

Р.А. Тавасиев

Ледники Майли и Колка (Центральный Кавказ)

Р.А. Тавасиев*

Данная статья является продолжением статьи «Ледники и каменные глетчеры бассейна реки Геналдон (Центральный Кавказ)», опубликованной в нашем журнале [20].

Ледник № 248 Майли долинный является самым большим ледником в бассейне р. Геналдон (рис. 1). Еще в начале XX века этот ледник был сложным долинным и состоял из нескольких потоков. Он формировался в фирновых полях между вершинами Казбек (5 033 м), Джимарайхох (4 780 м) и Шаухох (4 636 м). Протяженность этих полей составляла около 8,5 км, а площадь ледника – около 21,3 км². Согласно К.И. Подозерскому, конец ледника был на высоте 2 326 м, а по прилагаемой карте – на 2 330 м [16, с. 83 и карта]. В дальнейшем, при деградации ледника Майли, произошло постепенное обособление отдельных ледниковых притоков и образование самостоятельных ледников.

В 1882 г. в Геналдонском ущелье и прилегающих районах проводилась топографическая съемка. На основе в том числе и этих съемок была создана 1-верстная карта Кавказского военно-топографического отдела. Судя по всему, высота конца ледника Майли, указанная на этой карте, ошибочна (см. ниже). В последующие годы исследователи и альпинисты разных стран, посетившие этот район в конце XIX и в начале XX веков, не проводили определение абсолютных высот, а необходимые данные брали с этой карты. Поэтому конец ледника Майли на протяжении 31 года указывался практически на одной и той же высоте [8, 14, 15, 16]. К сожалению, этого не учли последующие исследователи, что привело к некорректным вычислениям динамики отступления ледника Майли (см. ниже).

ДИНАМИКА ОТСТУПАНИЯ ЛЕДНИКА МАЙЛИ

Динамика отступления ледника Майли рассматривается по имеющимся литературным данным

только с 1882 года. Достоверно установленные данные наносились на космоснимки высокого разрешения в программе Google Earth [26] и уже по ним производились необходимые измерения (рис. 2).

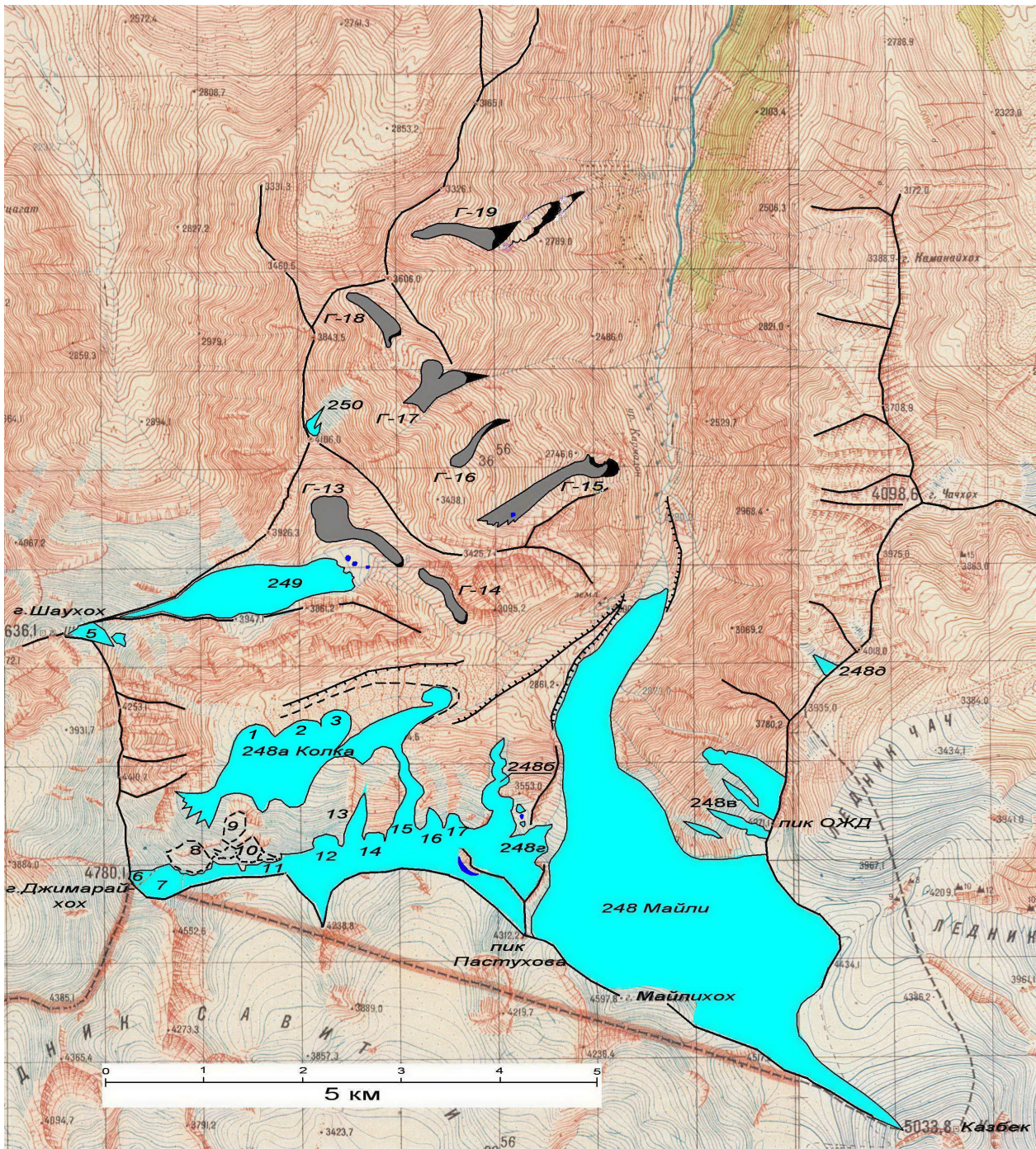
В период 1862–1887 гг. Г. Хатисян непосредственно занимался изучением динамики Казбекских ледников. По его данным, в 1882 г. горячий источник Кармадон «находился как раз под конечным сводом» Майлийского ледника, «конец того же ледника бывал иногда настолько выдвинут вперед, что источник оставался под ледником, и действием его теплоты образовался во льду над источником колодез, выпускавший горячие пары». В 1886 г. конец ледника был в 5 саженях (около 10,6 м) от этого источника. В 1887 г. конец ледника был уже на расстоянии 17 саженей (36,2 м) [22, с. 343]. За год ледник отступил на 25,6 м.

В 1889 г. А.В. Пастухов совершал восхождение на Казбек. По его данным, ледник в это время был в 15 саженях (около 32 м) от горячего источника. Но на карте, помещенной в его статье, высота конца ледника Майли отмечена на высоте 7 644 фута (2 330 м) [14, с. 135–136]. Сейчас этот источник находится на высоте 2 270 м. Даже при всех прошедших здесь катастрофах углубление поймы р. Геналдон на 60 м не могло произойти. Напрашивается однозначный вывод, что высоты 2 326 и 2 330 м позаимствованы авторами тех лет с ошибочной отметки этой высоты на вышеупомянутой 1-верстной карте. А высота 2 330 м находится на удалении от минерального источника на 280–290 м. Значит, конец ледника Майли в 1882 г. находился на отметке около 2 270 м.

По данным К.Н. Россикова, ледник в период 1882–1894 гг. отступил на 39,3 сажени (83,7 м). При этом он отметил, что за эти годы произошло «огромное» уменьшение мощности льда на языке ледника [18, с. 305–306]. Скорость отступления была около 7 м в год.

Данные за период 1894–1901 гг. нам не известны.

* Тавасиев Р.А. – заслуженный спасатель России.



1

2

3

4

5

6

Рис. 1. Карта ледников и каменных глетчеров верховьев р. Геналдон (исправленная и дополненная)

Условные обозначения: 1 – горные хребты; 2 – ледники и их номера (номера ледников с 5 по 17 даны согласно схеме К.П. Рототаева и др. [6, с. 12], номера 1–3 – притоки ледника Колка); 3 – места ледников, обвалившихся в 2002 г.; 4 – каменные глетчеры и их номера (а – активные, б – древние); 5 – озера в нивальном поясе; 6 – морены максимальной фазы малого ледникового периода

По сообщению М.П. Преображенской, в 1901 г. конец ледника Майли был на высоте 2 475 м [17, с. 74]. Но это грубая ошибка. На ее фотографии [17, с. 76 и 77] отчетливо видно, что ледник находится в стадии активизации и наступания. Вся поверхность языка ледника покрыта нагромождением льда. Ледник уже полностью перекрыл все пространство до р. Колка и ее устья! А конец ледника, по нашему определению, находился на высоте около 2 290 м. На переднем плане этой фотографии видны строения народного курорта Кармадон, построенного на горячих минеральных источниках. В левой части фотографии видно, что на поверхности откоса правой береговой морены хорошо выделяется вложенная морена. Эта вложенная морена была отложена ледником в предыдущее наступание, когда конец языка ледника Майли перекрывал горячий источник, как сказано выше, это было перед 1882 г. [22, с. 343].

По последующим событиям можно предположить, что активизация и наступание ледника Майли в 1901 г., по всей видимости, происходило одновременно с активизацией и последующим катастрофическим сходом ледника Колка. Катастрофический сход ледника Колка произошел 3 и 6 июля 1902 г. По данным Л.А. Варданянца, к 1929 г. конец ледника Майли был на высоте 2 280–2 300 м [5, с. 4]. Значит, согласно рельефу, за период 1902–1929 гг. ледник отступил на расстояние около 30 м со средней скоростью 2,2 м в год.

Вложенная морена, указанная П.В. Ковалевым на высоте 2 320 м [9], а В.В. Агибаловой и В.Л. Виленкиным – на высоте 2 325 м [2, стр. 71, 73], достаточно хорошо выделяется на фотографиях В.В. Агибаловой [1, фото между с. 120 и 121] и В.Д. Панова [13, фото на с. 185]. Она свидетельствует еще об одном наступании ледника Майли. Эта морена была расположена выше окончания ледника в 1929 г. Значит, это наступание было в период 1929–1959 гг.

В 1959 году на леднике Майли исследования проводила Кавказская экспедиция по программе Международного геофизического года. Материалы этих исследований опубликованы П.В. Ковалевым. Но в его публикации приводятся недостоверные данные. В частности, в ней указывается: «Об отступании Майлийского ледника свидетельствует, прежде всего, отчетливо выраженная конечная морена, расположенная в 200 м от конца ледника. Так как ее абсолютная отметка равна 2 320 м, то вполне возможно, что она фиксирует положение ледника в начале текущего столетия, поскольку на карте Духовского ледник оканчивается именно на этой высоте». Далее: «Судя по данным К.И. Подозерского, ледник находился в 80-х годах прошлого столетия в 100–150 м от курорта Кармадон. В настоящее время от главного ванного здания курорта до ледника – 560 м. Значит,



Рис. 2. Местоположение конца ледника Майли в разные годы, нанесенное на космоснимок Google Earth 2010 г.

с 80-х годов XIX столетия ледник отступил приблизительно на 440 м» [9, с. 37]. Но как уже отмечено выше, окончание ледника Майли на высоте 1092 сажени (2 326 м) на карте А.И. Духовского относится к 1882 г. На этой же высоте окончание ледника в 1882 г. указывал и К.И. Подозерский [16, с. 83]. Значит, это одна и та же точка. Тогда получается, что по одним расчетам ледник отступил от этой точки на 200 м, а по другим расчетам — на 440 м. А по данным Г. Хатисяна, в 1882 г. горячий источник находился непосредственно под окончанием ледника [22]. Это подтверждается и последующими его замерами других авторов (изложено выше).

Подобные расчеты на 1961 г. сделала и В.В. Агибалова. Касаясь посещения ледника Майли в 1889 г. А.В. Пастуховым, она сообщает: «В своем отчете А.В. Пастухов указывает, что тогда конец ледника находился всего в 30 м от источника. Сейчас это расстояние составляет 560 м. Значит, за 71 год ледник отступил на 530 м, т. е. отступал в среднем со скоростью 7,5 м в год» [1, с. 104]. В.В. Агибалова и В.Л. Виленкин в 1961 г. измерили расстояние от метки П.В. Ковалева 1959 года до ледника и определили, что за 2 года ледник отступил на 5,4 м, а конец его остановился на высоте 2 375 м [2, стр. 71, 73]. Но если ледник отступил, то его окончание должно стать выше, а не ниже, чем в 1959 г.! Определение высоты окончания ледника этими авторами также ошибочно. Этот вывод подтверждается фотографиями всех авторов (включая и П.В. Ковалева и В.В. Агибалову), работавших в данном районе в указанные годы [3; 9; 13; 23]. По этим фотографиям вполне надежно определяется, что окончание ледника в то время находилось на высоте около 2 360 м. Все данные по положению окончания ледника Майли и величине его отступления, приведенные П.В. Ковалевым, В.В. Агибаловой и В.Л. Виленкиным, являются недостоверными.

В.Д. Панов, основываясь на недостоверных данных предыдущих авторов, составил таблицу «Величины колебаний конца языка ледника Май-



Фото 1. 1989 г.



Фото 2. Колка в 1990-х г.

ли» за период 1882–1969 гг. [13, с. 185, табл. 102]. По этим данным он рассчитал, что за 1882–1969 гг. конец ледника Майли отступил на 571 м. В.Ш. Цома и О.А. Дробышев, так же как и В.Д. Панов, некритически оценивая данные предыдущих авторов, составили таблицу «Величины отступления и наступания ледников» [23, с. 67, табл. 42]. К сожалению, эта таблица содержит значительный объем недостоверной информации. Авторами приведены ошибочные данные, некорректно изложенные или неверно интерпретированные сведения из работ их предшественников, не говоря уже о допущенных досадных опечатках.

По нашим расчетам, за период 1929–1959 гг., несмотря на очередное наступание, ледник в общей сложности отступил на 235 м со средней скоростью 7,8 м в год. В период 1959–1961 гг. ледник Майли отступил на 5,4 м со средней скоростью 2,7 м в год [2]. В период 1960–1968 гг. ледник наступил на 22 м [23]. Это наступание предшествовало подвижке ледника Колка. «При посещении Майлийского ледника в 1964–1965 гг. мы заметили, что весь его левый сильно изрезанный трещинами бок не только полностью покрыл левую береговую морену... Она произошла в конце сентября 1969 года» [3, с. 98].

На период 1968–1969 гг. данные противоречивы. По В.Д. Панову он наступил на 1 м [13], по В.Ш. Цома и О.А. Дробышеву – отступил на 8 м [23]. Но все это время (1959–1969) конец ледника находился на высоте около 2360 м. По нашим измерениям расстояние между горячими минеральными источниками и высотой 2 360 м равно 395 м. Значит, в период 1882–1969 гг. ледник Майли в общей сложности отступил на 395 м со средней скоростью 4,54 м в год.

При подвижке на леднике Колка в 1969–1970 гг. массы его льда на многие годы перекрыли язык ледника Майли. Производить замеры конца языка ледника Майли стало невозможным. Эти массы таяли около 25 лет.

На одной из фотографий туристской группы из г. Краснодара запечатлен конец языка ледника Майли за несколько недель до катастрофы 2002 г. По этой фотографии видно, что язык ледника сильно вздут. Это говорит о том, что ледник находился в стадии активизации и наступания. По космоснимку Google Earth [26], 25 сентября 2002 г. конец ледника Майли был на высоте 2 410 м. За период 1969–2002 гг., за 33 года, ледник отступил на 155 м, в среднем около 4,7 м в год (рис. 2). По космоснимку Google Earth [26], 1 сентября 2010 г. конец ледника находился на высоте 2 475 м. За 8 лет ледник отступил на 230 м, в среднем около 28,8 м в год! Эти данные значительно отличаются от данных И.М. Васькова и А.Л. Валиева, которые определили величину отступления конца ледника с 2008 по 2009 гг. 15 м в год [6, с. 32]. За весь период наблюдений, с 1882 по 2010 гг., ледник Майли отступил в целом на 780 м, в среднем по 6,1 м в год.

Установлено, что за период 1880–1969 гг. на леднике Майли было четыре наступания. Подтверждение этих наступаний – вложенные береговые морены, отмеченные П.В. Ковалевым, В.В. Агибаловой и В.Л. Виленкиным по обе стороны языка ледника [9, с. 36; 2, стр. 72]. По перемещению отложений катастрофического схода ледника Колка 20.09.2002 г. на поверхности ледника Майли нами была определена скорость течения льда в осевой части языка в 2002–2010 гг. За 8 лет отложения переместились на 620 м, со средней скоростью 77,5 м в год. Эти данные совпадают с данными И.М. Васькова и А.Л. Валиева, по которым средняя скорость передвижения этих масс в период 2002–2009 гг. была от 78 до 85 м в год [6, стр. 32]. По данным К.П. Рототаева, скорость движения льда на этом же участке ледника в августе 1972 г. была от 5 до 10 см в сутки (от 18,25 до 36,5 м в год. – *Р.Т.*) [19, с. 142]. Сочетание возрастания скорости течения льда с возрастанием скорости отступления ледника в последние годы,

по всей видимости, происходит из-за эндогенного прогрева Казбеко-Джигарайского массива. Об этом свидетельствуют и озера, появившиеся в последние годы на больших высотах [20] – данные теплового дистанционного зондирования [11].

Из вышеизложенного следует, что ледник Майли неоднократно находился в стадии активизации и наступания. Одна из них по времени совпала с катастрофическим сходом ледника Колка в 1902 г., другая – с подвижкой 1969–1970 гг., третья – с катастрофическим сходом ледника Колка в 2002 г.

Ледник Майли, несмотря на периодические наступания, с 50-х годов XIX века находится в стадии деградации.

ОЛЕДЕНЕНИЕ БАССЕЙНА Р. КОЛКА

Ледник № 248а Колка, ассиметрично-долинный, является вторым по величине ледником в бассейне р. Геналдон и самым большим ледником в ущелье Колка (рис. 1). Судя по изображению на картах К.И. Подозерского и Г. Мерцбахера [16; 25], отчленение этого ледника от ледника Майли произошло еще до 1882 г. К этому времени ледник Колка имел несколько притоков. «Отступая от южного снежного хребта около 1 в. к северу, ледник прорезывается многочисленными скальными гребнями и вместе с тем как бы на несколько рядом лежащих потоков» [16, с. 83 и карта]. В начале XX века при деградации оледенения произошло обособление этих потоков и образование из них самостоятельных ледников. Уже к середине XX века в ущелье Колка, кроме ледника № 248а, было 13 висячих ледников [19].

К настоящему времени достоверно установлено, что на леднике Колка было три катастрофических схода (выброса) и две подвижки.

В 1752 г. произошел катастрофический сход ледника [4; 10]. Тогда погибли поселения «Семь Геналов», расположенные близко ко дну ущелья.



Фото 3. Висячие ледники Колка 27.07.2002 г., за 54 дня до катастрофы. Фото Э. Манукянца

Отложения этой катастрофы на дне Кармадонской котловины были ранее отмечены некоторыми авторами [24; 19].

В 1834–1835 гг. на леднике Колка произошла подвижка, при которой ледник удлинился и продвинулся вниз по ущелью на несколько километров. Следы и отложения этой подвижки были уничтожены последующими катастрофами.

В 1902 году произошел катастрофический сход ледника Колка, при котором каменно-ледовый селель пронесся по Геналдонскому ущелью на расстояние около 12 км. При этом погибло 36 человек и много скота. Был уничтожен народный курорт Кармадон и другие строения. Поверхность ледника и произрастающая на ней растительность свидетельствовали о том, что ледник Колка перед катастрофой 1902 г. находился в стадии деградации [24, с. 236]. Непосредственной причиной этой катастрофы исследователи того времени считали падение семи «фирн-глетчеров» с горы Джигарайхох [15; 24]. Уже тогда, при падении этих «фирн-глетчеров», произошло обособление отдельных притоков ледника Колка и образование самостоятельных висячих ледников. Это хорошо видно на рисунке Н.В. Поггенполя, который он сделал со своей фотографии. На его рисунке уже можно выделить часть обособившихся висячих ледников, которые просуществовали до катастрофы 2002 г. [15]. Ледовые массы катастрофы 1902 г. таяли 12 лет [19, с. 16].

Подробный анализ ледниковой обстановки в ущелье Колка в период 1903–1969 гг. провел известный гляциолог К.П. Рототаев [19, гл. 2]. После катастрофы 1902 г. началось восстановление ледника Колка. В 1929 г. конец ледника находился на высоте около 2 950 м [19, с. 18, 19]. Его площадь была 2,47 км², длина от тыловых скальных стен цирка — 2 600 м, полная длина (включая юго-западный исток) — 3 130 м, нижняя точка — 2 950 м, высшая точка — 3 850 м [19, с. 21]. В период 1929–1946 гг. ледник находился в относительно стабильном состоянии. За этот период конец



Фото 4. Ледник Колка в первых числах сентября 2002 г. Фото туристов группы О. Неподоба

ледника наступил на 100 м. К концу этого периода притоки и ледово-фирновые поля правого борта ледника Колка приобрели очертания, которые сохранились до катастрофы 2002 г. Поэтому, далее по тексту, для ледово-фирновых полей, висячих ледников и ледников-притоков ущелья Колка будут использоваться номера, данные этим образованиям К.П. Рототаевым [19, рис. 1, с. 12].

В период 1946–1969 гг. происходило накопление массы ледника Колка и его активизация. За период 1946–июнь 1969 гг. ледник наступил на 600 м. Особенно быстро ледник наступал в три летних месяца 1969 г. Тогда он продвинулся на 80 м. К осени 1969 г. ледник стал длиной 3 300 м, полной длиной 3 830 м, площадью 2,87 км². Нижняя точка ледника уже находилась на высоте 2 770 м [19, с. 24, 25]. К.П. Рототаев отмечал, что к 1969 году масса ледника возросла настолько, что поверхность его тыловой и средней части уже стала превышать высоту левой береговой морены [19, с. 36]. По нашему мнению, это очень важный индикатор назревшей подвижки или катастрофического схода ледника. 28 сентября 1969 г. на леднике Колка началась подвижка. К 4 октября ледовые массы завалили дно ущелья до горячих источников, пройдя расстояние 1300 м. К концу октября длина этих масс увеличилась еще на 750 м. С 4 ноября 1969 г. по 10 января 1970 г. ледник увеличился еще на 2 100 м. В результате всей этой подвижки ледник прошел около 4 100 м и спустился до высоты 1975 м. Объем перемещенных масс был около 80 млн м³ [20, с. 25]. Подвижка не затронула ледники-притоки и висячие ледники. В движение была вовлечена только основная часть ледника Колка. «Именно эта часть ледника, его язык, подвергается наибольшему изменению при быстрых наступаниях, тогда как «верхний этаж» остается стабильным» [19, с. 21]. В последующие годы происходило медленное таяние отложенных каменно-ледовых масс и отступление ледника Колка.

По нашей фотографии 1975 г. было определено, что конец ледника в этот год находился на высоте 2 065 м. За период 1970–1975 гг. ледник отступил на расстояние около 650 м, со средней скоростью 130 м в год. Постепенно весь ледник покрывался все более мощной сплошной поверхностной мореной, которая препятствовала таянию льда. В дальнейшем это послужило причиной замедления таяния и отступления ледника. Лед в основном таял снизу, где под ним протекала р. Геналдон.

По нашей фотографии 1989 г. было определено, что конец ледника в этот год находился на высоте 2 140 м. За период 1975–1989 гг. ледник отступил на расстояние 490 м, со средней скоростью 35 м в год. К 1995 году отложения этой подвижки растаяли.



Фото 5. Термокарстовая просадка на завальном теле в Кармадонской котловине, при которой открылись мощные отложения льда. Фото Р. Тавасиева, 11.08.2010

За период 1995–2002 гг. данных у нас нет. Судя по различным фотографиям, ледник Колка в период с 1989 г. до середины лета 2002 г. находился в стадии деградации. Видно, что поверхность его значительно вогнута, не имеет резких перегибов или трещин, а окончание находится на высоте около 2 950 м. На фотографиях видно, что поверхность ледника на всем его протяжении находится намного ниже гребня левой береговой морены (это особенно будет отмечено ниже).

По фотографии альпиниста Э. Манукянца от 27 июля 2002 г. (за 54 дня до катастрофы) видно, что обвалов с висячих ледников ущелья Колка еще не было. 2 сентября по ущелью проходили горные туристы из г. Краснодара под руководством О. Неподобы. Они стали свидетелями происходивших обвалов с висячих ледников правого борта ледника Колка. По их фотографиям видно, что к этому дню уже полностью обвалился ледник № 10, а с ледников № 8 и 9 обвалы продолжают. От обваливающихся глыб льда выделяются какие-то пары (эти фотографии ранее приводились другими авторами). На одной из фотографий видно, что поверхность тыловой части ледника Колка уже завалена обвалами и превысила высоту левой береговой морены! За этой мореной уже виден перехлест обвальных масс. Ниже по леднику видны ступени наплыва, а на этой же морене видны следы проседания ледника. Значит, в тыловой части ледника уже началась подвижка! Так было и перед подвижкой в 1969 г. Все это позволяет сделать вывод: повышение уровня поверхности ледника Колка до высоты гребня левой береговой морены является индикатором набора ледником критической массы и приближающейся подвижки или катастрофического схода!

20 сентября 2002 г., в 20.08 произошел катастрофический сход ледника Колка. На всех аэро-

фотографиях, сделанных в течение 5 последующих дней, и на космоснимке от 25 сентября из Google Earth видно, что на свежевывавшем снеге резко выделяются следы обвалов висячих ледников № 8 и 9. Ледника Колка уже нет. Остались только правая прибрежная часть льда и устья его ледовых притоков. Следы обвала с ледника № 10 уже скрыты свежевывавшим снегом. Все ущелье Колка заполнено какими-то парами.

Некоторые авторы сообщают, что в первые дни после катастрофы в ущелье ледника Колка ощущался сильный запах сероводорода (H_2S). Но, судя по известным нам публикациям, анализ этого газа не проводился. Я.Д. Муравьев сообщает: «Ощущения сотрудников МЧС, высадившихся 24 сентября на боковой морене в верховьях ледника Колка, свидетельствуют о повышенном содержании углекислого газа с примесью сероводорода в атмосфере» [12, с. 44]. Но, как известно, углекислый газ не имеет запаха, и определить его органолептическим способом невозможно. А сероводород имеет специфический запах тухлых яиц. Сразу же после того, как появились разговоры о присутствии сероводорода в ущелье Колка, автором были опрошены спасатели, участвовавшие в этом полете. Сначала все они говорили, что почувствовали сильный запах «сероводорода» и у них начался сильный кашель! Двигатель вертолета стал терять тягу и попытку высадиться на морену прекратили. Спасатель И. Афанасьев, живущий около завода «Электроцинк», вспомнил, что запах на леднике был такой же, как во время аварийных выбросов газа с завода «Электроцинк». Остальные спасатели его поддержали. А аварийные выбросы этого завода содержат сернистый газ! Значит, непреднамеренный органолептический анализ воздуха спасателями показал, что газ, выделявшийся после катастрофы в ущелье Колка, был не сероводород (H_2S), а сернистый газ (SO_2)!

Сернистый газ (диоксид серы, сернистый ангидрид) в нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом горящей серы. В обычных условиях при повышении давления этот газ переходит в жидкое состояние. А, значит, при понижении давления начинает испаряться. Сернистый газ токсичен; симптомы при отравлении: кашель, першение в горле и пр. SO_2 – один из основных компонентов вулканических газов [7]. При повышении давления даже при комнатной температуре сернистый газ легко переходит в жидкое состояние. Значит, пока ледник был на месте, сернистый газ под ним был в жидком состоянии. А когда произошел катастрофический сход ледника, сжиженный газ стал испаряться. По всей видимости, и пары, которые видны на фотографиях туристов из г. Краснодара, также являются испарениями сернистого газа.

На основании вышеизложенного можно предположить, что основной причиной катастрофы 2002 г. явился ряд следующих событий. В последние годы происходила активизация вулкана Казбек, из-за чего началось повышение эндогенного прогрева Казбеко-Джигарайского массива и выделение вулканических газов из магматических камер вулкана. Горячий газ по фумаролам (тектоническим разломам) поднимался к поверхности пород под ложе ледников и прогревал их. От прогрева происходило размораживание скал и донных морен ледников. Потерявшие опору висячие ледники начали разрушаться и падать на тыловую поверхность ледника Колка. Вследствие этого уровень поверхности этого ледника превысил высоту гребня левой береговой морены. Была набрана критическая масса. Ледник Колка имеет ассиметричное строение. Он получает питание только с правого борта, поэтому его правый борт был более перегружен. Из-за обвалов произошла дополнительная нагрузка на правый борт. Под действием этой нагрузки тыловая часть ледника сместилась к левой береговой морене и напозла на нее. При этом произошло разрушение подледниковых каналов стока, и в теле ледника начали скапливаться талые воды. Встретив препятствие в виде левой береговой морены, тыловая часть ледника стала сползать вниз по течению. При этом на откосе левой береговой морены появились следы оседания, а на поверхности ледника – ступени (валы) напоззания. Так произошла начальная подвижка тыловой части ледника. Все это видно на фотографии краснодарских туристов.

В результате накопившейся в теле воды и мощного разового обрушения оставшихся частей ледников № 8 и 9 20 сентября произошел катастрофический сход ледника Колка. Образовавшийся при этом каменно-ледовый сель устремился вниз по ущелью. Вся эта масса на большой скорости пронеслась по Геналдонскому ущелью и уперлась в теснину Скалистого хребта. В котловине образовался каменно-ледовый завал длиной более 3 км, мощностью до 150 м. Жидкая составляющая в виде грязекаменного селя прошла еще 15 км. На протяжении 32 км эта катастрофа произвела колоссальные разрушения. Были уничтожены поселок Нижний Кармадон, несколько баз отдыха, дороги, мосты и автомобильные туннели. Погибло и пропало без вести 124 человека.

После катастрофы в ложе ледника Колка остались только устья его ледовых притоков, правая прибрежная часть ледника и рыхлые ледовые массы в тылу моренных накоплений на высоте 2 950 м. В последующие годы водяные подтеки, обвалы льда и пород продолжались. К 2006 г. обрушились нижние части ледников № 7 и 11. В результате продолжающихся обвалов произошло

сокращение этих ледников. За период 2002–2010 гг. ледник № 7 сократился на 265 м, а его конец стал на 190 м выше. В 2010 г. нижняя точка ледника была на высоте 4 270 м. За этот же период ледник № 11 сократился на 160 м, а его конец стал на 70 м выше. В 2010 г. нижняя точка ледника была на высоте 4 010 м.

Висячий ледник № 5 юго-восточной экспозиции, находящийся под гребнем г. Шаухох, в последние годы сильно деградировал. Сейчас он имеет длину 230 м, площадь около 0,01 км², конец на высоте 4 390 м. Под окончанием этого ледника находятся отчленившиеся от него маломощные пятна льда, которые в ближайшие годы растают.

Остальные ледники ущелья Колка находятся в стабильном состоянии и заметных изменений в них с 1969 г. не произошло.

Оставшиеся устьевые ступени бывших притоков и правобережная часть льда начали сползать в опустевшее ложе ледника Колка (рис. 1). За период 2002–2010 бывший юго-западный приток № 1 ледника Колка («угловой» по [6]), который получает питание при сходе снежных лавин и ледовых обвалов с ледово-фирновых полей ледников № 7, 8 и 9, наступил в ложе ледника Колка на 1060 м со средней скоростью 132,5 м в год. Длина всего потока 1280 м, конец его на высоте 3 300 м.

Приток № 2 («обвальный» по [6]), получающий такое же питание с ледово-фирновых полей ледника № 10, за этот же период наступил на 825 м со средней скоростью 103,1 м в год. Длина всего потока 1010 м, конец на высоте 3 225 м.

Приток № 3 («лапа» по [6]), получающий такое же питание с ледника № 11, наступил на 680 м со средней скоростью 85 м в год. Длина всего потока 1150 м, конец на высоте 3 180 м.

Наши данные отличаются от данных И.М. Васькова и др., полученных на 2009 г. [6].

Все три потока в нижней своей половине сливаются своими бортами и начинают поворачивать вниз по ложу. Общая площадь этих потоков около 1 км².

Нижняя половина правобережной части ледника Колка, оставшаяся после катастрофы, и в которую непосредственно впадает ледник № 15, наступила на 360 м со средней скоростью 45 м в год. Ее нижняя точка спустилась к рыхлообломочным отложениям льда на высоте 2 970 м. Вся эта часть теперь является естественным продолжением ледника № 15.

Следует особо отметить, что почти весь ледник Колка находится в зоне абляции, а все ледники, с которых он получает питание, находятся в зоне аккумуляции. При уменьшении эндогенного прогрева Казбеко-Джимарайского массива обвалы с висячих ледников прекратятся. Поступление питания с этих ледников будет уменьшаться. Продолжающееся потепление климата и переме-

шение льда из тыловых частей притоков в ложе ледника Колка приведет к деградации этих притоков. В течение 15–20 лет они сольются и заполнят ложе ледника Колка, и произойдет его восстановление. Но, так как он опять будет покрыт мощным слоем поверхностной морены, таяние его будет замедленным. Последующее сокращение длины ледника будет происходить с тыловой части. А его окончание долгие годы будет на ригеле ложа, на высоте около 2 950 м. Положение ледника Колка в эти годы будет стабильным. Но если эндогенный прогрев будет продолжаться, а зона его воздействия будет расширяться или смещаться, это может привести к падению других 9 висячих ледников. Тогда новая катастрофа может назреть в течение одного – двух месяцев.

Раньше исследователи, основываясь на пульсациях ледника Колка в 1834–1835 гг., 1902 г. и 1969–70 гг., считали, что цикличность пульсации этого ледника составляет 60–70 лет. Но катастрофический сход ледника в 2002 г. опроверг эти расчеты. А если рассматривать цикличность пульсации ледника Колка, то можно предположить, что этот ледник имеет два независимых друг от друга цикла пульсаций. Один цикл связан с эндогенными процессами. Это катастрофические сходы ледника в 1752, 1902 и 2002 гг. При этих процессах цикл пульсации составляет 100–150 лет. Другой цикл связан с экзогенными процессами (климатический фактор). Это подвижки ледника в 1934–1935 гг. и 1969–1970 гг. При экзогенных процессах цикл составляет 135 лет. Но статистических данных для таких выводов явно не хватает. А если будет продолжаться потепление климата и таяние ледников, ледник Колка может вообще не набрать критическую массу для очередной подвижки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований получены данные по динамике деградации ледников № 248 Майли и № 248а Колка.

Установлено, что на леднике Майли в период 1880–2002 гг. было пять стадий наступания. Несмотря на периодические наступания, этот ледник за период 1882–2010 гг. сократился на 780 м.

Скорость течения льда в осевой части языка ледника Майли в период 2002–2010 гг. была около 77,5 м в год. В этот же период средняя скорость отступления ледника резко возросла до 28,8 м в год. Такое сочетание разнонаправленных процессов дает основание сделать вывод о влиянии на эти процессы усиления эндогенного прогрева Казбеко-Джимарайского массива. Появление подтеков на висячих ледниках Колка перед катастрофой 20.09.2002 г. и появление в последние годы озер на больших высотах нивального пояса также

свидетельствуют об усилении эндогенного прогрева в Казбеко-Джимарайском массиве.

Перед пульсациями ледника Колка в 1902 г., 1969–1970 гг. и 2002 г. происходили активизация и наступание ледника Майли. По всей вероятности, эти процессы были взаимосвязаны.

На деградацию ледника Колка большое влияние оказывают его пульсации. При каждой пульсации происходит резкое уменьшение его объема с последующим медленным восстановлением ледника. Если бы на этом леднике не было пульсаций, то его длина и мощность были бы значительно больше, и Колка сливался бы с Майли в один ледник. А конец этого единого ледника спустился бы в долину р. Геналдон намного ниже, чем конец ледника Майли.

Достоверно известно, что на леднике Колка в период 1752–2002 гг. произошло три катастрофических схода и две подвижки. О подготовительных периодах перед катастрофой 1752 г. и перед подвижкой 1834–1835 гг. данных нет. Перед подвижкой 1969–1970 гг. в течение 40 лет ледник Колка имел положительный баланс, в результате чего к 1969 г. он набрал критическую массу. Перед катастрофами 1902 и 2002 гг. ледник находился в стадии деградации, и если бы не обвалы висья-

чих ледников, Колка не набрал бы критической массы, не произошли бы и катастрофы. То, что в процессе подготовки этих катастроф участвовали одни и те же ледово-фирновые поля, говорит о том, что и причина этих катастроф одна и та же – эндогенный прогрев ложа этих ледников.

Повышение уровня поверхности ледника Колка до высоты гребня левой береговой морены является важным индикатором набора ледником критической массы и приближающейся подвижки или катастрофического схода. Этот показатель необходимо иметь в виду при составлении краткосрочных прогнозов будущих пульсаций на леднике Колка.

Для постоянного контроля над экзогенными процессами, протекающими на леднике (набор ледником критической массы и др.) предлагается установить на леднике видеокамеру с трансляцией изображения в постоянном режиме.

Долгосрочные прогнозы пульсаций на этом леднике невозможны без проведения мониторинга за эндогенными процессами, протекающими в Казбекско-Джимарайском массиве.

В настоящее время деградация ледника Майли и ледников бассейна р. Колка, как и всего оледенения в бассейне р. Геналдон, продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агибалова В.В. С рюкзаком по тропам Центрального Кавказа. – Харьков: Изд-во Харьковского ун-та, 1963. 156 с.
2. Агибалова В.В., Виленкин В.Л. Майлийский ледник и некоторые другие ледники бассейна Гизельдона // Известия Всесоюзного Географического общества. 1962. Т. 94. Вып. 1. С. 70–75.
3. Агибалова В.В., Виленкин В.Л. Среди вечных снегов и ледников. – Орджоникидзе: Ир, 1973. 140 с.
4. Бергер М.Г. Три гляциодинамические подвижки и четыре газодинамических выброса ледника Колка. – Москва: ДомКнига, 2007. 120 с.
5. Варданянц Л.А. О древнем оледенении северного склона Центрального Кавказа (горная Осетия) // Изв. Гос. Русск. геогр. о-ва. 1929. Т. 61. Вып. 1. С. 3–23.
6. Васюков И.М., Валиев А.Л. Ледники Колка и Майли сегодня // Вестник Владикавказского научного центра. Т. 10. № 1. 2010. С. 29–33.
7. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. Пер. на русск. Е.Л. Розенберга, С.И. Коппель. – Москва: Мир, 1976. 544 с.
8. Духовской Н.В. Исследование Казбекских ледников: Суатици, Мна, Орцвери, Абано, Чачского и ледника Кибиша Кистинского ущелья в 1909–1913 годах // Известия Кавк. отд. Импер. Русск. геогр. о-ва. 1917. Т. 25. № 1. С. 1–58.
9. Ковалев П.В. Современное оледенение Казбекско-Джимарайского массива // Материалы Кавказской экспедиции (По программе Междунар. Геофиз. года). 1961. Т. 3. С. 3–44.
10. Комжа А.Л. Катастрофические пульсации ледника Колка и возможности их фитоиндикации в каньоне реки Геналдон (Центральный Кавказ) // Труды Международной научно-практической конференции «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа». – Владикавказ, 2008. С. 374–385.
11. Корниенко С.Г., Ляшенко О.В., Гурбанов А.Г. Выявление признаков очагового магматизма в пределах Казбекского вулканического центра по данной тепловой космической съемки // «Вестник ВНЦ», 2004. Т. 4, № 3. С. 25–32.
12. Муравьев Я.Д. Газовое извержение в цирке – возможная причина развития подвижки ледника Колка по катастрофическому сценарию // Материалы гляциологических исследований. 2005. Вып. 98. С. 44–55.
13. Панов В.Д. Ледники бассейна р. Терек. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1971. 296 с.
14. Пастухов А.В. Сообщение А.В. Пастухова об его восшествии на Казбек 29-го июля // Изв. Кавк. отд. Импер. Русск. геогр. о-ва. 1889–1891. Т. 10. № 1. С. 134–145.
15. Поггенполь Н.В. По северным долинам Казбекского массива и первое восхождение на Майли-хох // Ежегодник Русск. горного о-ва. 1905. Вып. 3 за 1903 г. С. 1–37.
16. Подозерский К.И. Ледники Кавказского хребта // Зап. Кавк. отд. Импер. Русск. геогр. о-ва. 1911. Кн. 29. Вып. 1. С. 1–200.
17. Преображенская М.П. Вокруг Казбека // Ежегодник Русск. горн. о-ва. 1904. Вып. 2 за 1902. С. 56–77.
18. Роскиков К.Н. Состояние ледников северного склона Центрального Кавказа: Отчет за 1893 и 1894 гг. // Зап. Кавк. отд. Импер. Русск. геогр. о-ва. 1896. Кн. 18. С. 279–322.
19. Ротомеев К.П., Ходаков В.Г., Кренке А.Н. Исследование пульсирующего ледника Колка. – Москва: Наука, 1983. 168 с.
20. Тавасиев Р.А., Тебиева Д.И. Горные озера Северной Осетии и их влияние на устойчивое развитие горных территорий // Матер. Междунар. науч. конф. «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений» [электронный ресурс]. – Владикавказ: Терек, 2010. СКГМИ (ГТУ). 14 с.
21. Тавасиев Р.А. Ледники и каменные элетчеры бассейна реки Геналдон (Центральный Кавказ) // Вестник Владикавказского научного центра. Т. 12. № 2. 2012. С. 38–44.
22. Хатисян Г. Казбекские ледники в период с 1862 по 1887 г. // Изв. Импер. Геогр. о-ва. 1889. Т. 24. Вып. 5. С. 326–347.
23. Цомаев В.Ш., Дробышев О.А. Каталог ледников СССР. Т. 8. Северный Кавказ. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 70 с.
24. Штебер Э.А. Ледниковые обвалы в истоках Геналдона // Терский сборник. 1903. Вып. 6. С. 233–248.
25. Merzbacher Gottfried, Dr. Aus den Hochregionen des Kaukasus. 2 vol. Leipzig, 1901. Karte des Kaukasischen Hochgebirges Vom Passe Godiwzik bis zum Archotis-mta.
26. <http://www.Google Earth>.