1978, 301 с.
- Кашкай М.А.** Минеральные источники Азербайджана. Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1952, 499 с.
- Меликашвили Г.А.** Урартские клинописи. М. '1960, 430 с.
- Милановский Е.Е.** Геологическое строение и история образования Севанской впадины. Дисс. на соискание уч. ст. докт. геол.-мин. наук, Московский государственный университет. М. 1, 2, 1953, 786 с.
- Милановский Е.Е.** Новейшая тектоника Кавказа. М: Недра, 1968, 480 с.
- Оганесян П., Абрамян А.** Хрестоматия истории армянского народа, т.1, Ереван, 1981, 235 с.
- Паффенгольц К.Н.** Геология Армении. Государственное изд. геологической литературы, Министерство геологии СССР, М.: Л., 1948, 895 с.
- Паффенгольц К.Н.** Геологическая карта Армянской ССР и смежных областей Малого Кавказа в масштабе 1:200 000. Министерство геологии СССР. Лист К-38-XXXIII, Лист К-38-XXXII, 1952.
- Пиотровский Б.Б.** Ванское царство (Урарту). М.: Изд. Восточной литературы, 1959, 282 с.
- Сатиан М.А.** О палеосейсмической активности в бассейне озера Севан. В кн: Геология Севана, Изд. НАН РА, 1994, с.128-132
- Саядян Ю.В., Алешинская З.В., Ханзадян, Е.В.** Постледниковые отложения и археология побережья озера Севан. В кн: Геология четвертичного периода (плейстоцен) по X Конгрессу INQUA, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1977, с.91-109
- Саядян Ю.В.** Человек и окружающая среда постледникового периода в бассейне озера Севан и смежных областях. Вопросы геологии четвертичного периода в Армении, для XI Конгресса INQUA, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1983, с.67-74
- Саядян Ю.** Природная среда и человек в бассейне озера Севан в среднем и позднем голоцене. Известия русского географического общества, июль-август, т.131, вып.4, СПб.: Наука, 1999, с.55-66.
- Трифонов В.Г., Эль-Хаир Ю.** Библейская легенда глазами геологов, Природа, № 8, М.: Наука, 1988, с.34-45
- Трифонов В.Г., Караханян А.С.** Геодинамика и история цивилизаций, М.: Наука, 2004, 345 с.
- Харазян Э.Х.** Геологическая карта Приереванского района в масштабе 1:25000. Управление геологии Республики Армения, 1993.
- Чернышев И.В., Аракелянц М.М., Лебедев В.Ю., Бубнов С.Н., Хольцман Ю.В.** Геохронология извержений четвертичных вулканов в Казбекской области Большого Кавказа (данные датировки К-Аг). В кн: Проблемы геологии и петрологии. Изд. Института геологии АН Грузии, 1999, с.81-91.
- Чернышев И., Лебедев, В, Аракелянц М., Дадурис О., Вашакидзе Г.** Разработка стандартного образца поздне-четвертичного возраста для датировки К/Аг. Изотопная датировка геологических процессов: новые методы и результаты. Материалы I Российской конференции по изотопной геохронологии, М.: GEOS, ноябрь 2000, с.384-386.
- Abich G.** Geologie des Armenischen Hohlandes Westhalfte. Geol. Forsch. /in den Kaukas landern, Wien, 1882, 479 p.
- Adiyaman Ö., Chorowisz J., Kuse O.** Relationships between volcanic patterns and neotectonics in Eastern Anatolia from analysis of satellite images and DEM. J. Volcanol. Geotherm. Res.85, 1-4, 1998, pp.18-32.
- Ambraseys N.N.** Studies in historical seismicity and tectonics. Geodynamics Today. Royal Soc. Publ. London. 1975, pp. 7-16.
- Ambraseys N.N., Melville C.P.** A history of Persian earthquakes. Cambridge Univ. Press. New York, 1982, 219 p.
- Armenie, Tresors de l'Armenie ancienne (des orogines au IVe siecle),** sous la direcion de Jacques Santrot, Paris, 1996, 288 p.
- Assessment of the geothermal resources of the Republic of Armenia, Final Report,** prepared for Burns and Roe Enterprises, INC. by GeothermEx, Inc. for the U.S. Agency for International Development, 1998, Richmond, California, p. 211.
- Avagyan A., Karakhanian A., Philip H.** Une eruption volcanique gravee dans le roc. Pour la science. No.-305, mars, 2003, pp. 13-14.
- Badalian R., Bigazzi G., Cauvin M.-C., Chataigner C., Jrbashyan R., Karapetyan S., Oddone M., and Poidevin J.-L.** An international research project on Armenian archaeological sites: fission-track dating of obsidians. Proceedings of the 20th international conference on nuclear tracks in solids, 2000, pp. 373-378.
- Berberian M.** Contribution to the seismotectonics of Iran. Part II, GSI, Report 39, 1976, 516 p.
- Berberian M.** Natural hazards and the first catalogue of Iran. Historical hazards in Iran prior to 1900. International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, 1, 1994, 603 pp.
- Berberian M.** Seismic sources of the Trans-Caucasian historical earthquakes. Historical and Pre-historical earthquakes in the Caucasus, edited by D. Giardini and S. Balassanian, ILP publication 333, Kluwer Academic Publishers, NATO ASI Series 28, 1997, pp. 233-311
- Connor Ch. and Hill D.** Three non-homogeneous Poisson models for the probability of basaltic volcanism, Appli-

- cation to Yucca Mountain (website). Nevada, 1995
- Connor et al.**, Geologic factors controlling patterns of small volume basaltic volcanism: Application to a volcanic hazards assessment at Yucca Mountain (website). Nevada, 2000.
- Doerflinger E., Karakhanian A., Philip H., Avagyan A., Masson F., Aslanian R., Bayer R., Jrbashyan R., Vernant P., Davtyan V., Champollion C., Hamard E., Ritz J.-F., Daignieriers Gerbault M., Peyret M. and Collar P.** Fault activity constrained by GPS data in Armenia: the first results, 2002 (in preparation).
- Doumas C.** Archaeological observations at Akrotiri related to the volcanic destruction, Thera and the Aegean World III, vol 3, Chronology, Proc. of the 3rd International Congress, Santorini, Greece, The Thera Foundation, London, 1990, pp. 48-50.
- Ferraud J.** Les volcans actifs de Turquie: Guide geologique et itineraries d'excursions, Memoire de l'Association Volcanologique Europeenne, ISSN 0982-9601, 2, 1994, 140 p.
- Guidoboni E., Comastri A., Traina G.** Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century, Istituto Nazionale di Geofisica, Rome, 1994, 504 p.
- Haroutiunian R.A., Karakhanian A.S., and Assatryan A.O.** Unknown historical earthquakes of the Armenian Upland. In: Abstracts Int. Conf. on Continental collision zone earthquakes and earthquake hazard reduction, Yerevan, 1993, pp. 35-36.
- Hill D.P., Reasenber P.A., Michael A., Arabaz W.J., Beroza G., Brumbaugh D., Brune J. N., Castro R., Davis S., de Polo D., Ellsworth W. L., Gomberg J., Harmsen S., House L., Jackson S. M., Johnston M.J. S., Jones L., Keller R., Malone S., Munguia L., Nava S., Pechmann J. C., Sanford A., Simpson R.W., Smith R.B., Stark M., Stickney M., Vidal A., Walter S., Wong V., Zollweg J.** Seismicity remotely triggered by the magnitude 7.3 Landers, California, earthquake, Science, vol. 260, June 11, 1993. pp. 1617-1623.
- Innocenti F., Mazzuoli R., Pasquare G., Serri C., Villari L.** Geology of the volcanic area north of Lake Van (Turkey). Geol. Rundsch. 69, 1980, pp. 292-322
- Karahanyan A. S.** The active Faults of the Armenian Upland, Proceedings of the Scientific Meeting on Seismic Protection, Venice, 1993, pp. 88-94
- Karakhanian A.S., Trifonov V.G., Azizbekian O.G., Hondkarian D.G.** Relationship of the late Quaternary tectonics and volcanism in the Khonarassar active fault zone, the Armenian Upland. Terra Nova 9, 1997a, pp. 131-134
- Karakhanian A.S., Jrbashyan R.T., Trifonov, V.G., Philip H., Ritz J.** Active faults and strong earthquakes of the Armenian Upland, Historical and Pre-historical Earthquakes in the Caucasus, Kluwer Academic Publishers, 1997b, pp. 181-187.
- Karakhanian A., Jrbashyan R., Trifonov V., Philip H., Arakelian S., and Avagian, A.** Holocene-Historical Volcanism and Active Faults as Natural Risk Factor for Armenia and Adjacent Countries. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 113, 1, 2002, pp.319-344.
- Karakhanian A., Jrbashyan R., Trifonov V., Philip H., Arakelian S., Avagyan A., Baghdassaryan H., Davtian V., and Ghoukassyan Yu.** Volcanic Hazards in the Region of the Armenian Nuclear Power Plant, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 126/1-2, 2003, pp. 31-62.
- Karakhanian A., Trifonov V., Philip H., Avagyan A., Hessami Kh., Jamali F., Salih Bayraktutan M., Bagdassarian H., Arakelian S., Davtian V., and Adilkhanyan A.** Active faulting and natural hazards in Armenia, eastern Turkey and northwestern Iran, Tectonophysics, 380/3-4, 2004, pp. 189-219.
- Karakhanian A. and Abgaryan Y.** Evidence of Historical Seismicity and Volcanism in the Armenian Highland (by Armenian and other sources), Annali di Geofisica (accepted for publication, 2004).
- Mellaart James.** Catal Huyuk, a Neolithic Town in Anatolia, Thames & Hudson, London, 1967, 176 p.
- Mellaart J.** Neolithic chronology at Catal Huyuk. In: K. Enre, B. Hrouda, M.Mellink and N. Ozgurc (eds.). "Anatolia and the ancient Near East", Ankara, 1989, pp. 315-318.
- Mellaart J.** Contribution des decouvertes archeologiques a la datation du volcanism quaternaire en Turquie: descriptions (picturales) d'eruptions recents du Hasan dagi par les homes du Neolithique a Catal Huyuk. Bull. De l'Association Volcanologique Europeenne (LAVE#), no. 42, 1993, pp. 17-30.
- Oswalt F.** Armenian Handbuch der regionalen Geologie. H. 10, 1912, Heidelberg.
- Philip H., Karakhanian A.** Tremblements de terre et archeologie. Pour la Science (Scientific American) 261, July, 1999, pp. 36-40.
- Philip H., Avagyan A., Karakhanian A., Ritz J-F., and Rebai S.** Slip Rates and Recurrence Intervals of Strong Earthquakes along the Pambak-Sevan-Sunik Fault (Armenia), Tectonophysics, 343, 3-4, 2001, pp. 205 -232
- Rittman A.** Volcanoes and their activity, Mir Publishing House, Moscow, 1964, 436 p.
- Salvini M.** The historical geography of the Sevan region in the Uartian period. In book: The North-eastern frontier Uartians and non-Uartians in the Sevan Lake basin. Part I. The southern shores. Eds. Raffaele Biscione, Simon Hmayakyan and Neda Parmegiani, Rome, 2002, 475 p.
- Shultz F.E.** Memoires sur le lac de Van et ses environs (1827-1828), Journal Asiatique, 9, issue 3, Paris, 1840, pp. 257-323
- Tchalenko J.S.** A reconnaissance of the seismicity and tectonics at the Northern border of the Arabian plate (Lake Van region). Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn. 19, 1977, pp. 189-208.
- Trifonov V.G., Karakhanian A.S., Kozhurin A.J.** Major active faults of the collision area between the Arabian and the Eurasian plates, in Continental Collision Zone Earthquakes and Seismic Hazard Reduction. IASPEI/IDNDR, Yerevan, 1994, pp. 56-79.
- Wells D.L. and Coppersmith K. H., 1994.** Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement. Bull. Seismol. Soc. Am. 84, 974-1002.
- Yilmaz V., Gьner Y., Saroglu F.** Geology of the Quaternary volcanic centers of the East Anatolia. J. Volcanol. Geotherm. Res. 85, 1-4, 1998, pp. 173-2.

**ԱԿՏԻՎ ՀՐԱՔՈՒԽՆԵՐ ԵՎ ՀՐԱՔԻԱՅԻՆ ՎՏԱՆԳ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌՆԱՇԽԱՐՀԻ
ԵՎ ՍԱՀՄԱՆԱԿԻՑ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐՈՒՄ**

**Ա. Կարախանյան, Ռ. Չրբաշյան, Վ. Տրիֆոնով, Է. Փիլիպ, Ս. Առաքելյան,
Ա. Ավագյան, Ա. Բաղդասարյան, Վ. Դավթյան**

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում ամփոփվում են հեղինակների կողմից վերջին տարիների ընթացքում կատարված կառուցվածքաերկրաբանական, պալեոսեյսմաբանական, պատմական և հնագիտական աշխատանքները, ինչպես նաև նոր տվյալները և ճշտված տեղեկությունները Հայկական լեռնաշխարհի հրաբուխների ժայթքումների վերաբերյալ: Քննարկվող հետազոտությունների մեթոդիկան ներառել է մանրակրկիտ դաշտային աշխատանքներ, ինչպես նաև հեռազննման նյութերի վերլուծություն, GPS մոնիտորինգի տվյալների օգտագործում, նմուշների տարիքի որոշում ռադիոածխածնային և հնագիտական մեթոդներով: Բերվում են հոլոցեն-պատմական շրջանում Գեղամի և Վարդենիսի լեռնաշղթաների հրաբուխների ակտիվության օրինակներ: Ներկայացվող տեղեկությունների հիման վրա հեղինակները նշում են, որ Գեղամի լեռնաշղթայի կենտրոնական և արևելյան կլաստերների հրաբուխների, ինչպես նաև Փորակ հրաբուխի ակտիվությունը կարող է ունենալ ուշ հոլոցենային և նույնիսկ պատմական տարիք:

**ACTIVE VOLCANOES AND VOLCANIC HAZARD IN THE ARMENIAN
HIGHLAND AND ADJACENT AREAS**

**A. Karakhanian, R. Jrbashyan, V. Trifonov, H. Philip, S. Arakelyan, A. Avagyan,
A. Baghdassaryan, V. Davtyan**

Abstract

The article summarizes structural and geological, volcanological, paleoseismological, historical, and archaeological works conducted by the authors recently, as well as newly obtained and more precisely estimated evidence of history and archaeology concerning volcanic eruptions in the Armenian Highland. The technique of discussed research includes detailed field works, analysis of remote sensing materials, use of GPS monitoring data, and estimation of ages of the samples by radiocarbon and archaeological methods. The authors give examples of volcanic activity in the area of the Gheham and Vardeniss Ridges during the Holocene-historical period. Based on the information presented, the authors observe that the activity of volcanoes in the central and eastern clusters of the Ghegham Ridge, and that of the Porak Volcano, can have a Late Holocene and even historical age.