

Р.А. Тавасиев

## ЛЕДНИКИ И КАМЕННЫЕ ГЛЕТЧЕРЫ ГОРНОГО МАССИВА ЧАЧ – КАЙДЖАНЫ (КАЗБЕКО-ДЖИМАРАЙСКИЙ МАССИВ)

Р.А. Тавасиев\*

**Аннотация.** В статье приводятся данные о ледниках и каменных глетчерах северного склона горного массива Чач – Кайджаны (Центральный Кавказ, Казбеко-Джигарайский массив). Рассмотрены вопросы динамики деградации оледенения. Данные о каменных глетчерах этого массива приводятся впервые. Комплексы каменных глетчеров этого района являются источниками чистой пресной воды.

**Ключевые слова:** Кавказ, Казбеко-Джигарайский массив, ледники, каменные глетчеры, деградация оледенения, чистая пресная вода.

Горный массив Чач – Кайджаны расположен в северном отроге горы Казбек (5 033,8 м) в междуречье рек Геналдон (левый приток р. Терек) и Терек. Данная статья является продолжением ранее опубликованной статьи, в которой сообщалось об оледенении восточного макросклона этого массива [13]. На северном макросклоне массива Чач – Кайджаны находятся два ущелья, Фардонское и Кауридонское (бассейн р. Геналдон). Оба ущелья параллельно спускаются на север (рис. 1). Они разделены узким гребнем. Фардонское ущелье расположено значительно выше Кауридонского, в верховьях – с превышением до 600 м, в низовьях – до 250 м. Поэтому скальные склоны этого гребня со стороны Фардонского ущелья намного меньше скальных стен, спускающихся в Кауридонское ущелье.

Ледники этого района изучаются с XIX века, но в научной литературе имеется достаточно много противоречивой информации. О каменных глетчерах этого горного массива, расположенного на территории Республики Северная Осетия-Алания, данных практически нет.

Цель проведения данной работы: исследование деградации и современного состояния ледников и каменных глетчеров Фардонского и Кауридонского ущелий. Маршрутные исследования проводились нами в 2009–2014 годах. В работе использовались космические снимки из WWW. Google Планета Земля, аэрофотоснимки ГУ МЧС РФ по РСО-А, научно-производственного предприятия «ИнфоТЕРРА» и автора за 2002–2014 гг., топографические карты масштаба 1 : 50 000 и 1 : 10 000. При полевых исследованиях измерения проводились GPS-навигатором и лазерным дальномером.

Фардонское ущелье начинается под северными скальными стенами вершины Кайджаны 3

914,5 м. Длина его верхней части, спускающейся на север и несущей видимые черты гляциальных процессов, около 5 км. На высоте 1 900 м ущелье поворачивает на северо-запад и через 2 км впадает в Кауридонское ущелье.

По Фардонскому ущелью Л.А. Варданянц на Карте современных и древних ледников Горной Осетии показывает конечную морену 3-й стадии вюрма в средней части ущелья [3]. М.Ю. Никитин показывает здесь голоценовый каменный глетчер длиной 4 км [7]. Других данных об оледенении Фардонского ущелья в литературе нет.

При исследовании Фардонского ущелья выявлены 3 активных каменных глетчера и их древние генерации (фото 1, рис. 1). Дно трога этого ущелья практически все занято комплексом каменных глетчеров. Это объясняется тем, что в верховьях ущелья расположен только один небольшой кар, в котором раньше начинался ледник. Климат и рельеф в настоящее время не способствуют образованию здесь ледника. А высокие скальные стены правого борта этого ущелья являются активными поставщиками большого количества обломочного материала для формирования здесь каменных глетчеров.

В самой верхней части ущелья начинается активный карово-долинный каменный глетчер № 7. Он формируется в каре под вершиной Кайджаны, на высоте 3 260 м (примечание: номера каменным глетчерам Северной Осетии даны нами в порядке с востока на запад по часовой стрелке). Скальные стены восточного гребня здесь достигают более 500 м относительной высоты. Западный гребень в среднем на 300 м ниже. В верхней части кара, ниже конуса выноса лавин, местами по поверхности глетчера имеются отдельные пятна слабо сцементированных льдом несортированных обломков горной породы (слабо мета-

\* Тавасиев Руслан Андреевич – Национальный парк «Алания», Россия, Владикавказ (tavasglacio@mail.ru).

морфизованный сланец). Возможно, под слоем щебня находится ледяное ядро. На высоте 3 120 м каменный глетчер, немного сужаясь, перетекает через ригель кара и спускается в троговую долину. На высоте 2 800 м этот глетчер наползает на свою предыдущую генерацию исторической стадии. Из-за этого он сворачивает влево и спускается вниз вплотную к левому борту. На высоте 2 610 м каменный глетчер № 7 заканчивается свежим фронтальным уступом шириной 85 м, высотой до 50 м и боковыми откосами до 40 м. Каменный глетчер № 7 имеет длину 1 780 м, среднюю ширину 120 м, площадь 0,26 км<sup>2</sup>.

Фронтальный уступ и боковые откосы каменного глетчера № 7 частично засыпают заросшее травой окончание генерации этого глетчера исторической стадии. По всей поверхности этого глетчера хорошо выражены продольные борозды и поперечные валы, маркирующие его движение. В нижней части местами видны отдельные травянистые растения и лишайники.

Активный каменный глетчер № 6 долинный начинается под каром в осыпях правого борта с высоты 3 030 м. Протяженность этих осыпей достигает 760 м. При движении глетчера вниз происходит постоянное пополнение его обломочным материалом с этих осыпей. До высоты 2 800 м этот каменный глетчер спускается по ущелью вплотную к каменному глетчеру № 7. На этой высоте, наползая на предыдущую генерацию исторической стадии каменного глетчера № 7, глетчер № 6 сворачивает вправо и далее спускается под осыпями правого борта. На высоте 2 610 м каменный глетчер № 6 наползает на свою предыдущую древнюю генерацию исторической стадии. Из-за этого он образует две лопасти. Правая лопасть заканчивается на генерации исторической стадии фронтальным уступом высотой до 30 м и правым боковым откосом 80–100 м. Левая лопасть сползает с генерации исторической стадии в понижение, где наползает на еще более древнюю генерацию аманаузской стадии. Заканчивается этот поток на поверхности генерации аманаузской ста-

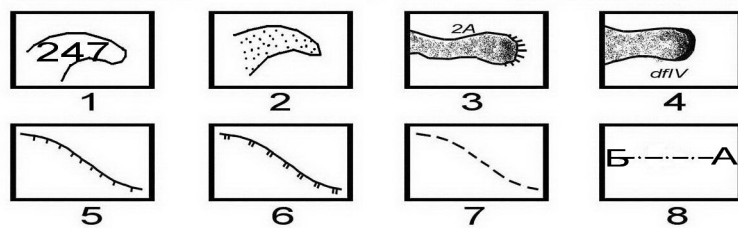
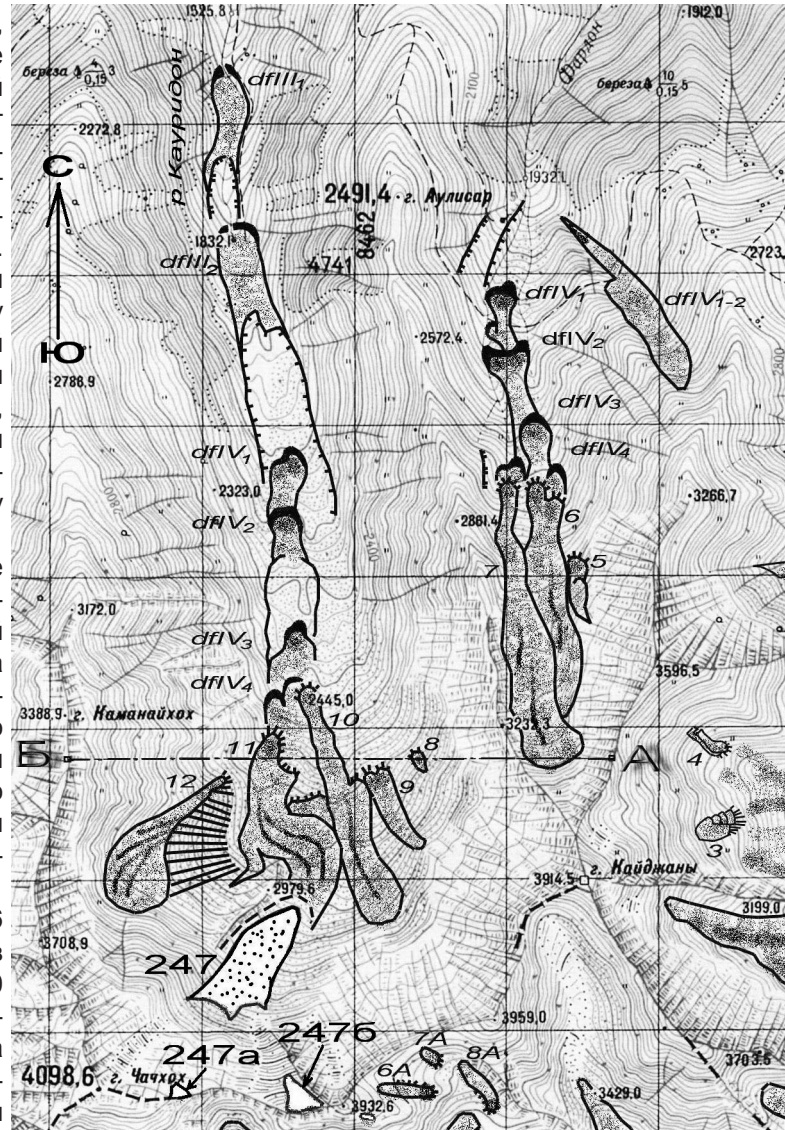


Рис. 1. Карта ледников и каменных глетчеров северного склона массива Чач – Кайджаны

дии на высоте 2 580 м фронтальным откосом до 20 м. Вся поверхность каменного глетчера № 6, как и глетчера № 7, покрыта продольными бороздами и поперечными валами. На высоте 2 780–2 740 м, по правому борту, на его поверхности имеются 5 поперечных оползающих трещин глубиной до 6 м. По всей видимости, они образовались



из-за перегиба ложа этой части потока (аналог ледопада). Каменный глетчер № 6 имеет длину 1 260 м, среднюю ширину 230 м, площадь около 0,16 км<sup>2</sup>.

Вышеперечисленные активные каменные глетчеры алибекской стадии имеют все элементы, характерные для таких образований (здесь и далее стадии оледенений даны по Г.К. Тушинскому [17]). Перед каждым ригелем происходит выполаживание поверхности до 5–10° и образование поперечных дугообразных валов, а сразу же под ригелем – уклон возрастает до 20° и тогда появляются продольные борозды. От верхнего ригеля до самого окончания каменных глетчеров продольные борозды хорошо видны, четко маркируют отдельные потоки и относительно высокую скорость движения. Уже с высоты 2 950 начинают появляться термокарстовые просадки. По поверхности все больше крупнообломочного материала, меньше становится мелкозема, в массе появляются лишайники, а с высоты 2 800 м – и отдельные высшие растения. Фронтальные уступы и боковые откосы постоянно осыпаются.

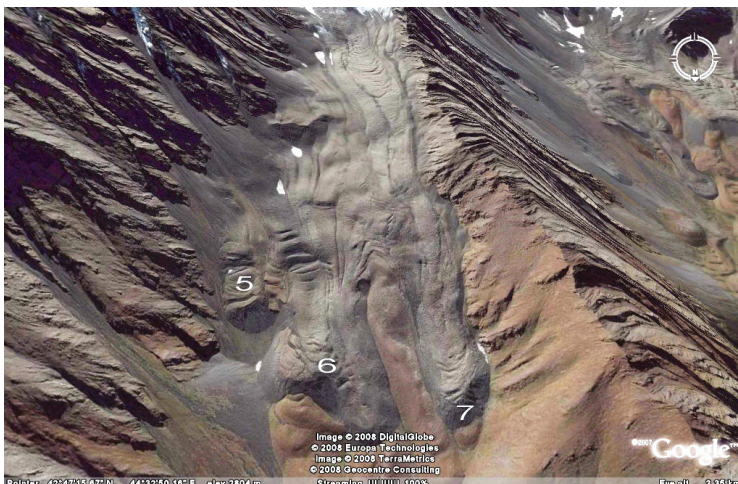
На высоте 2 810 м, между каменным глетчером № 6 и скалами правого борта, в осыпях начинается современный неполно развитый активный каменный глетчер № 5. Он сформировался в XX веке. Этот глетчер состоит из двух ступеней, его поверхность еще не имеет характерного рельефа. Активно идет процесс его формирования. Лишайники и высшие растения на поверхности отсутствуют. На высоте 2 690 м он заканчивается фронтальным уступом и левым боковым откосом высотой до 15 м. Каменный глетчер № 5 имеет длину 260 м, ширину до 70 м и площадь 0,015 км<sup>2</sup>.

Площадь всех активных каменных глетчеров Фардонского ущелья – 0,435 км<sup>2</sup>.

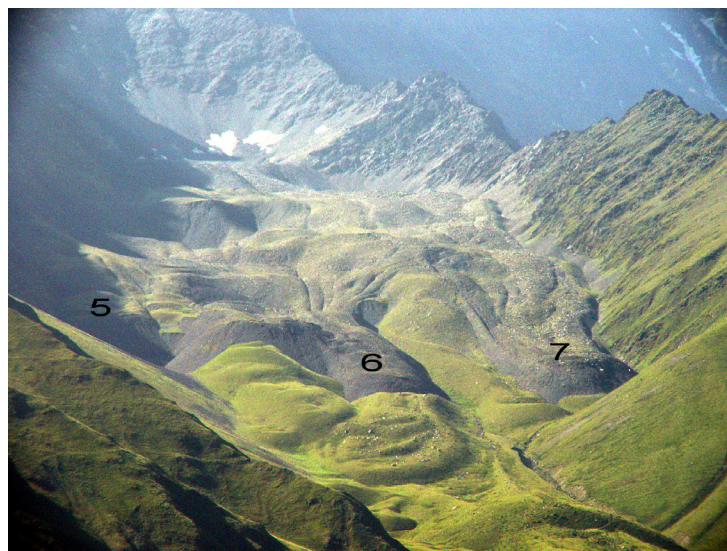
Как уже отмечено выше, под фронтальным откосом правой лопасти каменного глетчера № 6 расположена его генерация исторической стадии. Она имеет длину 260 м и заканчивается на высоте 2 540 м.

Генерация исторической стадии каменного глетчера № 7 заканчивается на высоте 2 570 м и имеет длину видимой части 390 м. Обе генерации заросли луговой растительностью.

На высоте 2 550 м ущелье сильно сужается. В этой части ущелья расположена генерация



**Фото 1а.** Активные каменные глетчеры Фардонского ущелья на космоснимке из WWW. Google Планета Земля (номера по тексту)



**Фото 1б.** Активные каменные глетчеры Фардонского ущелья на фото автора (номера по тексту)

аманаузской стадии. Видимая ее часть начинается частично под генерацией исторической стадии глетчера № 6, частично под левой лопастью окончания каменного глетчера № 6. Ее левый борт выходит из-под генерации исторической стадии каменного глетчера № 7. По ее местоположению видно, что это был единый поток каменных глетчеров № 6 и 7. Видимая длина генерации аманаузской стадии 320 м, и заканчивается она на высоте 2 480 м. На ее поверхности резко выделяются поперечные дугообразные валы, много крупнообломочного материала. Понижения между валами и нижняя часть фронтального откоса покрыты зарослями бруснично-моховой растительности, остальная часть заросла луговой растительностью. Крупнообломочный материал, возможно, свидетельствует о былых обвалах при

сейсмических событиях в верховьях Фардонского ущелья во время формирования этой генерации (около 6 000 лет назад, что совпадает с последним извержением вулкана Казбек).

Чуть ниже ущелье снова расширяется. Здесь, под фронтальным уступом генерации аманузской стадии, расположен единый поток генерации гоначхирской стадии. Он спускается на 620 м вниз по ущелью. На высоте 2 360 этот поток наползает на генерацию каракельской стадии, из-за чего образует две лопасти. В сумме обе лопасти достигают ширины 250 м. Почти по всей длине генерации гоначхирской стадии, по ее центральной части, проходит термокарстовое понижение. Оно свидетельствует о вытаивании льда, которое когда-то было внутри этой генерации. Эта генерация заканчивается на высоте 2 540 м и имеет длину видимой части 260 м. Вся ее поверхность заросла луговой растительностью, а по теневым экспозициям развит бруснично-моховой покров с отдельными кустами ивы и рододендрона.

Еще ниже по ущелью, на протяжении 550 м расположена генерация каракельской стадии. Она достигает 200 м ширины и заканчивается фронтальным уступом на высоте 2 180 м. Поверхность той генерации заросла луговой растительностью, а фронтальный уступ и теневые экспозиции – мелкорослыми зарослями ивы и березы.

Из осыпей правого борта долины, с высоты 2 480 м, параллельно вышеописанным генерациям гоначхирской и каракельской стадий, узким потоком шириной до 50 м, спускается древний каменный глетчер. Он достигает 750 м длины и заканчивается на высоте 2 250 м. Отдельные его части формировались по ходу его движения в разных осыпях и на различной высоте. Все эти части сливались в один поток. Поэтому идентифицировать возраст его генераций не представляется возможным.

Общая длина Фардонского комплекса каменных глетчеров 3 130 м, перепад высот 3 260–2 180 м, площадь дренируемого бассейна 3,3 км<sup>2</sup>.

Под генерацией каракельской стадии, на протяжении 440 м, до высоты 2 050 м расположены 4 небольших моренных вала стадий отступления ледника позднебезенгийского оледенения. Его береговая морена находится на левом борту долины, с превышением до 40 м. Она четко маркирована эрозионным врезом по ее карману. Хорошо сохранившаяся часть морены протяженностью 590 м заканчивается на дне ущелья на высоте 1 980 м.



**Фото 2.** Сильно замороженный ледник № 247 заканчивается на ригеле кара. Фото автора

Еще выше по этому левому борту, с превышением до 90 м над дном долины, расположена береговая морена ледника раннебезенгийского оледенения. Хорошо сохранившаяся ее часть имеет протяженность 240 м. Эта морена также хорошо маркируется эрозионным врезом в ее кармане. В нижней части этот врез размыл морену и слился с эрозионным врезом морены позднебезенгийского оледенения. В верхней части ущелья, где заканчиваются каменные глетчеры алибекской стадии, частично сохранилась верхняя часть этой морены. По всей видимости, в то время Фардонский ледник в верхней части ущелья частично перетекал в Кауридонское ущелье.

Следует отметить, что по всей поверхности гляциальных образований этого ущелья отсутствуют водные эрозионные процессы. Только по левому борту с высоты 2 500 м вниз спускается небольшой эрозионный врез, образованный временным водотоком. Сейчас в нижней части он частично зарастает кустарником. И только ниже всех сохранившихся гляциальных образований, на высоте 1 950 м, расположен исток реки Фардон.

Еще один объект обнаружен под хребтом, идущим на север от высоты 3 266 м (хребет Кайджаны). С высоты 2 880 м в северо-западном направлении к высотной отметке 1 932 м в русло реки Фардон спускается образование, похожее на древний каменный глетчер. Его длина 1 км. Рельеф поверхности, характерный для каменных глетчеров, у него сглажен. В верхней половине он не задернован и похож на обычную осыпь, в нижней половине зарос луговой растительностью и заканчивается достаточно выделяющим-



ся фронтальным уступом, что и отличает его от осыпи. Левая часть фронтального уступа полностью эродирована, а правая часть поросла березовым лесом. По всей видимости, это древний каменный глетчер раннего голоцена.

Весь комплекс сохранившихся гляциальных отложений Фардонского ущелья имеет длину около 3 800 м, что практически совпадает с длиной каменного глетчера, указанного для этого ущелья М.Ю. Никитиным [7], и изображением морены 3-й стадии вюрма по Л.А. Варданянцу [3]. Общая площадь активных каменных глетчеров этого ущелья 0,435 км<sup>2</sup>, древних – 0,46 км<sup>2</sup>.

По Кауридонскому ущелью в литературе имеется достаточно обширная, но противоречивая информация. Первые сведения о леднике в верховьях Кауридона были опубликованы Подозерским в 1911 году, в них под номером 247 дается следующее описание ледника: «Лежит восточнее вершины Чач-хох (1 879 саженей). Протяжение верхней части под хребтом, идущим к востоку от вершины Чач-хох, 2 версты». Указана площадь – 1,64 квадратных верст [9, стр. 83]. На карте, приложенной к этой книге, изображен ледник, имеющий два языка, сходящихся под углом друг к другу. На карте Л.А. Варданянца показаны 4 небольших ледника и конечные морены 2–7-й стадий вюрма [3].

В 1961 году П.В. Ковалев, работавший в Кавказской экспедиции по программе Международного геофизического года, в своей статье дает следующее описание: «Восточнее вершины Чач-хох, в верховье ущелья Кауридон находится ледник № 247, или Кайша, имевший в 1881–1882 гг. значительное (около 2 100 м) протяжение под хребтом и занимающий платообразный гребень Чачского отрога. Значительное количество моренного материала, накопившееся ниже и с боков ледника, доказывает его сильное уменьшение» [6, стр. 34]. Но указанный гребень никак нельзя назвать платообразным. Он острый и узкий. Для его прохождения необходима достаточно высокая альпинистская подготовка и соответствующее снаряжение.

В.Д. Панов в монографии «Ледники бассейна р. Терек» [8] ледников в долине Кауридона не указывает.

В Каталоге ледников СССР на схеме [5, стр. 20] показано четыре ледника: один под № 43 и три обозначены точками, площадь которых менее 0,1 км<sup>2</sup>. В таблице 1 на страницах 22–23 под № 43 приводятся следующие данные: ледник Кайша



Фото 3. Ледник № 247а. Фото автора

№ 247 висячий, северной экспозиции, наибольшая длина 0,7 км, площадь 0,1 км<sup>2</sup>, весь открытый. Высота нижней точки 3 270 м, высшей точки – 3 910 м. Другое название ледника Кия – Ша. К.И. Подозерский [9] указывал под этим номером ледник «под хребтом», в Каталоге [5] – «висячий» (значит, на крутом склоне или скалах), у П.В. Ковалева [6] – «на платообразном гребне»!

К.П. Рототаев и др. сообщают, что «в разветвленных верховьях р. Кауридон лежат ледниковые кары, занятые каменными глетчерами и перелетывающими снежными полями, а в большом ледовом цирке, замыкающем Санибанское ущелье, сохранились небольшие остаточные ледники и постоянно существуют крупные скопления снега, питающие Кауридон талыми водами» [12, стр. 12].

Другие авторы сообщают, что «в верховьях р. Кауридон обнаружено тело грандиозной каменной лавины длиной более 4,5 км, сложенное несортированным, не окатанным, грубообломочным материалом. Поверхность этого тела имеет сложный, расчлененный холмисто-грядовый рельеф. По характеру поверхности и составу отложений тело лавины четко отличается от моренных образований. Древняя лавина полностью заполняет верховья долины, перекрывая основную зону питания реки Кауридон, при этом река вытекает единым потоком из-под тела лавины» [10, стр. 46; 11, стр. 232]. И.М. Васьков видит в отложениях Кауридонского ущелья последствия катастрофического ледово-каменного обвала [2]. М.Ю. Никитин отобразил в Кауридонском ущелье каменный глетчер, состоящий из трех генераций голоцена и имеющий длину почти 6 км [7]. В девяти источниках разные, противоречивые данные!

В результате проведенного нами детального обследования верховьев Кауридонского ущелья выявлено 3 ледника, пять активных каменных глетчеров и древние их генерации (рис. 1). Верховья ущелья Кауридон начинаются в древнем ледниковом цирке под вершиной 4 098,6 г. Чач шириной 3,5 км. Контрфорсом, отходящим от этой вершины в северо-восточном направлении, цирк разделен на две части: восточную и западную. Восточная часть в два раза больше западной.

Ледник № 247 карово-долинный находится в правой (восточной) части цирка под скалами, под хребтом, на восток от вершины горы Чач, как и указывал К.И. Подозерский [9]. Сейчас ледник формируется на высоте 3 400–3 500 м из лавин и обвалов с вышерасположенных скал и ледников. Поверхность ледника № 241 покрыта поверхностной мореной толщиной от 5 до 20 см, под которой находится лед с включениями щебня. Уклон поверхности до ригеля 15°. Местами виден голый лед. На высоте 3 190 м ледник обрывается с ригеля и далее спускается между скалами правого борта и левобережной мореной. Крутизна обрыва до 30°. В верхней части этого обрыва виден слой протаивания, который выделяется темным слоем мокрой породы (фото 2). Ниже ригеля расположен забронированный язык ледника, который под мощным слоем щебня продолжается до высоты около 2 900 м. Конец языка ледника четко не выражен. Центр конечной морены полностью просел, явных промоин нет. На всем протяжении языка сортировка обломочного материала и проявления термокарста не наблюдаются, лишайники на покрывающем его щебне отсутствуют. В средней части языка ледника наблюдается незначительное продольное понижение, по поверхности которого стекают отдельные ручейки. Грот у ледника отсутствует. В настоящее время длина ледника около 900 м, ширина до 500 м, площадь около 0,25 км<sup>2</sup>.

Над ледником № 247, на скалах северной экспозиции хребта Чач – Кайджаны находятся два ледника (рис. 1).

Ледник № 247а каровый находится на 600 м к востоку вершины Чач (фото 3). Он начинается сразу под гребнем в небольшом каре на высоте 3 880 м, спускается на север по скальному разлому и оканчивается на высоте 3 720 м. Длина его в плане около 80 м, площадь около 0,003 км<sup>2</sup>. По всей видимости, этот ледник в Каталоге на схеме обозначен точкой [5, стр. 19].

Ледник № 247б висячий находится под пиком 3 930 м в гребне Чач – Кайджаны, начинается с самого гребня, с 3 900 м и заканчивается в узком кулуаре на высоте 3 700 м. Длина его в плане 250



**Фото 4. Ледник № 247б под высотой 3932,6. Фото автора**

м. Ширина в верхней части около 140 метров. По форме ледник близок к равностороннему треугольнику и имеет площадь около 0,013 км<sup>2</sup> (фото 4). Экспозиция север-северо-западная. Этот висячий ледник, по всей видимости, дан в Каталоге под № 43 [5, стр. 24–25]. Если высота конца ледника в Каталоге указана правильно (в обычные годы конец ледника скрыт фирновым и лавинным снегом), то за последние 40 лет этот ледник отступил на 430 м в плане и 450 м по высоте, уменьшился в площади почти в три раза. Такое резкое уменьшение ледника связано с малой площадью питания и сравнительно длинным языком (зона абляции). Четвертый ледник, обозначенный в Каталоге точкой, растаял.

Вышеуказанные ледники раньше весь год были покрыты фирновым снегом. По нашим наблюдениям, с 2006 года в разгар лета снег на них полностью растаивает. За эти же годы полностью растаяли небольшие ледники на восточном склоне г. Кайджаны (со стороны ледника Майли, истоки р. Геналдон). По всей видимости, в ближайшие годы растает ледник № 247а.

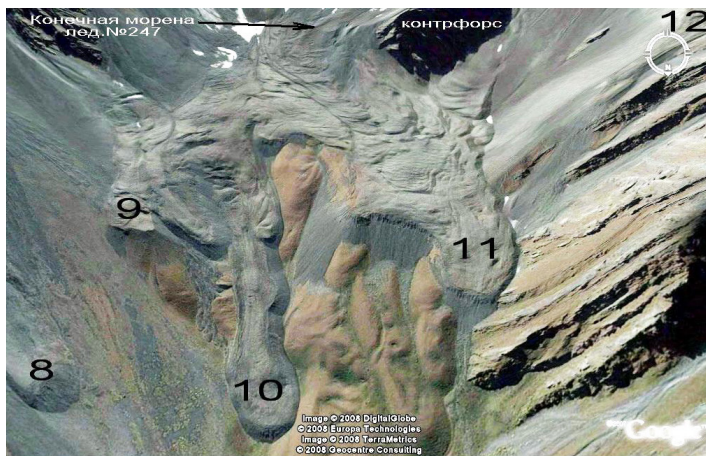
По левому борту ледника № 247, там, где восточная часть цирка ограничивается скальным контрфорсом, хорошо сохранилась протянувшаяся параллельно контрфорсу береговая морена. Морена начинается на абсолютной высоте 3 080



м и заканчивается на высоте 2 820 м, ее длина около 400 метров, наибольшая высота над ледником около 15 метров. На высоте 2 820 м береговая морена переходит в плохо сохранившуюся и просевшую конечную морену. По общему рельефу поверхности и моренам видно, что в Алибекскую стадию оледенения (малый ледниковый период) язык этого ледника спускался до высоты 2 820 м. Тогда длина ледника была около 1 300 м. Если ледники № 247а и 247б в то время (50-е годы XIX века) были притоками ледника № 247, то суммарная длина ледника № 247 была 2 150 м. За прошедшее время этот ледник отступил не более чем на 100 м с фронта (меньше 1 м в год). Судя по высоте левой береговой морены, ледник уменьшился в мощности на 15 метров. Его медленное отступление объясняется наличием сплошной поверхностной морены, предотвращающей прогрев и таяние льда в нижней части ледника. По данным С.Н. Титкова, «слой моренных отложений толщиной в 0,04 м уменьшает таяние льда на 50 %, а 0,4 м – в 8 раз» [16, стр. 44]. Основное же сокращение длины ледника № 247 произошло за счет распада его тыловой, крутосклонной части и отчленения висячих и карово-висячих ледников, часть из которых впоследствии растаяла.

Ниже по ущелью, на всю его ширину, расположен Кауридонский комплекс, состоящий из пяти активных каменных глетчеров (фото 5).

На высоте 2 900–2 850 м ледник № 247 перерождается в активный долинный каменный глетчер № 11 алибекской стадии. Ширина глетчера в его верхней части достигает 500 м. Сначала он спускается в северном направлении. На высоте 2 830 м, встретив препятствие в виде каменного глетчера № 10, каменный глетчер № 11 поворачивает на северо-запад. На высоте 2 720 м правая часть потока, наползая на препятствие в виде предыдущих генераций исторической стадии каменных глетчеров № 11 и 10, обрывается на них фронтальным уступом шириной 230 м и высотой до 30 м. Левая часть потока спускается под окончанием контрфорса до высоты 2 740 м. На поверхности обоих потоков начинают проявляться мощные валы напора и термокарстовые просадки с перепадом высот до 10 м. При этом происходит сортировка обломочного материала. Мелкозем промывается талыми водами внутрь тела глетчера через термокарстовые углубления, а на поверхности остаются более крупные обломки породы. В некоторых понижениях слышен шум внутренних водотоков. Ниже 2 820 м на поверх-



**Фото 5.** Активные каменные глетчеры Кауридонского ущелья на космоснимке из WWW.Google Планета Земля

ности обломочного материала в изобилии появляются лишайники.

На высоте 2 740 м в каменный глетчер № 11 вливается приток, формирующийся в осыпи под контрфорсом. Здесь же, встретив препятствие в виде бокового откоса каменного глетчера № 12, глетчер № 11 поворачивает на север. На всем протяжении остальной части своим левым бортом он граничит с боковым откосом каменного глетчера № 12, а правым бортом перекрывает свою генерацию исторической стадии. По границе между каменными глетчерами № 11 и 12 проходит лощина, засыпанная крупнообломочным материалом с бокового откоса каменного глетчера № 12.

На высоте 2 650 м правая часть каменного глетчера № 11 обрывается фронтальным уступом и правым боковым откосом высотой до 90 м на своей генерации исторической стадии. На высоте 2 580 м левая часть обрывается фронтальным уступом на расположенных рядом окончаниях генераций исторической стадии каменных глетчеров № 10, 11 и 12. В верхней части фронтального уступа видны трещины и разрывы. Они образовались при протаивании мерзлых грунтов. Все фронтальные уступы и боковой откос имеют конфигурацию и высоту в соответствии с рельефом поверхности выше указанных древних форм, на которые они осыпаются. Поэтому высота уступа и откосов колеблется от 10 до 90 м. Длина каменного глетчера № 11 в плане 1 240 м, средняя ширина 320 м, площадь около 0,36 км<sup>2</sup>.

Активный карово-долинный каменный глетчер № 10 алибекской стадии формируется в осыпях под отрезком гребня между пиками 3 932–3 959 на высоте 3 060 м. Его ширина в верхней части не превышает 200 м. С самого своего верха до высоты 2 730 м этот глетчер своим левым бортом почти сливается с каменным глетчером № 11. Ос-

новная масса каменного глетчера, пройдя перегиб на высоте 2 700–2 850 м, наплывами и срывами спускается по ложбине между левым потоком каменного глетчера № 9 и окончанием своей генерации исторической стадии. По всей длине у него четко выражены боковые осыпающиеся откосы. На высоте 2 430 м каменный глетчер № 10 заканчивается фронтальным уступом высотой до 10 м (фото 6). На территории Северной Осетии, а возможно и всего Кавказа, это самый низко опускающийся активный каменный глетчер. Его длина 1440 м, средняя ширина около 200 м, площадь около 0,15 км<sup>2</sup>.

Активный долинный каменный глетчер № 9 алибекской стадии зарождается на высоте 2 820 м, вплотную к каменному глетчеру № 10, но с другой осыпи. На высоте 2 790 м поперек его потока видна оползающая трещина – бергшрунд, свидетельствующая о его частичном отрыве от зоны формирования. На высоте 2 640 м он наползает на препятствие в виде своей генерации исторической стадии и образует две лопасти. Правая лопасть здесь и заканчивается небольшим фронтальным уступом. Левая лопасть сползает на 170 м ниже и также заканчивается фронтальным уступом на высоте 2 570 м. По всей длине тела проходит продольная термокарстовая впадина. Каменный глетчер № 9 имеет длину 710 м, среднюю ширину 100 м, перепад высот 300 м, площадь 0,064 км<sup>2</sup>.

Каменные глетчеры № 9 и 10 можно принять за один, но они формируются с разных осыпей, имеют свои потоки и заканчиваются раздельно.

Активный эмбриональный (неполно развитый) каменный глетчер № 8 алибекской стадии находится в самой восточной части правого цирка на высоте от 2 500 до 2 600 м. Это сравнительно малое образование вызывает определенный интерес. По всей видимости, его ядро сформировалось в центре большой осыпи, но промерзание глубоко в осыпь не проникло. Этот каменный глетчер стал сползать по поверхности осыпи с такой скоростью, что за ним образовалось углубление, которое не успевает заполняться осыпным материалом. Длина каменного глетчера № 8 составляет 180 м, ширина 80 м, площадь 0,013 км<sup>2</sup>. Ниже по осыпи имеются его предшественники – более древние генерации, уже зарастающие травой.

По сообщению В.И. Бурхановы, односторонние каменные глетчеры, прижатые к одной из стенок кара, на Кавказе не обнаружены [1, стр. 65]. В Кауридонском ущелье такой глетчер есть! Они есть



**Фото 6.** Фронтальный откос самого низко опускающегося активного каменного глетчера № 10. Автор на его фоне

и в других ущельях Северной Осетии. Активный ассиметричный (односторонний, прижатый к одной из стен кара) каровый каменный глетчер № 12 алибекской стадии расположен под скалами в западной части цирка и начинается на высоте 3 140 м. Он отличается своим ассиметричным строением – имеет в плане серповидную форму.левой выпуклой стороной глетчер прижат к восточному склону скального гребня Чач – Каманайхох, а вогнутой правой стороной обрывается боковым откосом, достигающим 360 м по высоте. Скальный гребень, питающий его лавинами и камнепадами, возвышается над ним на 500–800 м. Поверхность каменного глетчера до высоты 3 000 м однородная. Она покрыта несортированным обломочным материалом. Лишайники на поверхности отсутствуют, уклон поверхности 20–25°. Ниже 3 000 м происходит выполаживание, при котором уклон уменьшается до 10–15°. Такая крутизна сохраняется еще на протяжении 350–400 м. После этого уклон поверхности снова увеличивается вплоть до фронтального уступа высотой около 30 м. Этот каменный глетчер заканчивается на высоте 2 790 м. По всей его длине, между левым краем глетчера и склоном проходят глубокие продольные борозды. Вся поверхность каменного глетчера покрыта дугообразными валами и ложбинами, покрытыми крупнообломочным материалом. Ниже 3 000 м на поверхности глетчера много накипных лишайников и единично произрастающих высших растений. Длина всего каменного глетчера 1 040 м, наибольшая ширина 320 м, площадь 0,24 км<sup>2</sup>.

Общая площадь всех активных каменных глетчеров Кауридонского ущелья 0,827 км<sup>2</sup>.



Интересно отметить, что каменные глетчеры № 9, 10, 11 и 12 в плане дают очертания, схожие с изображением ледника № 247 на карте К.И. Подозерского [8]. В то время понятие «каменный глетчер» не существовало, и некоторые каменные глетчеры К.И. Подозерский описывал, как ледники, засыпанные щебнем (например, № 339 Донисарский в Дигории [9, стр. 95]).

Ниже описанных форм начинается очень пологое дно долины. Оно протянулось на 2,6 км, имеет ширину 400–450 м, с перепадом высот 500 м (6,5°).

В правой верхней части долины, под каменным глетчером № 8, расположены одна за другой его древние генерации голоцена. Их общая длина около 1 000 м.

В левой верхней части долины, под окончаниями генераций исторической стадии каменных глетчеров № 10, 11 и 12 расположены их генерации аманаузской стадии. Они напозли друг на друга и образуют три, расположенных один за другим, уступа. Эти уступы зарастают низкорослыми кустами рододендрона. Вся остальная поверхность имеет неглубокие термокарстовые понижения и заросла луговой растительностью. Общая длина генераций аманаузской стадии 430 м, средняя ширина 180 м и окончание на высоте 2 350 м.

Под генерациями аманаузской стадии каменных глетчеров № 10, 11 и 12 расположено обрамленное моренами окончание ложа древнего ледника гоначхирской стадии. Судя по отдельным пятнам растительности, резко отличающейся от общего фона, здесь в понижениях бывают сезонные озерца. Это подтверждают альпинисты, бывающие здесь в начале лета. На поверхность этого ложа выходят мелкие селевые выносы с двух осыпей левого борта ущелья. Длина ложа ледника, не погребенного последующими каменными глетчерами, около 700 м, ширина – до 320 м.

Далее, вниз по долине, ледник гоначхирской стадии в своем окончании перерождается в каменный глетчер большой мощности. Этот каменный глетчер резко возвышается над дном долины на 60–80 м и имеет длину 340 м. Продольно, по его середине проходит глубокое, до 20 м, понижение. По всей видимости, оно образовалось водотоками во время таяния ледяного ядра. В настоящее время этот врез и вся поверхность окончания этой генерации зарастает отдельными деревцами ивы и березы. Теневые экспозиции заросли рододендронам, остальная поверхность – луговой растительностью. Заканчивается эта генерация на высоте 2 180 м.



**Фото 7.** Древний каменный глетчер позднебезенгийского оледенения. Под ним истоки реки Кауридон. Фото автора

Ниже по дну ущелья, до высоты 2 100 м, расположена единая генерация каракельской стадии. Ее длина 370 м, ширина 180 м. Она потеряла форму, но возвышается над дном долины на 15–20 м. Ее поверхность заросла лугами и отдельными деревцами.

За правым бортом гоначхирской и каракельской генераций расположены плохо сохранившиеся небольшие образования. Это, по всей видимости, древние небольшие каменные глетчеры. Они могли сформироваться из правой береговой морены ледника позднего неоплейстоцена.

Общая длина всех древних голоценовых генераций Кауридонского комплекса каменных глетчеров 2 040 м, площадь около 0,7 км<sup>2</sup>.

Ниже по долине, на протяжении 860 м расположено опустевшее ложе древнего ледника позднебезенгийского оледенения (поздний неоплейстоцен). Оно четко выделяется по положению конечной и береговых морен. Расстояние между береговыми моренами 270 м. Ложе ледника имеет холмистый рельеф, в котором, так же как и в Фардонском ущелье, угадываются 4 моренных вала, оставленных ледником при отступании. Конечная морена этого ледника находится на высоте 1 960 м. Следов от прорыва гляциальных и флювиогляциальных потоков нет. Это объясняется тем, что ледник в своем окончании перерождается в каменный глетчер. По всей видимости, этот каменный глетчер образовался из большого количества каменного материала, приносимого ледником с верховий и каменных обвалов с левого гребня, разделяющего реки Кауридон и Геналдон. На самом гребне, на высотах от 2 750 до 3 100

м, расположена целая серия сейсмодислокаций. Длина этого глетчера 550 м, и заканчивается он на высоте 1 840 м. На поверхности глетчера наблюдаются многочисленные, сглаженные временем, напорные валы и борозды. Вся поверхность имеет хорошо развитый почвенный и растительный покров. В зависимости от экспозиции здесь распространены разнотравно-злаковые луга (на прогреваемых склонах), заросли рододендрона кавказского с участием черники и мхов (на теневых экспозициях в верхней части) и березняки (в нижней части).

На всем протяжении вышеописанных форм водотоков на их поверхности нет. Все ледниковые воды и атмосферные осадки проходят естественную фильтрацию сквозь отложения ледников и каменных глетчеров. Они выбивают из-под каменного глетчера позднебезенгийского оледенения на высоте 1 840 м четыремя родниками идеально чистой воды, которые дают начало реке Кауридон (фото 7). Длина всей зоны дренируемого бассейна 6,5 км, площадь 14,5 км<sup>2</sup>.

Вода из истоков реки Кауридон до Кармадонской катастрофы 2002 г. вывозилась цистернами и использовалась в пищевой промышленности. Но во время катастрофического выброса ледника Колка в 2002 г. все Геналдонское ущелье и автодорога, идущая по нему на равнину, были катастрофически завалены. На сегодняшний день вывозить воду можно только через Суаргомский перевал, а тяжелые груженные автоцистерны на него подняться не могут. В настоящее время водой из этой реки запитана водопроводная система селения Горная Саниба. Кроме этого, в самом селе открыт цех по розливу этой воды под названием «Кауридон». Вода «Кауридон» получила положительное заключение Пятигорского НИИ курортологии. Эту воду поставляют в розничную торговую сеть. «Дебит источника в разные периоды года колеблется от 120 до 243 л/сек. Каптажным устройством выход источника не оборудован. Создан лишь водосбор, позволяющий с помощью рамочного водослива производить замеры дебита источника. По источнику в 2009–2010 гг. были проведены гидрогеологические разведочные работы. Их целью являлось проведение гидрогеологических исследований на участке недр для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд с. Старая Саниба (183,8 м<sup>3</sup>/сутки) и производственного водоснабжения (промышленный розлив), недропользователя (ООО «Техноир»), в количестве 1 544,2 м<sup>3</sup>/сутки, с подсчетом запасов подземных вод. По результатам работ произведена гос. экспертиза запасов и утверждены запасы пресных подземных вод Государственной комиссией по

запасам полезных ископаемых (ГКЗ «Роснедра»), в количестве 1 728 м<sup>3</sup>/сутки» [4, с. 9].

Подобные источники наблюдаются и в других ущельях Северной Осетии. Источники из-под каменных глетчеров используются для водоснабжения целого ряда сел в Северной Осетии. Как мы уже ранее сообщали, каменные глетчеры, расположенные на дне пологих долин, являются источниками чистой пресной воды [14, 15].

Ниже, на удалении 270–570 м от истоков реки Кауридон, расположены береговые морены раннебезенгийского оледенения. В верхней части расстояние между ними 170 м. На высоте 1 730 м они сходятся в конечную морену. Но эта морена, в отличие от позднебезенгийской, промыта рекой. Между береговыми моренами видны образования, похожие на вложенную морену.

Под окончанием этих морен расположен древний каменный глетчер раннебезенгийского оледенения. Река, промывшая конечную морену, промыла каменный глетчер наискосок, сначала к правому, потом к левому бортам. Поверхность этого каменного глетчера по крутым склонам заросла низкорослым березняком, по пологим склонам – высокотравьем. Протяженность его 770 м, нижняя точка на высоте 1 560 м. Общая площадь неоплейстоценовых каменных глетчеров составляет 0,12 км<sup>2</sup>.

Ниже 1 610 м рельеф Кауридонского ущелья достаточно сильно изменен оползнями, береговой абразией древнего озера и отложениями многократных катастрофических обвалов с ледника Колка.

Длина всего сохранившегося криогенного комплекса Кауридонского ущелья около 7 км.

Как уже сказано выше, комплексы каменных глетчеров Фардонского и Кауридонского ущелий группой авторов ошибочно были приняты за каменные лавины [11, рис.1 на стр. 231] или отложения ЛОП (лавинообразных потоков) [2]. Но здесь нет черт, характерных для каменно-ледовых лавин, указанных этими и другими авторами [10, стр. 47]. По морфологическому строению эти образования имеют типичное для каменных глетчеров строение – натечные формы рельефа, продольные борозды, поперечные валы напора, фронтальные уступы и боковые откосы. Они также характеризуются медленным, пластичным движением. При этом четко видно, что каждый поток имеет свое начало и окончание (фото 1 и 5). Ледово-каменная лавина – процесс быстротечный, а процесс образования Фардонского и Кауридонского комплексов каменных глетчеров происходил и происходит уже более 10 тысяч лет.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований получены следующие данные.

Установлены неточности и ошибочные данные, приведенные в литературе по оледенению Фардонского и Кауридонского ущелий.

На северном склоне массива Чач – Кайджаны, в Кауридонском ущелье в настоящее время расположено 3 ледника длиной от 80 до 900 м, общей площадью 0,266 км<sup>2</sup>.

Северная экспозиция, пологое дно Кауридонского и Фардонского ущелий и их удаленность от Казбеко-Джигарайского центра оледенения способствовали развитию здесь большого количества каменных глетчеров и сохранению древних форм оледенения.

В настоящее время здесь находится 8 активных каменных глетчеров длиной от 180 м до 1 860 м. Расположены они в интервале высот 2 430–3 260 м. Их общая площадь около 1,262 км<sup>2</sup>.

Активный каменный глетчер № 11 в Кауридонском ущелье опускается до высоты 2 430 м и является самым низко опускающимся на территории Республики Северная Осетия-Алания. Возможно, это самый низко опускающийся активный каменный глетчер Кавказа.

Древние генерации каменных глетчеров северного макросклона массива Чач – Кайджаны опускаются до высоты 1 560 м и занимают площадь около 1,32 км<sup>2</sup>.

Каменные глетчеры играют доминирующую роль в формировании рельефа дна Фардонского и Кауридонского ущелий.

Каменный глетчер № 11 свидетельствует о том, что ассиметричные (односторонние) каменные глетчеры на Кавказе есть.

В Фардонском и Кауридонском ущельях в позднем неоплейстоцене были карово-долинные ледники, которые за пределы ущелий не выходили.

Комплексы каменных глетчеров, расположенные на дне пологих долин, являются накопителями, естественными фильтрами и источниками чистой пресной воды. Как источники чистой пресной воды эти каменные глетчеры имеют большое значение для устойчивого развития горных территорий.

Предлагается гляциальные комплексы Кауридонского и Фардонского ущелий внести в реестр памятников природы федерального значения.

В результате проведенной работы составлена Карта ледников и каменных глетчеров северного склона массива Чач – Кайджаны масштаба 1 : 50 000.

*\*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-05-00794*

## ЛИТЕРАТУРА

- Бурханда В.И.** Каменные глетчеры Кавказа и Памиро-Алая и их связь с пульсациями ледников // МГИ, вып. 27. 1976. С. 63–70.
- Васьков И.М.** Геологические и морфологические особенности долин – генераторов катастрофических ледово-каменных обвалов в Казбек-Джигарайском горном узле (Северный Кавказ) // Бюллетень МОИП. Отд. Геологический. 2008. Т. 83, вып. 2. С. 75–86.
- Варданянц Л.А.** Эпоха оледенений в Горной Осетии Центральный Кавказ // Известия ГГО. Том LXIV, вып. 6, 1932. С. 499–537.
- Джгамадзе А.К.** Особенности оценки запасов пресных подземных вод по источнику Кауридон (РСО-Алания) // Геология и геофизика Юга России, № 4, 2014. С. 9–14.
- Каталог ледников СССР. Т. 8. Северный Кавказ. Часть 10. Бассейны рек Фиагдона, Гизельдона** // Составители В. Ш. Цомаия и О. А. Дробышев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1977.
- Ковалев П.В.** Современное оледенение Казбеко-Джигарайского массива // Материалы Кавказской экспедиции (по программе Международного геофизического года), том 3. Изд. Харьковского государственного университета, Харьков, 1961. С. 3–44.
- Никитин М.Ю.** Карта четвертичных отложений РСО-Алания. М 1:50 000 // Фонды НПО «ИнфоТЕРРА», 2006.
- Панов В.Д.** Ледники бассейна р. Терек. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. 296 с.
- Подозерский К.И.** Ледники Кавказского хребта // Записки Кавказского отдела Императорского Русского географического общества. Кн. 29, выпуск 1. Тифлис, 1911. 200 с., с картами.
- Рогожин Е.А., Гурбанов А.Г., Мараханов А.В., Овсяченко А.Н., Спиридонов А.В., Бурканов Е.Е.** О соотношении проявлений землетрясений, вулканизма и катастрофических пульсаций ледников Северной Осетии в голоцене // Вестник Владикавказского научного центра РАН, том 4, № 3. Владикавказ, 2004. С. 41–50.
- Рогожин Е.А., Мараханов А.В., Овсяченко А.Н.** О соотношении сейсмичности, вулканизма и катастрофических пульсаций ледников Северной Осетии в голоцене // Материалы V международной конференции: «Устойчивое развитие горных территорий: проблемы и перспективы интеграции науки и образования». 21–23 сентября 2004 г. – Владикавказ: Изд. «Терек» СКГМИ, 2004. С. 229–235.
- Рототаев К.П., Ходаков В.Г., Кренке А.Н.** Исследование пульсирующего ледника Колка. – Москва: Наука, 1983. 168 с.
- Тавасиев Р.А.** Каменные глетчеры восточного склона горы Кайджаны как очаги зарождения селевых потоков (Казбеко-Джигарайский массив) / Горные регионы: XXI век: Сборник научных трудов; Сев.-Осет. гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова. – Владикавказ: Изд. СОГУ, 2011. С. 331–340.
- Тавасиев Р.А.** Каменные глетчеры Северной Осетии и их значение для устойчивого развития горных территорий // Вестник Владикавказского научного центра. Т. 11, № 3. Владикавказ, 2011. С. 48–54.
- Тавасиев Р.А., Тебиева Д.И.** Каменные глетчеры как источники водоснабжения рекреационного комплекса «Мамисон» / Развитие регионов в 21 веке: Материалы 1 Международной научной конференции. Часть 1. Сев.-Осет. гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова. – Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2013. С. 417–420.
- Тутков С.Н.** Геокриология горных стран. – М.: Изд. Географического факультета МГУ, 2006. 136 с.
- Тушинский Г.К.** Ледники, снежники и лавины Советского Союза / М.: Гос. издательство географической литературы, 1963. 312 с.

## GLACIERS AND ROCK SOLID GLACIERS OF CHACH - KAYDZHANY ROCK MASS (KAZBEK-DZHIMARAY MASSIF)

R.A. Tavasiev

Federal State Budgetary Institution "National Park Alaniya".  
Russia, Vladikavkaz, tavasglacio@mail.ru

**Abstract:** In article are cited data about glaciers and rock solid glaciers of a northern slope of a massif of Chach – Kaydzhana (Central Caucasus Mountains, Kazbek-Dzhimaray massif). Questions of dynamics of degradation of a freezing are considered. Data on stone glaciers of this massif are provided for the first time. Complexes of stone glaciers of this area are sources of clear sweet water.

**Keywords:** Caucasus, Kazbek-Dzhimaray massif, glaciers, stone glaciers, degradation of a freezing.

### REFERENCES

- Burkhandya V.I. Kamennye gletchery Kavkaza i Pamiro-Alaya i ikh svyaz' s pul'satsiyami lednikov // MGI, vyp. 27. 1976. S. 63–70.
- Vas'kov I.M. Geologicheskie i morfologicheskie osobennosti dolin – generatorov katastroficheskikh ledovo-kamennykh obvalov v Kazbek-Dzhimarayskom gomom uzle (Severnyy Kavkaz) // Byulleten' MOIP. Otd. Geologicheskiiy. 2008. T. 83, vyp. 2. S. 75–86.
- Vardanyants L.A. Epokha oledeneniy v Gornoy Osetii Tsentral'nyy Kavkaz // Izvestiya GGO. Tom LXIV, vyp. 6, 1932. S. 499–537.
- Dzhgamadze A.K. Osobennosti otsenki zapasov presnykh podzemnykh vod po istochniku Kauridon (RSO-Alaniya) // Geologiya i geofizika Yuga Rossii, № 4, 2014. S. 9–14.
- Katalog lednikov SSSR. T. 8. Severnyy Kavkaz. Chast' 10. Basseyne rek Fiagdona, Gizel'dona // Sostaviteli V. Sh. Tsomaya i O. A. Drobyshev. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977.
- Kovalev P.V. Sovremennoe oledenenie Kazbeko-Dzhimarayskogo massiva // Materialy Kavkazskoy ekspeditsii (po programme Mezhdunarodnogo geofizicheskogo goda), tom 3. Izd. Khar'kovskogo gosudarstvennogo universiteta, Khar'kov, 1961. S. 3–44.
- Nikitin M.Yu. Karta chetvertichnykh otlozheniy RSO-Alaniya. M 1:50 000 // Fondy NPO «InfoTERRA», 2006.
- Panov V.D. Ledniki basseyna r. Terek. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. 296 s.
- Podozerskiy K.I. Ledniki Kavkazskogo khrebtu // Zapiski Kavkazskogo otdela Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva. Kn. 29, vypusk 1. Tiflis, 1911. 200 s., s kartami.
- Rogozhin E.A., Gurbanov A.G., Marakhanov A.V., Ovsyuchenko A.N., Spiridonov A.V., Burkanov E.E. O sootnoshenii proyavleniy zemletryaseniy, vulkanizma i katastroficheskikh pul'satsiy lednikov Severnoy Osetii v golotsene // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra RAN, tom 4, № 3. Vladikavkaz, 2004. S. 41–50.
- Rogozhin E.A., Marakhanov A.V., Ovsyuchenko A.N. O sootnoshenii seysmichnosti, vulkanizma i katastroficheskikh pul'satsiy lednikov Severnoy Osetii v golotsene // Materialy V mezhdunarodnoy konferentsii: «Ustoychivoe razvitiye gornyykh territoriy: problemy i perspektivy integratsii nauki i obrazovaniya». 21–23 sentyabrya 2004 g. – Vladikavkaz: Izd. «Terek» SKGMI, 2004. S. 229–235.
- Rotataev K.P., Khodakov V.G., Krenke A.N. Issledovanie pul'siruyushchego lednika Kolka. – Moskva: Nauka, 1983. 168 s.
- Tavasiev R.A. Kamennye gletchery vostochnogo sklona gory Kaydzhany kak ochagi zarozhdeniya selevykh potokov (Kazbeko-Dzhimarayskiy massiv) / Gornyye regiony: XXI vek: Sbornik nauchnykh trudov: Sev.-Oset. gos. un-t im. K.L. Khetagurova. – Vladikavkaz: Izd. SOGU, 2011. S. 331–340.
- Tavasiev R.A. Kamennye gletchery Severnoy Osetii i ikh znachenie dlya ustoychivogo razvitiya gornyykh territoriy // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra. T. 11, № 3. Vladikavkaz, 2011. S. 48–54.
- Tavasiev R.A., Tebieva D.I. Kamennye gletchery kak istochniki vodosnabzheniya rekreatsionnogo kompleksa «Mamison» / Razvitiye regionov v 21 veke: Materialy 1 Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Chast' 1. Sev.-Oset. gos. un-t im. K.L. Khetagurova. – Vladikavkaz: IPTS SOGU, 2013. S. 417–420.
- Titkov S.N. Geokriologiya gornyykh stran. – M.: Izd. Geograficheskogo fakul'teta MGU, 2006. 136 s.
- Tushinskiy G.K. Ledniki, snezhniki i laviny Sovetskogo Soyuzu / M.: Gos. izdatel'stvo geograficheskoy literatury, 1963. 312 s.