

ПРИРОДА

№ 10, 2003 г.

Короновский Н.В., Демина Л.И.

Исчезнувшие вулканы Главного Кавказского хребта

© “Природа”

**Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях возможно лишь с разрешения редакции**



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 03-07-90415)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
vivovoco.usu.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

Исчезнувшие вулканы Главного Кавказского хребта

Н.В.Короновский, Л.И.Демина

Второй по величине вулкан Главного Кавказского хребта — Казбек вместе с Эльбрусом, отстоящим от него примерно на 100 км к западу, образуют красивейшие горные вершины, всегда привлекавшие к себе исследователей, альпинистов и туристов. Благодаря более легкой доступности Эльбрус изучен лучше. В верховьях р.Азау находятся многочисленные горнолыжные курорты. Казбеку повезло меньше. Подходы к нему труднее, да и подъем круче. Он окружен небольшими плейстоценовыми (450—50 тыс. лет назад) и голоценовыми (10—2 тыс. лет назад) вулканчиками, давшими короткие лавовые потоки с типичной глыбовой поверхностью. Однако в предгорьях Большого Кавказа, в западной части Терско-Каспийского передового прогиба (главным образом в Осетинской впадине), в отложениях верхнего плиоцена (3—1.8 млн лет назад), заключено огромное количество переотложенного вулканического материала, состоящего из лавовых валунов, обломков пемзы, слоев вулканических туфов и пеплов. Местами такой материал слагает почти всю толщу, а иногда чередуется с аллювиальными (речными) и озерными осадочными отло-

© Н.В.Короновский, Л.И.Демина



Николай Владимирович Короновский, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Заслуженный деятель науки РФ. Круг научных интересов — магматизм, геодинамика, неотектоника. Неоднократно печатался в «Природе».



Любовь Ивановна Демина, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник той же кафедры. Специалист в области петрологии магматических и метаморфических горных пород, химической геодинамики.

жениями, почти исключительно континентальными, снесенными с юга, со стороны Большого Кавказа.

Известный исследователь Кавказа В.П.Ренгартен выделил эту толщу мощностью более 2 км как свиту рухдзуар. Каким же образом в ней оказалось такое количество вулканогенного материала? Ведь кроме одино-

кого Казбека в этом регионе вулканов нет.

Вулканическая свита рухдзуар

Свита рухдзуар, состоящая главным образом из молодых вулканических пород, на западе, в Кабардинской впадине, огра-

ГЕОЛОГИЯ



Сахарная голова Казбека. Слева — монастырь Цминда Самеба. Вид с востока.

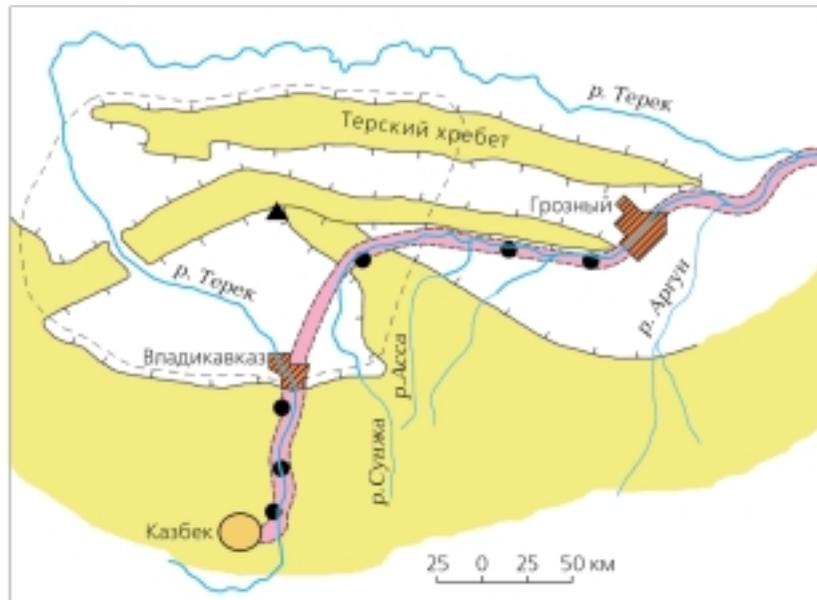
Фото Н.В.Короновского

ничена долинами рек Черека и Урвани; на востоке — р.Яндыркой и молодым Назрановским поднятием, а на севере ее граница примерно совпадает с субширотным невысоким Терским хребтом. В основном она распространена в Осетинской впадине — одной из ванн Терско-Каспийского передового прогиба, который возник около 6 млн лет назад (в конце сарматского века) при росте горноскладчатого сооружения Большого Кавказа. Заполнение прогиба продолжалось и позднее (в мэотический и понтический века), когда сюда с Кавказского хребта сносился валунно-галечный материал, не содержащий вулканических пород и сейчас выделяемый в виде лысогогорской свиты.

Достаточно полные разрезы свиты рухдзуар прослеживаются в долинах рек и ручьев, пересекающих предгорные районы. Наиболее впечатляющий ее выход, мощностью около 1000 м, наблюдается в долине Терека, около с. Эльхотово. Там река прорезает Сунженский хребет, и слои пород прекрасно видны в северном крыле антиклиналь-

ной складки. По-видимому, здесь находилась глубокая поперечная впадина, проходившая через западную часть Терско-Каспийского прогиба, от г.Прохладного на севере до г.Владикавказ на юге. Скважина, про-

буренная вблизи с.Кадгарон в Осетинской впадине, не вышла из вулканогенно-обломочных отложений на глубине 1908.3 м, т.е. мощность свиты рухдзуар может быть более двух километров.



Распространение лахара при взрыве вулкана Казбек (показан розовым цветом). Кружками показаны места описания лахара, треугольником — местоположение урочища Синий камень, штрихом — распространение свиты рухдзуар.

Состав свиты, как показывают обнажения в соседних балках Сунженского хребта у сел Заманкул, Пседах и др., очень изменчив. Стекавшие с Кавказских гор многочисленные реки извивались по предгорным равнинам, часто меняли свои русла, образуя старицы и застойные озера. Даже в соседних, близко расположенных местах одни слои быстро сменяются другими, выклиниваются или, наоборот, увеличиваются в мощности. Изменения фиксируются и в поперечном направлении, от подножий Кавказского хребта к северу. Однако в центральных частях всех разрезов выделяется мощная толща, почти целиком (>98%) состоящая из вулканического материала. В ней повсеместно распространены плохо и хорошо окатанные валуны и обломки (размером от нескольких сантиметров до 1.5 м) разноцветных (серых, красных, малиновых, фиолетовых, черных) андезидацитовых и дацитовых лав. Они характеризуются порфировой структурой с крупными вкрапленниками плагиоклазов, реже пироксенов и роговой обманки и практически полным отсутствием кварца. Цементом служит сходный по составу мелкообломочный вулканический материал, в котором большую роль играют пемзовые «орешки», размером несколько сантиметров, пемзовые пески, вулканические туфы и пеплы. В рыхлой цементирующей массе всегда есть примесь свежего вулканического вещества. Редко в таких толщах встречаются угловатые гальки гранитов, юрских глинистых сланцев, известняков верхней юры и верхнего мела. Присутствуют озерные мергели, глины, пористые известняки, содержащие вулканические туфы.

В нижней части разреза у с.Заманкул возраст отложений свиты рухдзуар довольно уверенно определяется по глинистым морским прослоям с типичными акчагыльскими пелециподами (*Limax* sp., *Pomatias rivi-*

lare Eichw, *Clausiliide* и др.), а в верхних горизонтах он фиксируется наземными моллюсками апшеронского яруса (*Chondrula tschetschenica Stete*, *Euxina* sp., *Tropidomphalus* sp. и др.). Следовательно, возрастной диапазон формирования данной свиты приходится на довольно короткий отрезок позднего плиоцена. Ее породы в целом похожи на породы Казбека и окружающих его небольших вулканов. Однако все эти вулканы намного моложе и относятся к среднепозднему плейстоцену и голоцену.

Петрохимические особенности вулканитов

Из свиты рухдзуар было отобрано около 100 образцов, представляющих собой наиболее характерные разновидности вулканических пород. Кроме того, изучались вулканиты в районе с.Верхние Ачалуки, у так называемого Синего камня, в пределах южного склона Сунженского хребта, а также породы собственно Казбека и окружающих его молодых (в основном голоценовых) вулканов.

Для сравнения химического состава пород применялся кластерный анализ*. Исследования показали, что основная масса магматитов, слагающих валуны, гальки и обломки из свиты рухдзуар резко отличается от плейстоценовых вулканитов Казбека. Иными словами, источник пород в свите непосредственно не связан с четвертичными извержениями этого вулкана.

Породы Казбека отличаются низкими коэффициентами вариаций SiO_2 , Al_2O_3 и CaO и тесной связью Al_2O_3 , FeO , MgO , TiO_2 , MnO , K_2O и Na_2O , присущей таким минералам как высокотитанистый биотит, амфиболы и полевые шпаты. Анализ парных корреляций свидетельствует о повышении содержания титана в породах с возрастанием щелочности.

Высокие корреляционные связи TiO_2 , MgO и FeO в валунах, гальках и обломках вулканитов из свиты рухдзуар отражают кристаллизацию базальгической роговой обманки и высокотитанистого биотита.

* Математико-статистический метод обработки большого количества химических анализов, позволяющий выделить ограниченное количество дискретных групп, характеризующих близкий состав данных пород.

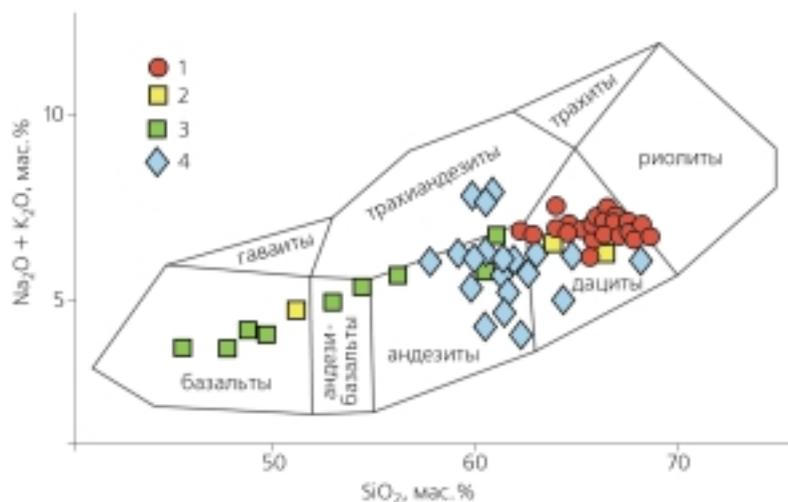


Диаграмма $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ для вулканитов свиты рухдзуар и Казбека. 1 — андезиты, дациты и риолиты свиты рухдзуар; 2, 3 — породы урочища Синий камень: дациты (2), базальты, андезидациты и базальты (3); 4 — вулканиты Казбека.

ГЕОЛОГИЯ

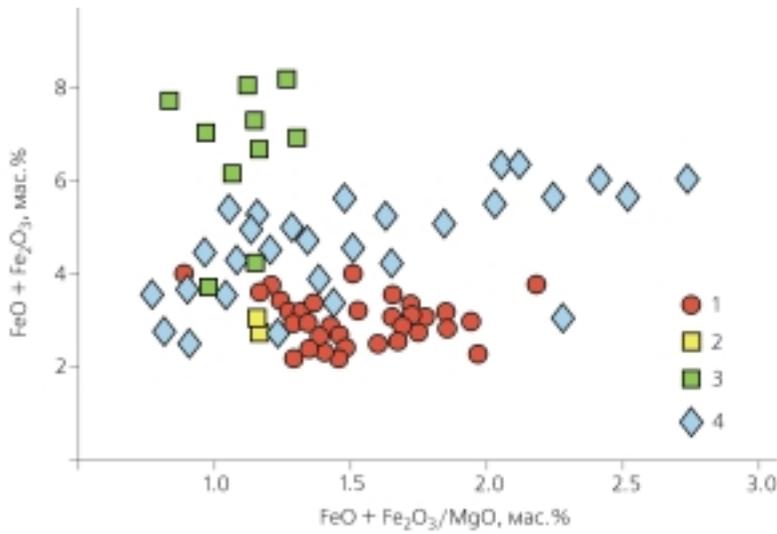


Диаграмма $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) - (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) / \text{MgO}$ для вулканитов свиты рухдзуар и Казбека. Условные обозначения те же, что на предыдущем рисунке.

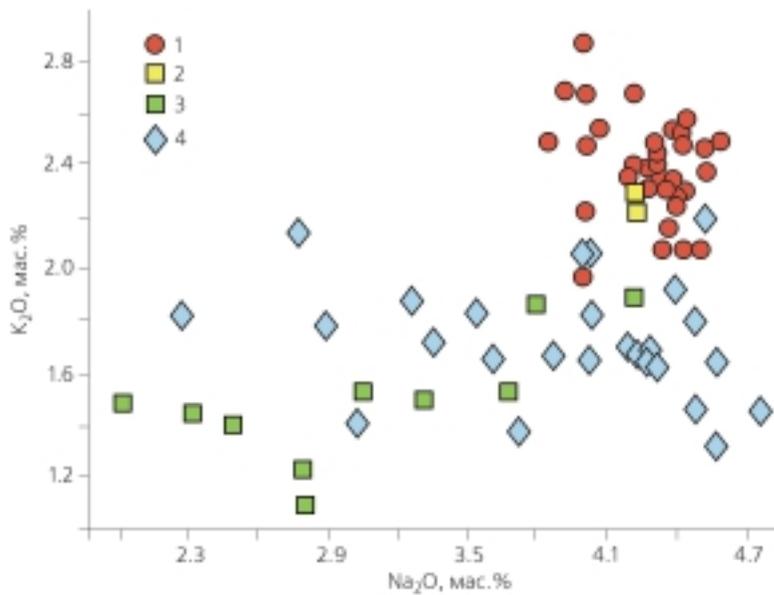


Диаграмма $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ для вулканитов свиты рухдзуар и Казбека. Условные обозначения те же, что на предыдущих рисунках.

Оказалось, что вулканиты из валунов района Синего камня принадлежат к совсем другой группе пород. Они обладают высокой корреляционной связью TiO_2 , P_2O_5 , FeO , MgO , CaO и Fe_2O_3 . В базальтах и андезитах также устанавливается высокая корреляционная связь между SiO_2 , MgO и CaO , что говорит

о существовании первичных пироксенов. В вулканитах широко проявлены вторичные изменения с образованием альбита, эпидота, лейкоксена. В то же время часть валунов из этого района сложена дацитами, петрохимически идентичными дацитам из других участков свиты рухдзуар.

Очевидно, мы имеем дело с тремя совершенно различными группами вулканических пород, образовавшихся из разных магматических очагов. Базальты и андезиты близ Синего камня имеют наибольшее сходство с вулканитами раннесреднеюрского возраста Большого Кавказа (циклаурская свита). Скорее всего они были перенесены на расстояния в сотни километров мощными грязекаменными потоками.

Исчезнувшие вулканы

Вернемся к вопросу, поставленному в начале статьи. Откуда взялась огромная масса вулканического материала свиты рухдзуар? Возможны несколько вариантов ответа: на месте современного Казбека в позднем плиоцене мог существовать другой вулкан, ныне полностью уничтоженный эрозией. Либо здесь располагались какие-то другие вулканы, протягивавшиеся к западу до р.Черек. Сейчас от них тоже ничего не осталось. Они разрушились, а славивший их материал за короткое время был снесен в предгорный прогиб.

Но где именно находились вулканы, которые дали столь большое количество пород? Судя по тому, что весь материал скапливался в прогибе, расположенном на севере, вулканы не могли сформироваться южнее геологического Главного хребта Большого Кавказа. Значительное количество пемзы в слоях свиты рухдзуар и отсутствие следов лавовых потоков говорят об эксплозивном характере извержений. Если бы они сопровождалась излиянием лав, то их остатки обязательно бы сохранились, как мы это наблюдаем на Казбеке. Наиболее древние лавы (скорее всего позднего плиоцена или раннего плейстоцена) сохранились там на высотах около 3800—4000 м, у ледника Цдо. Эксплозивные извержения порождали не только

массу вулканических бомб, обломков, пемзы, туфов и пеплов, но и не создавали крупных вулканических конусов. Существовавшие в то время полупокровные ледники таяли и образовывали мощные грязекаменные потоки, устремлявшиеся к северу и выносившие рыхлый вулканический материал на равнину. Именно поэтому мы не видим верхнеплиоценовых вулканов на Главном хребте. Все они очень быстро исчезли после прекращения извержений. Кавказский хребет энергично вздымался, а вулканические взрывы происходили в условиях оледенения. Таявшие ледники разносили материал бурными селевыми потоками. Обломочный вулканический материал, характеризующийся одинаковыми петрохимическими свойствами, обнаружен в долинах Терека, Фиэгдона, Гизельдона, Ардона и других рек. Полоса взрывных

центров занимала несколько десятков километров и явно была связана с единым магматическим очагом. Возможно, в это время действовал и какой-то прото-Казбек.

Как мы говорили, наибольшая мощность свиты рухдзуар зафиксирована в Осетинской впадине и частично прослеживается в Кабардинской. Образование глубокой впадины типа «pull-apport» (бассейна при-сдвигового растяжения) в Терско-Каспийском передовом прогибе может быть связано с правыми и левыми позднеплиоценовыми сдвигами, возникновение которых обусловлено общим движением по крупной Аграхан-Тбилиско-Левантинской левосдвиговой зоне, вызвавшей в свою очередь перемещение блоков. Вполне вероятно, что именно такие подвижки и спровоцировали формирование очага в верхней коре, по-

ставлявшего кислую магму. После прекращения интенсивной декомпрессии по разрывам он быстро прекратил свое существование и в плейстоцене остался только в виде магматического очага собственно Казбека и его сателлитов.

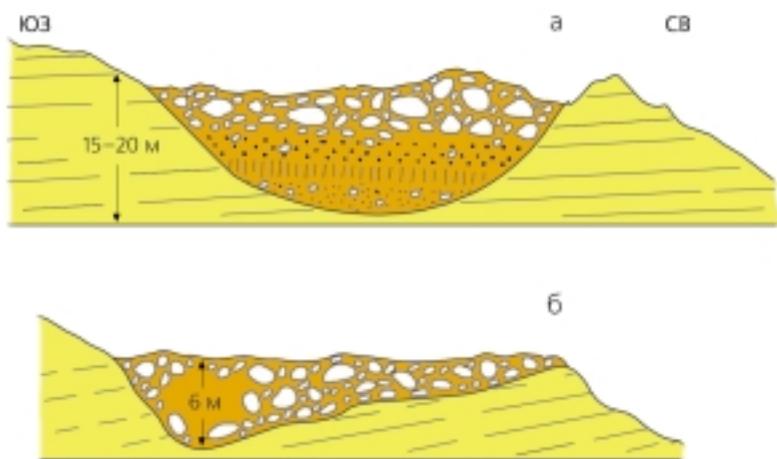
Гигантский взрыв Казбека в позднем плейстоцене

Современный Казбек, сахарную голову которого знают все туристы, проезжавшие по Военно-Грузинской дороге, обладает довольно странной структурой. Вершинный конус вулкана, покрытый маломощным льдом, представляет собой экструзивный (выжатый) купол из вязких лав, сформировавшийся во второй половине позднего плейстоцена. Он насажен на несколько мощных застывших ла-

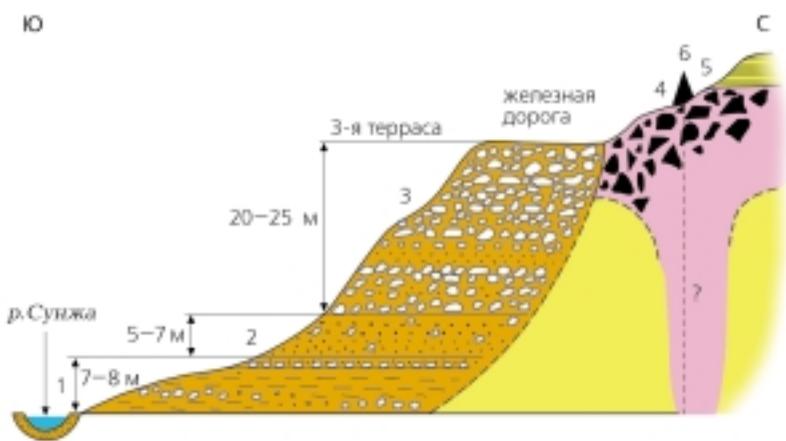


Космический снимок района вулкана Казбека. Видны южный и западный края древней кальдеры. Экструзивный конус современного Казбека — в центре кальдеры.

ГЕОЛОГИЯ



Врез старого русла р.Сунжи в коренные породы меотического яруса у с.Барсуки (а) и на подъеме шоссе к г.Назрань (б). Показана толща грубого валунника и галечника, состоящая только из андезитов и андезидацитов (редантская толща).



Строение 3-й террасы р.Сунжи у с.Алхан-Юрт вблизи Грозного. 1 — бурые суглинки с мелкими гальками андезитов и андезидацитов; 2 — тонкие вулканические пески с пемзовыми «орешками»; 3 — толща, состоящая на 80—95% из андезитовых и андезидацитовых галек и валунов (редантская толща); 4 — черная плотная лавобрекчия: остроугольные глыбы андезитов сцементированы такими же вулканитами; 5 — серые, слабо-сцементированные глинистые песчаники; 6 — скважина на Андреевской площади, углубившаяся в лавобрекцию более чем на 100 м.

вовых потоков, которые прослеживаются по древней долине р.Чхери и далее по Тереку. Но эти потоки не имеют истока, т.е. вулкана, их породившего. На южной стороне Казбека находится глубокий провал, пересекающий конус пополам. Образование его скорее всего свя-

зано со взрывом, разрушившим часть экструзивного купола. Небольшое оседание есть и на восточном склоне массива. К югу от современной постройки вулкана, на высотах около 3,5 км, видны (особенно с самолета) плохо сохранившиеся полукруглые остатки обширной

древней кальдеры, внутри которой и вырос нынешний конус Казбека. Если мысленно продолжить склоны кальдеры вверх, то получится высокий вулкан. Когда же он исчез, и где породы, его слагавшие?

Ответ дает изучение аллювия молодых террас Терека. Вдоль его долины, начиная от г.Казбеги и ниже по течению, вплоть до Владикавказа, хорошо прослеживается ряд позднеплейстоценовых террас [1]. Наиболее высокая среди них, названная редантской (ее лучший разрез наблюдается вблизи с.Редант), сложена валунами размером до 2—3 м в диаметре. Они сцементированы галечным материалом. Валуны и гальки состоят (до 90%) из андезитов и андезидацитов, петрохимически идентичных лавам Казбека. По своим структурно-текстурным особенностям редантская толща представляет собой отложения типичных лахаров — селевых потоков, связанных с взрывными извержениями в условиях оледенения. Мощные грязекаменные потоки неслись сначала по долине пра-Чхери, а затем и Терека.

Любопытно, что у Владикавказа селевые потоки текли не вдоль современного русла Терека, а отклонялись к востоку и, пересекая район нынешнего Назрановского поднятия, вливались в русло р.Сунжи. Лахаровые потоки продвигались по долине Сунжи далеко к востоку, до места слияния ее с долиной Терека, т.е. более чем на 200 км от Казбека.

Мы изучали лахаровые отложения в верхнеплейстоценовых террасах от с.Барсуки, на границе Чечни и Ингушетии, до Грозного. Подобные слои на левом берегу Сунжи в свое время были приняты за породы самостоятельного молодого вулканического центра [1].

Редантская лахаровая толща, по-видимому, полностью заполнила долины Терека и Сунжи, но вскоре до основания оказалась прорезанной реками.

Взрыв Казбека, уничтоживший ранне- и среднеплейстоценовый конус сопровождался образованием небольших эксплозивных центров в устье современной р.Чхери и в долине Терека. Сила извержения и мощность грязекаменных потоков была большая. Валунный диаметр до 1–1.5 м разносился на расстояние свыше 200 км. Иными словами, в начале позднего плейстоцена вулканическая эксплозивная деятельность Казбека достигла наивысшего пика.

Только после взрыва стали изливаться чхерские потоки лав, длина которых достигала 15–20 км. Разрез этих потоков, заполнивших древние русла Терека, прекрасно виден у сел Цдо и Гвилети, ниже Казбеги. Лавы обладают столбчатой отдельностью, подчеркивающей древние склоны долин Терека.

Эволюция Казбекского вулканического района

В позднем плиоцене происходили мощные эксплозивные извержения кислой магмы, приуроченные к субширотной зоне Главного хребта. Крупные вулканические конусы при таких извержениях не образовывались, и выбрасываемый материал быстро сносился водными потоками в прогибающуюся впадину. В дальнейшем магматический очаг, сформированный в результате декомпрессии в верхней коре, прекратил свое существование. Только в восточ-

ной части продолжалось извержение Казбека.

В позднеплиоценовое, раннеплейстоценовое и среднеплейстоценовое время излияния андезитов и андезидацитов сформировали вулканический конус, с отходящими от него лавовыми потоками, сейчас располагающимися на водоразделах или на остатках днищ древних речных долин.

В начале позднего плейстоцена вдоль долины Терека возник ряд эксплозивных центров, один из которых был в устье современной р.Чхери. Затем последовали излияния довольно протяженных лавовых потоков. Три потока спустились по долине Чхери и повернули к северу в долину Терека. Вулкан еще больше увеличился в размерах. После этого последовал мощнейший взрыв (или взрывы), уничтоживший конус вулкана. Образовалась взрывная кальдера, края которой сейчас сохранились лишь на юге. Огромное количество материала, слагавшего вулкан, оказалось вынесенным селевыми потоками (лахарями) в долину Терека и прасунжи.

Затем в центре взрывной кальдеры вырос современный экструзивный конус Казбека, а вокруг него образовались небольшие голоценовые лавовые потоки с прекрасно сохранившейся глыбовой поверхностью и морфологией боковых и напорных валов, связанные с самостоятельными центрами извержений. Последние излияния таких потоков (например,

у с.Сиони) происходили 2–3 тыс. лет назад.

Таким образом, Казбек, каким мы его привыкли видеть со стороны Военно-Грузинской дороги, — вулкан молодой. Следы вулканической деятельности, происходившей всего несколько тысяч лет назад, наблюдаются именно вокруг современного Казбека. Сюда же следует отнести и многочисленные выходы минеральных вод в окрестностях вулкана, в том числе горячих сероводородных Кармадонских источников на северных склонах Казбека.

Одной из причин схода 20 сентября 2002 г. ледниковой лавины, на наш взгляд, могло быть подтаивание льда снизу под воздействием этих источников. Несмотря на то что ледник Колка имел небольшой уклон, всего 7–9°, он с огромной скоростью полностью ушел из своего местоположения, ободрав на своем пути склоны долины до высоты 450 м. Это могло произойти еще из-за скопления под ледником достаточно большой массы воды [2]. После схода ледника в тыловой части ложа, вблизи места отрыва, наблюдалось облако пара и газа с сильным запахом сероводорода [3]. Все это свидетельствует о том, что Казбек (возможно, как и Эльбрус) — вулкан все еще действующий, находящийся в состоянии покоя, но окончательно не потухший. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 03-05-64368.

Литература

1. Милановский Е.Е., Смирнова М.Н., Яковлева Т.В. // Вестн. МГУ. Сер. Геология. 1968. №4. С.16–23.
2. Осокин Н.И. Ледниковая катастрофа в Осетии // <http://geo.1september.ru/2002/43/03/htm>
3. Муравьев Я.Д., Никитин М.Ю., Галушкин И.В. Сообщение о результатах обследования территории катастрофического схода ледово-каменного потока по р.Геналдон РСО-Алания 20 сентября 2002 г. М., 2002.