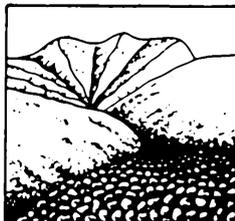


Труды Международной конференции

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г.



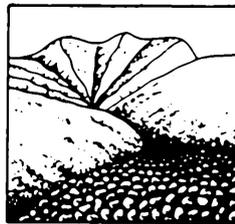
Ответственный редактор
С.С. Черноморец

Институт «Севкавгипроводхоз»
Пятигорск 2008

Proceedings of the International Conference

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008



Edited by
S.S. Chernomorets

Sevkavgirovodkhoz Institute
Pyatigorsk 2008

УДК 551.311.8
ББК 26.823

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г. – Отв. ред. С.С. Черноморец. – Пятигорск: Институт «Севкавгипроводхоз», 2008, 396 с.

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the International Conference. Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008. – Ed. by S.S. Chernomorets. – Pyatigorsk: Sevkavgirovodkhoz Institute, 2008, 396 p.

Ответственный редактор: С.С. Черноморец
Edited by S.S. Chernomorets

Редакция английских аннотаций: К. Маттар и О. Тутубалина
English versions of abstracts edited by K. Mattar and O. Tutubalina

При создании логотипа конференции использован рисунок из книги С.М. Флейшмана «Селевые потоки» (Москва: Географгиз, 1951, с. 51).
Conference logo is based on a figure from S.M. Fleishman's book on Debris Flows (Moscow: Geografgiz, 1951, p. 51).

ISBN 978-5-91266-010-8

© Селевая ассоциация
© Институт «Севкавгипроводхоз»

© Debris Flow Association
© Sevkavgirovodkhoz Institute



О динамике ледников и приледниковых озёр в верховьях р. Бирджалысу и о возможном варианте селезащиты курорта «Джилысу» (северо-восточный склон Эльбруса)

А.М. Багов, М.Д. Докукин, Е.А. Савернюк, С.В. Толстель

Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия

Dynamics of glaciers and proglacial lakes in the headwaters of Birdzhalysu River and a possible design for protection against debris flows in the Dzhilysu resort (north-east flank of Mt. Elbrus)

A.M. Bagov, M.D. Dokukin, E.A. Savernyuk, S.V. Tolstel

High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia

На основе сравнительного анализа карт, фотоматериалов и результатов экспедиционных исследований приводится схема эволюции ледника Бирджалычиран и динамики приледниковых озёр за последние 50 лет и предложен вариант защиты курорта «Джилысу» от селей.

On the basis of comparative analysis of maps, photographic materials and the results of field research a scheme of evolution of the Birdzhalychiran Glacier, the dynamics of proglacial lakes for the last 50 years is presented and a possible design for the protection of the Dzhilysu resort against debris flows is offered.

Река Бирджалысу (бассейн р. Малка), берущая начало с ледников северо-восточного склона г. Эльбрус Бирджалычиран и Чунгурчатчиран, известна прорывными паводками и селевыми потоками, которые наносят ущерб народному курорту «Джилысу» с его знаменитыми термальными источниками. В литературе подробно описаны два случая прорывов приледниковых озёр в 1909 и 2006 гг. (Герасимов, 1909, Черноморец и др., 2007).

В настоящем докладе авторы попытались на основе материалов аэрофотосъёмки 1957, 1978 гг., ортофотокарты 1997 г., космических снимков 2001 и 2002 гг., фотоматериалов экспедиций 2003, 2005, 2006 гг. и вертолётных съёмок 1988, 2005, 2006 гг., проведённых различными организациями, и материалов собственной экспедиции 2007 г. представить общую схему эволюции приледниковых озёр, связав её с картиной динамики ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран за последние 50 лет.

По данным Е.А. Золотарёва, с 1957 по 1987 гг. ото льда ледников Бирджалычиран и Чунгурчатчиран освободилась территория площадью 2,05 км² (Золотарёв, 1997). В период 1987-97 гг. было отмечено наступание ледника Бирджалычиран в среднем по фронту на 90 м, максимально до 160 м (Золотарёв, 2000). По нашим данным с 1957 по 1978 гг. площадь ледников сократилась на 1,14 км², с 1978 по 1997 гг. – на 0,63 км², с 1997 по 2002 гг. – на 0,42 км². В итоге за 45 лет ото льда освободилась площадь порядка 2,18–2,20 км².

Особенностью деградации ледника Бирджалычиран является значительное отступление левых и правых потоков льда (до 1350 м). Их место постепенно занял основной поток ледника, который выдавил правую часть вместе со срединной мореной к востоку на расстояние до 180 м (рис.1 а, д).

С 1957 г. по 2007 г. основные селевые явления были сконцентрированы на полном участке днища долины с уклоном около 3-5° и площадью чуть более 1 км², ранее занятой ледником Бирджалычиран. На этой территории после отступления ледника в рельефе проявились холмообразные выступы коренного ложа, перекрытые

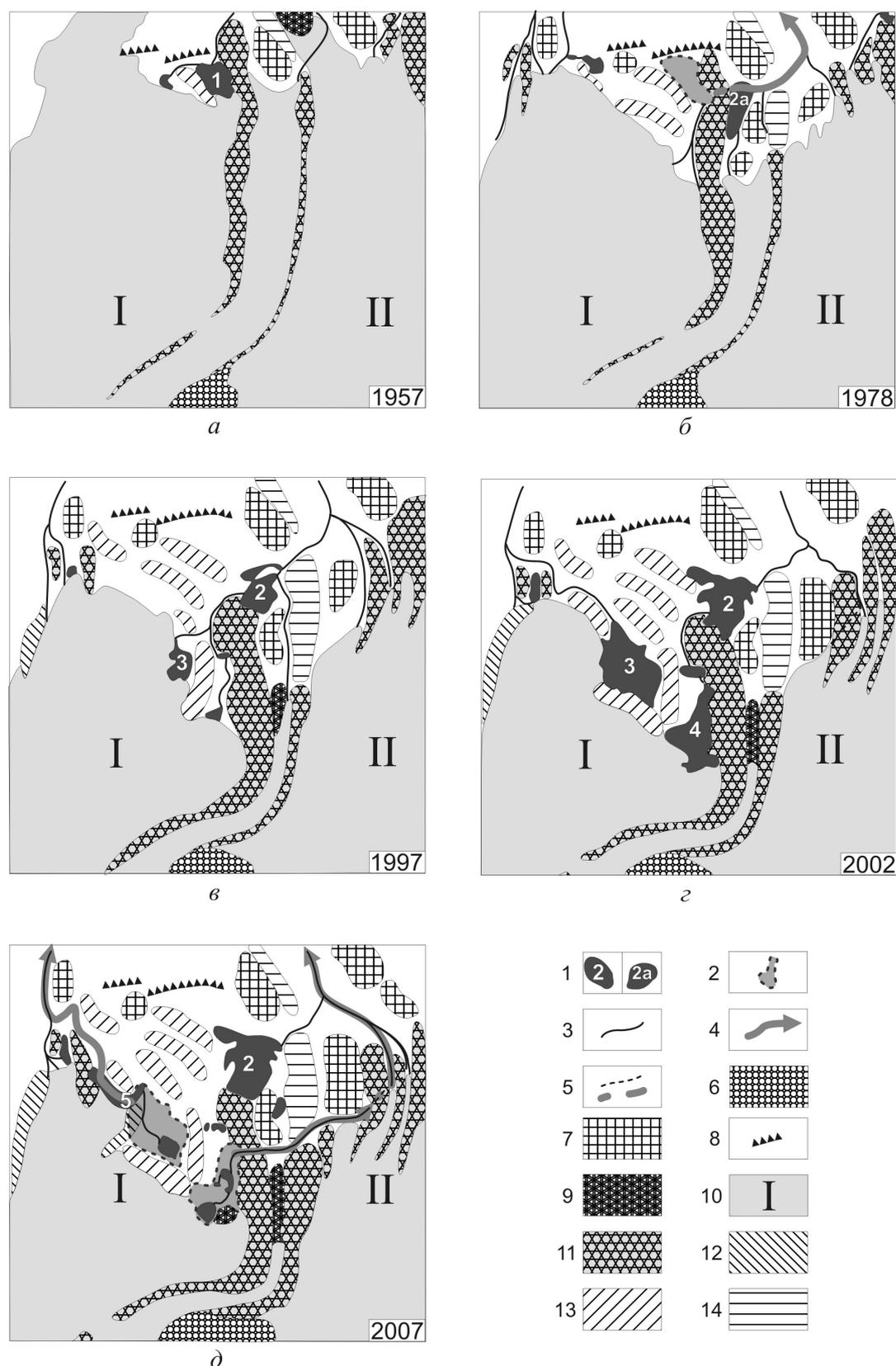


Рис. 1. Схема динамики ледников и приледниковых озёр: 1 – приледниковое озеро и его номер в тексте, 2a – контур озера 1988 г.; 2 – котловины спущенных озёр; 3 – водотоки; 4 – пути спуска озёр; 5 – участок водотока, скрытый подо льдом; 6 – массив пика Калицкого; 7 – холмообразные выступы коренного ложа, перекрытые слоем основной морены; 8 – уступы в рельефе; 9 – мёртвый лёд; 10 – граница ледников: I – Бирджалычиран, II – Чунгурчатчиран; 11 – гряды срединных морен; 12 – боковые морены; 13 – валы конечных морен; 14 – береговая морена ледника Чунгурчатчиран.

основной мореной, валы конечных морен, гряды срединных морен. Понижения между ними стали заполняться водой и начали образовываться озёра.

На аэрофотоснимках и карте 1957 г. было отмечено озеро №1 с отметкой 3324 м, имевшее площадь около 22 тыс. м² (рис.1 а). На ортофотокарте 1997 г. дно озера соответствует горизонтали 3280 м. Не исключено, что в 1957 г. большую часть объёма котловины озера занимал скрытый под водой ледник. Поэтому реальную глубину и объём озера оценить трудно. В 1978 г. этого озера уже не было (рис. 1 б). По косвенным признакам можно определить, что прорыв проходил под грядой срединной морены, окаймлявшей озеро с востока и сложенной почти целиком из ледникового льда. Датировать прорыв озера предположительно можно 1958-м годом. Е.В. Аксаментов, находившийся в это время в районе курорта, зафиксировал свежие селевые отложения, перекрывшие выходы источников.

По вертолётным снимкам 1988 г. установлено, что восточнее гряды срединной морены образовалось озеро №2а (рис.1 б), которое в дальнейшем при вытаивании гряды стало увеличиваться в западном направлении и слилось с остатками озера №1, что привело к формированию озера №2 площадью около 73 тыс. м². С 1988 по 1997 г. отступление гряды составило 290 м. В 1997 г. (рис.1 в) размеры озера составляли около 60% от современных.

На аэрофотоснимке 08.09.1997 г. отмечается начало роста двух озёр №3 и №4, прорывы которых происходили в XXI веке, и начало роста крайнего западного озера.

На космических снимках Terra ASTER 15.09.2001 г. и МКС 13.08.2002 г. зафиксирован максимальный размер озера №3, имевшего длину до 520 м, ширину до 280 м. Озёра № 3 и № 4 (рис. 1 г), площадью около 85 тыс. м² и 64 тыс. м² соответственно, разделял вал свежей конечной морены.

Прорыв озера №3 проходил в северо-западном направлении и был связан с исчезновением ледяной плотины при отступании языка ледника Бирджалычиран. Русловые изменения в верховьях были заметными. В районе отметок 3200-3250 м образовалась рытвина. Катастрофических последствий для курорта Джилысу прорыв не имел, вероятно, по причине значительной длительности процесса и расходов воды меньших, чем при прорыве озера № 4 в 2006 г. По фотографии М. Голубева, сделанной 26.07.2004 г. (http://caucatalog.narod.ru/base/birdzhalychiran_lednik.html), установлено, что на месте озера №3 уже существовали два остаточных озера, по площади занимавших около 20% от максимального размера озёрной чаши. Можно предположить, что прорыв озера произошел в 2003 г. В настоящее время к северо-западу от озера №3 образовалось подковообразное озеро №5 (рис.1, д), вписавшееся в пространство между двумя валами конечных морен на пути прорыва озера №3.

Озеро №4, прорыв которого был спрогнозировано и детально описаны его последствия (Черноморец и др., 2007), существовало почти в одних и тех же размерах более 5 лет, в период 2002–2006 г. оно увеличилось на 30%. Причиной его прорыва стало понижение ледяной перемычки гряды срединной морены в результате абляции. С 1957 по 2002 гг. длина этой гряды сократилась на 800 м. В настоящее время она своим концом опускается в озеро № 2. Впоследствии, при продолжающейся абляции гряды срединной морены, ширина которой достигла 300 м, возможно образование озера значительных размеров на месте озера №4, прорвавшегося в 2006 г., и к востоку от него, подобно озеру № 2.

Обобщив картину эволюции озёр перед ледником Бирджалычиран, можно сделать следующие выводы:

- на пологом участке днища долины р. Бирджалысу площадью немногим более 1 км², освободившемся от ледника Бирджалычиран, за 50 лет в разное время образовались 11 озёр, занимавших более 25% общей площади участка;
- при отступании ледника любая западина или котловина на пути ледникового стока заполняется водой и образуется озеро с постоянным стоком; иногда дном озера может служить тело ледника; бессточные озёра на массивах погребённых льдов на этом участке не образовывались;
- все прорывоопасные озёра обязательно на каком-либо участке береговой линии имели ледяные плотины-перемычки, которые в течение нескольких лет в результате абляции были уменьшены по высоте и прорваны;

- ледяными плотинами озёр могут служить, как гряды срединных морен, оставшиеся после отступления ледника, так и сами языки ледников, при наступании которых перекрывается направление поверхностного стока, а при отступании какой-либо части языка ледника, выдвинутая вперёд часть может служить плотинной;

- не были отмечены случаи прорывов валов свежих конечных морен, окаймляющих озёра, вероятно, вследствие более медленного вытаявания погребённых льдов в составе этих валов.

Исходя из вышеизложенного, появление новых озёр следует ожидать на месте отступающего языка ледника Бирджалычиран, особенно после его возможных подвижек, и на месте гряды срединной морены севернее пика Калицкого (3581 м).

При дальнейшей деградации ледника Бирджалычиран следующим участком, на котором возможно образование озёр, может служить почти горизонтальная площадка 350x800 м на леднике между отметками 3568 и 3561 к юго-западу от пика Калицкого.

Так как в будущем селевая угроза курорту «Джилысу» сохраняется, авторы предлагают вариант его защиты путем отвода стока р. Бирджалысу в соседнее с ней русло р. Султан-Гара-су (Кала-Кулак) в районе коленообразного изгиба русла около холма лавового потока с отметкой 3045 м. Водоразделом, разделяющим рр. Бирджалысу и Султан-Гара-су является древняя терраса высотой около 4 м, которая почти сразу от бровки уступа имеет небольшой наклон в сторону истока р. Султан-Гара-су. На этом участке, на протяжении почти 250 м, рельеф плоского широкого (до 200–250 м) днища древней ледниковой долины имеет перепад высот меньше 10 м. Далее, на расстоянии около 750 м, средний уклон составляет порядка 2–3°. Весь этот пологий широкий участок, вместе с вышележащим внутридолинным конусом выноса, имеет протяжённость более 1,3 км. На нём будут гаситься паводочные волны и аккумуляроваться весь обломочный материал.

Технически направить сток р. Бирджалысу по другому направлению не очень сложно, так как перемычку можно прорезать при помощи бульдозера, который своим ходом поднимется на участок работ с территории курорта по пологому склону крутизной не более 20°. Одновременно с выработкой нового канала стока шириной около 6 м в направлении р. Султан-Гара-су в русле р. Бирджалысу следует возвести плотину из руслового материала с укрепляющими конструкциями. Длина её не будет превышать 30 м, высота – чуть больше высоты террасы. Новое русло будет сопряжено со старым по прямой, без каких-либо поворотов, что значительно снизит опасность размыва плотины.

После переброски стока в р. Султан-Гара-су решается основная проблема курорта «Джилысу» – исчезнет селевая угроза участку размещения бассейнов с термальными водами и других вспомогательных сооружений. Это позволит более рационально спланировать всю инфраструктуру курорта. В проекте селезащиты необходимо будет предусмотреть сооружение мостового перехода через р. Султан-Гара-су.

Авторы выражают благодарность Е.В. Аксаментову, Э.В. Запороженко, В.Х. Ульбашеву и Е.М. Богаченко за предоставленные фотоматериалы и информацию.

Список литературы

- Герасимов А. О прорыве ледникового озера на NO склоне Эльбруса. – Известия Геологического Комитета, т. 28, № 7, 1909, с. 156–160.
- Золотарев Е. А. Изменения ледников Эльбруса в последнем столетии. – Материалы гляциологических исследований, вып. 83, 1997, с. 146–153.
- Золотарев Е. А., Харьковец Е. Г. Оледенение Эльбруса в конце XX в. (Цифровая ортофотокарта Эльбруса на 1997 г.). – Материалы гляциологических исследований, вып. 89, 2000, с. 175–181.
- Черноморец С. С., Петраков Д. А., Тутубалина О. В., Сейнова И. Б., Крыленко И. В. Прорыв ледникового озера на северо-восточном склоне Эльбруса 11 августа 2006 г.: прогноз, событие и последствия. – Материалы гляциологических исследований, вып. 102, 2007, с. 219–223.
http://caucatalog.narod.ru/base/birdzhalychiran_lednik.html