

УДК 551.21:213.3

## КАТАСТРОФИЧЕСКИЙ КАМЕННО-ЛЕДОВЫЙ ОБВАЛ И БЫСТРАЯ ПОДВИЖКА В I–II ВЕКАХ НАШЕЙ ЭРЫ ЛЕДНИКА КУКУРТЛИ НА ВУЛКАНЕ ЭЛЬБРУС (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

© 2003 г. Академик О. А. Богатиков, И. В. Мелекесцев, Д. К. Миллер,  
А. Г. Гурбанов, П. В. Липман, Дж. Б. Ловенштерн,  
Л. Д. Сулержицкий, А. В. Шевченко

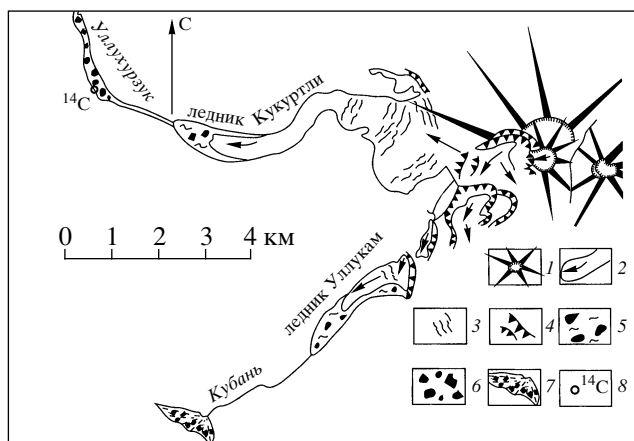
Поступило 03.03.2003 г.

По результатам совместных (ИГЕМ, ГИН и ИФЗ РАН, ИВГиГ ДВО РАН, Геологический факультет МГУ, Геологическая служба США) работ [1–6] установлено, что при возможных извержениях потенциально активного вулкана Эльбрус ( $43^{\circ}20'$  с.ш.,  $42^{\circ}27'$  в.д., северный склон Главного Кавказского хребта) в будущем наибольшая опасность для населения и хозяйственных объектов может исходить от катастрофических и протяженных лахаров [1]. Исключительно благоприятные предпосылки для возникновения последних обусловлены тем, что очень высокий (5642.7 и 5621 м) двухвершинный вулкан Эльбрус и гигантская Эльбрусская кальдера [3] были в прошлом и остаются в настоящее время крупнейшим на Кавказе центром оледенения с суммарной площадью современных ледников  $139 \text{ км}^2$  и объемом льда  $\sim 6 \text{ км}^3$  [7]. Однако роль ледников как источников опасности этим здесь не ограничивалась. Так, в долинах р. Уллухурзук и правого истока р. Кубань (р. Уллукам) нами сначала при дешифрировании аэрофотоснимков были обнаружены, а в ходе дальнейших полевых исследований детально изучены специфические формы рельефа, предварительно диагностированные как следы недавних крупных каменно-ледовых обва-

лов и быстрых подвижек ледников Кукуртли и Уллукам, расположенных в западном и юго-западном секторах подножия Эльбруса (рис. 1). Они начинаются от обширной ледяной “шапки”, которая покрывает Западную и Восточную вершины Эльбруса и большую часть Эльбрусской кальдеры [3]. Ледник Кукуртли расположен в верховьях долины р. Уллухурзук. Его длина, если считать от Западной вершины Эльбруса, достигает 7.5 км, а конец находится на абсолютной отметке  $\sim 2800$  м. Ледник Уллукам длиной  $\sim 6$  км заканчивается в долине правого истока р. Кубань на отметке  $\sim 3050$  м. Характерная особенность ложа обоих ледников в областях их питания – наличие крутых, до вертикальных, стенок высотой 500–1000 м, где тела ледников, разбитые частыми глубокими трещинами, резко уменьшаются в мощности и как бы висят или вообще оказываются разорванными. В последнем случае стенки из коренных пород увенчиваются вверху 100–200-метровой толщей льда.

В верховьях долины р. Уллухурзук с обвалами и подвижками ледника Кукуртли связаны фрагменты мелкохолмистой равнины на обоих бортах долины реки. Сейчас эта равнина прорезана и частично размыва при формировании современных пойменных уровней. Высота эрозионных обрывов достигает 15–20 м. До размыва равнина занимала все дно долины между абсолютными отметками, по крайней мере, от 2700 до 2400 м. Самый нижний из сохранившихся участков равнины находится примерно в 4.5 км от конца ледника Кукуртли (аэрофотосъемка 1957 г.). Холмы и холмики большей частью задернованы, крутосклонные. Относительная высота их вершин над поверхностью равнины в среднем 2–3 м, а до 5–10 м поднимаются лишь почти лишенные почвенного покрова многочисленные “скалы” – верхушки гигантских (до 10–15 м) снаружи буро-коричневых блоков туфобрекчий, нижние части которых погружены в уплотненную грубообломочную толщу, слагаю-

*Институт геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии  
Российской Академии наук, Москва*  
*Институт вулканической геологии и геохимии  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук,  
Петропавловск-Камчатский*  
*Геологическая службы США,  
Вулканогеологическая лаборатория в Каскадных горах*  
*Геологический институт  
Российской Академии наук, Москва*  
*Кабардино-Балкарский государственный  
университет, Нальчик*



**Рис. 1.** 1 – вулканические постройки и их кратеры; 2 – ледники (стрелки показывают направление движения ледника); 3 – ледопады; 4 – субвертикальные коренные стенки; 5 – молодые (предположительно середины XIX в.) морены; 6 – фрагменты мелкохолмистой обвальная равнины I–II вв. н.э.; 7 – позднеголоценовый гляциально-селевый конус выноса в верховьях правого истока р. Кубань; 8 – место отбора образца на  $^{14}\text{C}$ -анализ.

щую холмистую равнину. Вымытые из нее крупные блоки туфобрекчий встречаются на пойме и в русле р. Уллхурзук. Грубый (от гравия до глыб) материал в туфобрекчиях совершенно неокатанный, угловатый и представлен обломками темно-серых дацитов с большим количеством крупных кристаллов плагиоклаза молочно-белого цвета. Заполнитель – несортированная смесь разнозернистого песка и алевропелита. Общий цвет толщи темно-серый и буровато-красно-серый. По нашим данным, блоки туфобрекчий “вырваны” из субвертикальной стенки в области питания ледника Кукуртли в интервале высот от 4200–4900 м и были перемещены оттуда на расстояние более 10 км.

Между основаниями уступов коренных бортов долины и боковыми краями холмистой равнины местами видны следы старых береговых линий подпрудных озер. Судя по их высоте, первоначальная глубина озер была до нескольких десятков метров. Затем уровень воды в них снизился примерно до уровня поверхности холмистой равнины, а на дне стал накапливаться торф, мощность которого сейчас достигает 50–60 см.

Из подошвы (нижние 5–6 см) торфяника был взят образец на  $^{14}\text{C}$ -датирование. Получена его дата (ГИН-11983) –  $1750 \pm 30$   $^{14}\text{C}$  лет назад (л.н.) и определен [по 8] календарный возраст – примерно 290 г. Формирование же торфяника, с учетом скорости его роста, началось в 200–250 г. Обращает внимание хорошее совпадение датировки низа торфяника с датировкой почвенного горизонта (ГИН-9307,  $1770 \pm 60$   $^{14}\text{C}$  л.н., календарный –

290 г.) над тефрой последнего пока из датированных извержений вулкана Эльбрус в начале нашей эры [2].

Какая-либо ориентировка холмов и “скал” на поверхности равнины отсутствует, что не позволяет отнести последнюю к моренным образованиям ледника Кукуртли с характерными для них дугообразными грядами и четко выраженными боковыми моренами. Не похожа описываемая холмистая равнина по рельефу поверхности и на типичные обвальные формы вулканических областей [9, 10]. Поэтому было высказано предположение об образовании холмистой равнины в результате комбинации каменно-ледового обвала и быстрой подвижки ледника Кукуртли. Аналогичная картина наблюдалась в верховьях долины реки Геналдон (Северный Кавказ, Республика Северная Осетия–Алания), где 20 сентября 2002 г., при обрушении пульсирующего ледника Колка, произошел каменно-ледовый обвал и обрушенная масса стала двигаться вниз по долине с огромной скоростью, сметая все на своем пути и приводя к человеческим жертвам.

Остатки подобной холмистой равнины, но не столь четкие и меньшие по площади, имеются и на дне долины правого истока р. Кубань ниже конца ледника Уллукам. Возможная причина – узость (местами каньонообразное ущелье) и большая глубина отрезка долины, по которому главная масса каменно-ледового материала, по видимому, пронеслась и отложилась у слияния этого истока Кубани с его правым притоком р. Уллузень, сформировав здесь обширный конус выноса (рис. 1). Над поверхностью последнего выступают верхние части громадных (видимая часть до 5–6 м) “скал” – блоков дацитовых туфобрекчий с вулкана Эльбрус и палеозойских гранитов. К сожалению, возраст этого события нами пока не определен.

Для более надежной идентификации описываемой равнины с предполагаемыми аналогичными по генезису формами рельефа и проверки правильности предложенной гипотезы И.В. Мелекесцев провел дешифрирование аэрофотоснимков на район вулкана Казбек и расположенной к северу от него долины р. Геналдон, где в сходной с эльбрусской геолого-геоморфологической обстановке каменно-ледовые обвалы и быстрые подвижки ледников случались неоднократно в историческое время [11, 12 и др.]. Наиболее катастрофичные из них зафиксированы в долине р. Геналдон в 1834, 1902, 1969 и 2002 гг. Здесь находятся ледники Колка и Майли площадью 2,47 и 6,81 км<sup>2</sup> [11], сходные по размерам, морфологии и особенностям питания с ледниками Уллхурзук и Уллукам вулкана Эльбрус.

При дешифрировании аэрофотоснимков 1958 и 1960 гг. установлено, что следы событий 1834 и

1902 г. до сих пор хорошо выражены в рельефе. Это прежде всего скульптурно-абразивные формы в виде продольных борозд и рытвин на склонах долины р. Геналдон на высоте до 100–140 м над урезом ее современного русла, а также аккумулятивные образования: вытянутые вниз по течению реки, полосы (примазки) грубообломочного материала на склонах долины, а на ее дне – участки мелкохолмистых равнин с большим количеством глыб и громадных блоков коренных пород на их поверхности. Самые обширные участки равнин расположены напротив сел. Тменикау и особенно перед входом в ущелье, прорезающим Скалистый хребет. На аэрофотоснимках участки мелкохолмистых равнин в долинах р. Уллухурзук (подножье Эльбруса) и р. Геналдон выглядят практически одинаково, что указывает и на их сходный генезис.

Как это происходило в 1902 г., прекрасно описал Э.А. Штебер [12], побывавший в долине р. Геналдон через месяц после катастрофы. Реконструируя происшедшие события по данным своих исследований и свидетельствам местных жителей, он нарисовал следующую картину катастрофы: 3 июля послышались раскаты обвалов и с гор по долине пронесся сильнейший ураган, насыщенный пылью и кусочками льда, затем из ущелья Колка с невероятным шумом вырвалась черная масса камней и льда, которая за 5 или 8 мин прошла более 7 км; 6 июля второй обвал прошел по первому и спустился еще на 0.5 км ниже. Остановившаяся насыщенная обломочным материалом ледяная масса имела вид “настоящего ледника, только без боковых морен”. По оценке Э.А. Штебера, объем ее был равен ~54 млн. м<sup>3</sup>. Вес наиболее крупных перенесенных глыб достигал 32–48 т. По другим данным, за пределы исходных границ ледника Колка было перемещено 74.5 млн. м<sup>3</sup> и даже 100–110 млн. м<sup>3</sup> [11] льда и обломочного материала. Главной причиной катастрофы Э.А. Штебер считал обрушение висячих ледников, коренное ложе которых имело крутизну 40°–60°. С высоты более 4500 м ледово-каменные массы свалились на лежащий на отметках 3300–3000 м ледник Колка и привели его в движение.

В 20-х годах XX в. насыщенная огромным количеством разноразмерных обломков пород каменно-ледовая масса 1902 г. в долине р. Геналдон растаяла [11], а вытаявший несортированный обломочный материал сформировал мелкохолмистую равнину, аналогичную таковой в долине р. Уллухурзук.

Более страшная по своим последствиям катастрофа 20 сентября 2002 г., широко освещенная в средствах массовой информации, продемонстрировала, как возникают подпрудные озера. Процесс обрушения льда начался в 20 ч 08 мин – 20 ч

09 мин московского времени и продолжался, судя по длительности зарегистрировавшихся сигналов, 3–4 мин. Именно тогда висячий ледник (или ледники) сорвался с крутой северо-восточной стенки горы Джимара (4780.1 м) с высоты ~4300 м и, пролетев по воздуху ~1100 м, упал на ледник Колка, заставив его двигаться. Лед вместе с захваченным как на этой стенке, так и по пути обломочным материалом пронесся со скоростью до ~150 км/ч вниз по долине р. Геналдон, выворачивая гигантские камни и деревья, а местами глубоко срезая борта долины. Впереди каменно-ледовой массы летел сильнейший воздушный вихрь. Переместившаяся от места обвала на 19 км смесь льда и обломков горных пород объемом ~150 млн. м<sup>3</sup> остановилась на высоте ~1200 м перед входом в ущелье, прорезанным р. Геналдон в Скалистом хребте. Еще ниже (за туннелем) прошел гляциальный сел. Каменно-ледовое образование мощностью до 100 м вытянулось в виде полосы вдоль долины р. Геналдон на расстояние более 4 км, подпрудив боковые водотоки, что привело к возникновению вдоль обоих бортов долины глубоких озер. Следы именно таких озер и были обнаружены нами в долине р. Уллухурзук.

Причины обвалов висячих ледников в 1902 и 2002 гг. пока однозначно не установлены. Л.А. Варданыц считал, что обвалы ледников и последующие катастрофические последствия были обусловлены неотектоническими подвижками, возникшими при “выжимании” субширотного блока, сложенного двумя антиклиналями с синклиналью между ними и ограниченного с севера и юга зонами разломов. Большинство исследователей предполагают, что они, вероятнее всего, вызывались аномальными метеоусловиями: необычно высокими температурами лета, обилием осадков, сильными ливнями. В принципе, то же самое можно допустить и для ледника Кукуртли на Эльбрусе в начале нашей эры. Однако нельзя исключить и другие благоприятствующие таким обвалам причины. Например, сильные местные вулканические землетрясения в период подготовки и в ходе извержения, подъем и деформации привершинных частей вулкана при движении к поверхности вязкой дацитовой магмы. Тем более, что примерно к этому времени относится и датированное нами извержение Эльбруса [2].

Суммируя приведенный выше материал, логично заключить, что катастрофические обвалы и быстрые подвижки ледников могут происходить на вулкане Эльбрус и в дальнейшем. В случае же его извержений не исключена их комбинация с мощными лахарами. Чтобы минимизировать количество жертв и возможный ущерб от этих и других катастрофических событий в Приэльбрусье и в Горной Осетии (РСО–А), необходимо как можно скорее наладить постоянный ком-

плексный мониторинг потенциально активных вулканов Эльбрус и Казбек.

Настоящая работа выполнена в Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН при финансовой поддержке РФФИ (гранты 03-05-64215; 03-05-96744), фонда CRDF (проект RG1-2239), Министерства промышленности, науки и технологии РФ в рамках контракта 801-02(00)-П и лаборатории "Геодинамики" Кабардино-Балкарского государственного университета.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатиков О.А., Мелекесцев И.В., Гурбанов А.Г. и др. // ДАН. 1998. Т. 362. № 4. С. 518-521.
2. Богатиков О.А., Мелекесцев И.В., Гурбанов А.Г. и др. // ДАН. 1998. Т. 363. № 2. С. 219-221.
3. Богатиков О.А., Мелекесцев И.В., Гурбанов А.Г. и др. // ДАН. 1998. Т. 363. № 4. С. 515-517.
4. Богатиков О.А., Мелекесцев И.В., Гурбанов А.Г. и др. Глобальные изменения природной среды. Новосибирск: Изд-во СО РАН НИЦ ОИГГМ. 1998. С. 153-164.
5. Богатиков О.А., Гурбанов А.Г., Мелекесцев И.В. и др. В сб.: Геодинамика, сейсмоструктура и вулканизм Северного Кавказа. М.: Изд-во Региональная обществ. организация ученых по пробл. прикл. геофизики, 1998. С. 295-319.
6. Богатиков О.А., Мелекесцев И.В., Гурбанов А.Г. и др. // Вулканология и сейсмология. 2001. № 2. С. 3-17.
7. Оледенение Эльбруса / Под ред. Г.К.Тушинского. М.: Изд-во МГУ, 1968. 345 с.
8. Stuiver M., Reimer P.J., Bard E. et al. // Radiocarbon. 1998. V. 40. № 3. P. 1041-1083.
9. Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Краевая Т.С. Ре-льеф и отложения молодых вулканических районов Камчатки. М.: Наука, 1970. 104 с.
10. Краевая Т.С. Генетические типы грубообломочных отложений стратовулканов. М.: Недра, 1977. 126 с.
11. Рототаев К.П., Ходаков В.Г., Кренке А.Н. Исследование пульсирующего ледника Колка. М.: Наука, 1983. 164 с.
12. Штебер Э.П. // Терский сб. 1903. В. 7. С. 72-81.