

## **Современное оледенение и приледниковые озера в верховьях Малки (Центральный Кавказ)**

А.В. Зимницкий, А.В. Николайчук

*Кубанский государственный университет, географический факультет*

### **Present glaciers and proglacial lakes in the Malka River basin (Central Caucasus)**

A.V. Zimmitskiy, A.V. Nikolaychuk

*Kuban State University, Faculty of Geography, Krasnodar, Russia*

The Upper Malka valley is represented by vast Pleistocene lava sheets, moraine complexes and proglacial lakes. All present glaciers originate on the mountainsides of the Elbrus (5642 m). According to results of the expedition in July, 2005 the investigation of present condition of the glaciers on the northern slopes of the Elbrus was made. Their edge zones and dynamical tendencies were also investigated. The majority of glaciers is in degradation condition. This condition together with insolation stimulates an intensive ablation following the formation of proglacial lakes. Some lakes represent a danger of flood dam outburst forming a mudflow. During the expedition's GPS- and tacheometric survey of some potential mudflow dangerous proglacial lakes was executed. Thanks to the survey a rough evaluation of general mudflow danger of the researched region and estimation of danger of some places was made. A sketch map of general mudflow danger in the Upper Malka valley was drawn. It is possible to define the following 4 zones by degree of potential mudflow danger: very high, high, medium and low danger. The report of the expedition contains the basis for further research in the region and substantiates the necessity for the creation of monitoring system of glaciers' state, proglacial lakes and microclimatic research in the Upper Malka valley.

В последние годы на Большом Кавказе наблюдается активизация процессов в нивально-гляциальном поясе, среди которых часты сели, обрушения частей ледников, периодические прорывы гляциальных озер. Гляциальные паводки и сели во многих случаях носят катастрофический характер. Существует проблема научной оценки угрозы возникновения гляциальных паводков и селей в связи с таянием ледников и прорывом приледниковых озер. В последние годы количество отдыхающих на народном курорте Джилы-су в верховьях р. Малки возросло в несколько раз. Сюда проложена автомобильная дорога, проводится хаотическая застройка объектами в непосредственной близости от русла селеопасной реки.

В сравнении с бассейном р. Баксан истоки р. Малки мало изучены. В литературе известна работа А.П. Герасимова (1909), где описан сход селевого потока и разрушение источников Джилы-су. В 1993 г. зафиксировано прохождение селя, который причинил значительный ущерб многим постройкам. Свидетельства селевой активности (хаотические нагромождения валунов, селевые валы по руслу реки, эрозионные селевые врезы) отмечаются на всем участке р. Бирджалы-су.

---

Зимницкий А.В., Николайчук А.В. Современное оледенение и приледниковые озера в верховьях Малки (Центральный Кавказ). // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий. Труды Международной электронной конференции. Тбилиси-Москва, 2006, с. 35-40. [www.cetm.narod.ru/pdf/zimmicky.pdf](http://www.cetm.narod.ru/pdf/zimmicky.pdf)

Основываясь на этом, была организована в июле 2005 г. экспедиция, целью которой была оценка селевой опасности в верховьях р. Малки. Задачи экспедиции: топографическая и GPS-съемка краевых частей ледников для оценки их динамики, а также топографическая и батиметрическая съемки приледниковых озер с оценкой степени их прорывоопасности. На камеральном этапе обработки проведено автоматизированное построение топопланов и расчеты морфометрических характеристик с применением современных программных средств: ГИС «Панорама», SURFER, Autodesk Map, OziExplorer.

Детально в бассейне р. Малки были обследованы краевые части ледников: Уллучиран, Карачаул, Микельчиран. Ледники Уллукол, Уллумалиендерку, Бирджалычиран и Чунгурчатчиран обследовались в полевых условиях визуально на рекогносцировочных выходах с последующей камеральной обработкой аэрокосмических снимков, полученных из Интернет-источников (<http://eol.jsc.nasa.gov>).

По литературным источникам и в ходе полевых обследований установлено, что на фоне общей деградации оледенения происходили мелкие подвижки ледников, которые подтверждаются невысокими (до 4 м) моренными валами, расположенными ниже современных ледниковых языков. Эти морены наиболее выражены в долинах ледников Уллучиран, Карачаул и Чунгурчатчиран. В результате отступления ледников ниже их языков накопились большие массы рыхлого обломочного материала, который иногда выносятся вниз по долинам с бурными потоками талой воды.

Ледник Уллучиран в срединной и краевой части легко доступен. Четыре срединные морены начинаются от скальных обнажений выше языка. Они тянутся полосами, постепенно расширяясь к концу ледника. Самая левая из них переходит в боковую морену. Мощность моренного чехла срединных морен не более 15 см. Лоб языка, крутизной около 25°, загрязнен. Быстрому отступанию ледника в настоящее время способствует грот на его конце (высотой до 5 м), потолок которого интенсивно подтаивает и часто обрушивается. Кроме того, исчезновение концевой части ледника происходит за счет интенсивного таяния льда по правому борту оконечности языка, где в настоящее время прослеживается стенка чистого льда высотой около 8 м. Между ледяной стенкой и правой береговой мореной ото льда освободился значительный участок дна долины. В настоящее время ледник отступает со скоростью 11,3 м/год (табл. 1). Отступление ледника Уллучиран сопровождается образованием мертвых льдов, которые находятся в 190 м от ледника, на склоне левой береговой морены.

Ледник Карачаул спускается по северному склону со стороны седловины Эльбруса. Язык ледника сползает широкой полосой (до 400-500 м) строго на север и лишь в самой нижней части несколько отклоняется на северо-восток. На поверхности ледника обломочного материала нет. Основной фон поверхности создает микрорельеф, образованный преимущественно эрозионной деятельностью талых вод. Относительное превышение форм микрорельефа не более 0,8 м. В верхней части языка по левому борту прослеживаются короткие трещины шириной до 2-3 м при максимальной глубине 20 м. Конец языка имеет в плане овальную форму. К дну долины он выклинивается без каких-либо заметных перегибов или уступов. Угол наклона составляет 24°. В настоящее время ледник отступает со скоростью 9,2 м/год (табл. 1).

Ледник Уллукол начинается от скал, расположенных к северу и северо-востоку от восточной вершины Эльбруса. В настоящее время также отступает. В верховье ледник течет по крутому склону, а затем по более пологой поверхности сползает в короткую и неглубокую долину, находящуюся между двумя разновозрастными потоками лав. Поверхность ледника чистая, почти без трещин и ледопадов. По левому борту в концевой части ледника хорошо выражена боковая морена. Она образуется из обломочного материала, поступающего на лед с лавового потока, ограничивающего ледник с запада. Морена покрывает сплошным чехлом левую оконечность ледника, поэтому эта часть конца языка выдвинута вниз по долине.

Табл. 1. Колебания края языка ледников Уллучиран и Карачаул

Ледник Уллучиран			
Годы	Количество лет	Общая величина отступления или наступания (+) м/год	Скорость отступления или наступания (+) м/год
1887-1933	46	680	14,8
1927-1931	4	+24	+6
1931-1932	1	+1,5	+1,5
1932-1933	1	1	1
1932-1957	25	543	21,7
1957-1958	1	24	24
1887-1966	79	1300	16,5
1981-2005	24	271,5	11,3
Ледник Карачаул			
1887-1932	45	80	1,8
1927-1931	4	24	6
1931-1932	1	+3	+3
1932-1957	25	202,5	8,1
1957-1958	1	19	19
1887-1966	79	445	5,6
1981-2005	24	219,8	9,2

Граница ледника Уллумалиендерку проходит по слабовыраженному ледоразделу с соседним левым ледником Уллукол. В нижней части поток раздваивается. Между языками располагается голоценовый поток лав. Короткая долина ледника Уллумалиендерку в верховье замкнута крутым ригелем, образуя ледопад высотой около 40 м. В настоящее время язык ледника оторвался от его основного тела и медленно сползает вниз по долине.

Ледник Микельчиран залегает на крутом (25-35°) склоне в пределах конуса вулкана и начинается от нижней оконечности скальных выступов, тянущихся по крутому склону узкой полосой к восточной вершине. За 1988-2005 гг. ледник отступил на 171,3 м, скорость отступления составила около 10 м/год. Поверхностная морена на леднике лежит только в концевой части языка в виде двух небольших пятен: у правой береговой морены и в средней части языка. Мертвые льды встречаются в виде отторженных и погребенных масс только в береговых моренах 50-х годов XIX в. Больше их на внутреннем склоне правой береговой морены. Здесь они видны на расстоянии 150-200 м от конца ледника и поднимаются до гребня морены. Ближе к концу ледника мертвые льды рассечены оврагообразными понижениями, по ледяной поверхности которых часто соскальзывает обломочный материал, что приводит к увеличению площади обнаженного льда и его исчезновению в результате абляции. У конца языка ледника находится крупное приледниковое озеро.

В настоящее время на северных склонах Эльбрус насчитывается 13 приледниковых озер. Озеро Микельчиран является наиболее крупным из обследованных (объем воды в чаше более 40 тыс. м<sup>3</sup>). Основные морфометрические характеристики водоемов приведены в таблице 2.

Табл.2. Морфометрия некоторых приледниковых озер северного склона Эльбруса

	Треугольное	Среднее	Боковое Микельчиран	Микельчиран
$H$ абс. м	3380,0	3390,0	3330,0	3420,0
$f$ , тыс. м <sup>2</sup>	5,9	18,9	2,9	18,8
$a_{\max}$ , м	100,0	216,0	103,0	185,0
$b_{\max}$ , м	88,0	85,0	45,0	146,0
$V$ , тыс. м <sup>3</sup>	6,2	20,8	1,5	41,4
$L$ , м	309,2	659,8	265,3	592,5
$h_{\max}$	2,5	2,4	1,4	5,7
$h_{\text{ср}}$	1,6	1,6	0,7	2,7
$C_1$	0,64	0,67	0,50	0,47
$C_2$	0,09	0,06	0,05	0,10

$H_{\text{абс.}}$  (м) – абсолютная высота озера,  $f$  – площадь озера,  $a_{\max}$  – максимальная длина,  $b_{\max}$  – максимальная ширина,  $V$  – объем озера,  $L$  – длина береговой линии,  $h_{\max}$  – максимальная глубина,  $h_{\text{ср}}$  – средняя глубина,  $C_1$  – показатель формы котловины,  $C_2$  – показатель глубинности.

Необходимость оценки селевой опасности района продиктована тем фактом, что северные склоны горы Эльбрус в истоках реки Малки представлены обширными лавовыми потоками различного возраста, моренами, зандровыми полями и современными приледниковыми водоемами.

Некоторые озера при сочетании критических параметров могут прорываться с формированием гляциального паводка, который при движении по долине может сформировать селевые потоки. Масштабы селепроявлений в каждом конкретном случае зависит от состояния моренных комплексов потенциальных селевых массивов на возможных путях разгрузки приледниковых озер, а также от сочетания критических значений метеорологических параметров (аномально высокие суммы суточных температур, определяющие величину абляции на языке ледника, а также суммы жидких осадков, накладывающиеся на этот период).

Как считают И.Б. Сейнова и Е.А.Золотарев (2001), момент зарождения селя определяется термодинамическими параметрами ливня, включающими в себя суточное количество осадков (более 20 мм), максимальную интенсивность ливня (0,5 мм/мин), температуру воздуха в день с осадками (более 10 °С). По результатам экспедиции установлено, что некоторые участки в верховьях р. Малки несут потенциальную селевую опасность. Сюда относится, в частности, прорывоопасное озеро Микельчиран. Необходимо проведение стационарных наблюдений с организацией мониторинговой сети, которые включают микроклиматические, гляциологические и лимнологические наблюдения на ледниках и приледниковых озерах.

В результате проведенных полевых исследований, анализа топокарт, аэрофото- и космических снимков проведена оценка потенциальной селевой опасности исследуемого района и составлена схема. Согласно представленной схеме, можно выделить 4 селеопасных зоны (рис. 1), которые дифференцированы по степени селевой опасности в зависимости от набора критических параметров. Их можно характеризовать по степени пораженности территории селями по объему максимального единовременного выноса рыхлого вещества, исчисляемого от десятков до сотен тысяч м<sup>3</sup> (Разумов, 2002).

**1-зона** может характеризоваться потенциально высокой селевой опасностью с выносом селевого материала объемом более 500 тыс. куб. м. Селевые потоки могут приобретать катастрофический характер в местах сужения долин и расположения рекреационных объектов. Формирование селевого потока может произойти при прорыве двух современных

озер расположенных вблизи конца языка ледника Микельчиран, а также в результате обводнения моренных рыхлых отложений и дальнейшего транспортно-селевого сдвига этих масс. Достоверно известно, что в этой зоне сходили селевые потоки в 1909 и 1993 годах, вызвав значительные разрушения курорта Джилы-су.

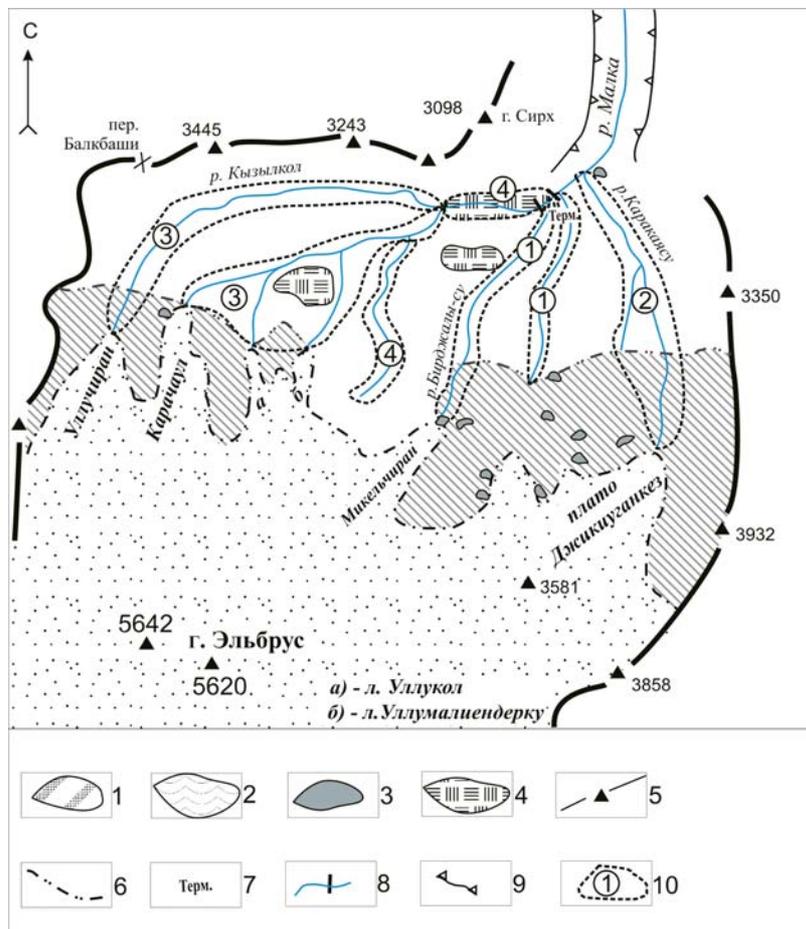


Рис. 1. Схема потенциальной селевой опасности верховий р. Малки. 1 – фирновые поля Эльбруса; 2 – морены с «мертвым» льдом; 3 – озера; 4 – древние озерные котловины; 5 – хребты, отдельные вершины; 6 – границы фирновых полей мертвых льдов; 7 – термальный источник Джылы-су; 8 – водопады; 9 – бровка террасы; 10 – зоны потенциальной селевой опасности (1 – очень высокая, 2 – высокая, 3 – умеренная, 4 – низкая).

**2-зона** охватывает верховья реки Каракаясу, которая начинается у ледника Джиккуганкес. Формирование селевых потоков здесь может происходить так же, как и в первой зоне, с объемом в 300-500 тыс. куб.м., но поскольку этот приток Малки впадает справа ниже курорта Джилы-су, то катастрофические последствия для источников практически исключены. В зоне риска расположен участок дороги через Каракаясу, который может быть разрушен селевой массой, а также временные стоянки туристов в непосредственной близости от реки.

**3-зона** лежит в верховьях реки Кызылкол, занимая ее левый исток и верховья правого. В первом со склонов хребта Ташлысырт сходят селевые потоки, сформированные в эрозионных врезах и скальных рассредоточенных очагах. Они возникают периодически

после сильных и продолжительных ливней. Их объем не превышает 10-100 тыс. м<sup>3</sup>. В правых истоках реки Кызылкол обнаружены следы сходов гляциальных селей, представленных селевыми валами вдоль русла реки, нагромождениями отдельных валунов и селевыми конусами выноса на пологих участках долины (озеровидных расширениях). Эту селевую зону можно оценить как потенциально слабо опасную, не представляющей угрозы рекреационным объектам, которых здесь нет. Однако в случае строительства необходимо учитывать селевую обстановку.

**4-зона** не является селеопасной, поскольку здесь широко распространены молодые (голоценовые) лавовые потоки и древние озерные котловины с горизонтальной или слегка наклонной поверхностью. Формирование селевых потоков в пределах их распространения маловероятно.

Таким образом, оценивая селевую опасность в верховьях Малки, можно отметить факт реального ее существования. Однако повторяемость и масштабность селевых явлений варьируют на разных участках верховий Малки в соответствии с распределением факторов селеобразования. Наиболее опасной зоной возникновения селевых потоков являются истоки реки Бирджалы-су, где существуют современные приледниковые озера, которые могут прорваться, образовав гляциальный паводок и сход селя вниз по долине. Необходимо проведение комплексных наблюдений за элементами гидрометеорологической обстановки в долине курорта Джилы-су, режимом ледникового стока и выполнение стационарных исследований на озерах: контроль суточного хода уровня на потенциально прорывоопасных озерах, связь с температурой воздуха, суммами осадков (при наличии) и др.

## ЛИТЕРАТУРА

- Герасимов А. О прорыве ледникового озера на NO склоне Эльбруса // Изв. Геол. Комитета. 1909, т. 28, № 7, с. 156-160.
- Сейнова И.Б, Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья. (Эволюция оледенения и селевой активности). М.: Научный мир, 2001, 204 с.
- Оледенение Эльбруса / Под ред. Г.К. Тушинского. М.: Изд-во МГУ. 1968. 345 с.
- Панов В.Д. Эволюция современного оледенения Кавказа. Гидрометеиздат, 1993. 432 с.