

УДК 911.2:551.4

Н.Н. Михайлов, О.В. Останин

«Каменные глетчеры» Алтай как форма криогенно-склоновых и гляциальных процессов*

Каменные глетчеры имеют широкое распространение в горных странах мира. Они формируются преимущественно в условиях гляциальной и перигляциальной зоны. Несмотря на то, что эти формы рельефа изучаются уже более ста лет, и литература, посвященная им, составляет почти тысячу источников, многие вопросы, связанные с их распространением и особенностями формирования и развития, остаются не решенными. Анализ накопившегося к настоящему времени фактического материала в нашей стране был дан А.Ф. Глазовским [1], В.В. Заморуевым [2] и А.П. Горбуновым [3–4]. Наиболее фундаментальным обобщением сведений о каменных глетчерах, изданным за рубежом, является библиографический сборник под редакцией Дж.Д. Витека, Дж.Р. Жиардино, Дж.Р. Шродера-мл. [5] и работа Д. Барша [6].

Каменные глетчеры рассматривают как ледниковые (гляциальные), мерзлотные (криогенные) и обвально-осыпные (гравитационные) образования. Отсюда и множество взглядов на их морфологию, динамику и особенности развития, что во многом и определяет различия в представлениях об использовании каменных глетчеров для палеогеографических реконструкций.

Практически все авторы так или иначе обращаются к толкованию самого названия «каменный глетчер». В отечественной научной литературе форма рельефа, о которой идет речь, обычно именуется «каменным глетчером» или реже – «каменным ледником». «Глетчер» (нем. *Gletscher* – ледник, от лат. *Glacies* – лед) – синоним более употребительного термина «ледник». Сам термин «каменный глетчер» восходит к английскому *rock glacier*, которым американские геологи, работавшие в Скалистых горах в конце XIX в., именовали огромные скопления обломков горных пород, напоминавшие по форме долинские ледники. В 30-х гг. XX в. этот термин попал в отечественную научную литературу и достаточно прочно в ней укрепился. Недавно Д. Барш предложил заменить привычный термин «rock glacier» одним словом – «rockglacier» [6], однако в русском варианте это сделать достаточно сложно.

При этом не совсем понятна смысловая нагрузка этого изменения.

В то же время знакомство с многочисленной литературой и с самими объектами в горных районах Тянь-Шаня, Гиссаро-Алая и Алтая показало, что часто речь идет, на наш взгляд, об объектах, имеющих различное происхождение. Хотя их развитие после определенной фазы может быть схожим. Кратко рассмотрим некоторые основные представления о понимании такого объекта, как «каменный глетчер». Так, по «Гляциологическому словарю» «каменный глетчер – это поток каменного материала в карах, на днищах и на склонах, по форме отдаленно напоминающий ледник» [7, с. 161–162]. «Географический энциклопедический словарь» трактует эту форму рельефа, как «скопление каменного материала (иногда с ледяным ядром) в карах, долинах и на склонах, образующееся вследствие постепенного сокращения ледников или в результате массового нисходящего движения обломочного материала в условиях частой смены процессов промерзания и оттаивания грунтов» [8, с. 119]. Крупнейший отечественный специалист по каменным глетчерам А.П. Горбунов определяет каменный глетчер как «скопление сцементированного льдом грубообломочного материала в горах, по форме напоминающее ледники, а иногда лавовые потоки, и обладающее способностью к самостоятельному движению» [3]. Л.Н. Ивановский, который много работал на Алтае, выделял каменные глетчеры как «распространенную форму накопления моренных отложений» [9, с. 160]. Однако он выделил и морфологически сходные с каменными глетчерами «каменные потоки», не связанные с деятельностью ледников и питающиеся за счет обвалов, лавин и осыпей [9, 10–11]. В 1959 г. американские ученые К. Уархафтиг и А. Кокс пришли к выводу, что каменные глетчеры являются самостоятельными формами рельефа, независимыми от ледников [12]. Мы видим, что даже столь короткий экскурс вызывает необходимость, либо разделения понятий, либо проведения более четкой классификации «каменных глетчеров». Такие попытки проводились

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобразования РФ (проект АОЗ-2.13-534) и программы «Университеты России» (грант ур.08.01.002).

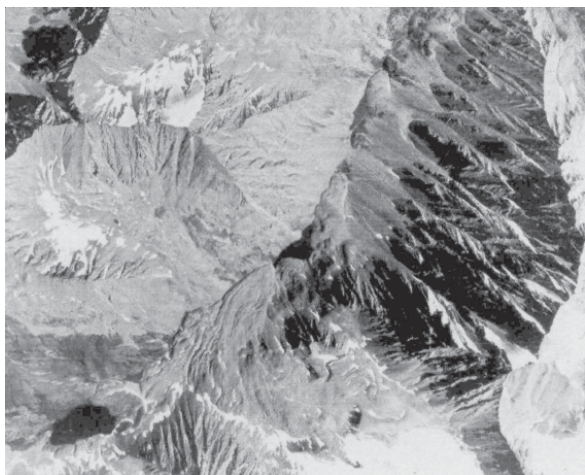


Рис. 1. Снимок «каменного глетчера» на Алтае неоднократно. Наиболее полно этот вопрос освещен в работе А.П. Горбунова и С.Н. Титкова, в которой приведено несколько классификаций каменных глетчеров: по местоположению в рельефе, по геометрической форме, по характеру питания обломочным материалом, по генезису и внутреннему строению [13].

Если строго подходить к пониманию такого природного объекта, как ледник, то следует помнить, что это «масса льда преимущественно атмосферного происхождения, испытывающая вязко-пластическое течение под действием силы тяжести и принявшая форму потока, системы потоков, купола (щита) или плавучей плиты» [7, с. 202]. Таким образом, «каменный глетчер» никак не может быть ледником, хотя некоторые характеристики ледника присущи и для него (течение под действием силы тяжести, вязко-пластическое течение льда (при наличии ледникового ядра), форма потока). В то же время сами ледники могут приобретать черты, присущие «каменным глетчерам», а именно: перекрытие обломочным (осыпным и обвальным) материалом языков ледников и образование бронирующей морены. Такие объекты называются «бронированными или забронированными» ледниками («забронированными глетчерами»). Сторонники теории ледникового происхождения каменных глетчеров считают причиной их образования консервацию ледникового льда под обломочным чехлом разного происхождения, главным образом моренного [2, 8, 10, 14 и др.]. Роль мерзлотных процессов часто при этом сводится лишь к консервации погребенных льдов в условиях сурового климата. Вместе с тем материал морены в районах образования бронирующих морен в основном представлен обломками горных пород, приходящих с осыпями и обвалами, и лишь иногда к нему примешиваются обломки уже испытывавшие ледниковую обработку (т.е. собственно

моренный материал). Это тот же обвальнo-осыпной материал, который формирует каменные глетчеры в других случаях. Разница только в процессе, формирующем каменный чехол объекта, и в происхождении льда. В этом случае мы склонны согласиться с мнением Л.Н. Ивановского [9] и Е.В. Максимова [15], выделяющих «забронированные ледники» как этап в развитии настоящих каменных глетчеров. Такие гляциально-нивальные системы являются ледниками и подчиняются всем закономерностям развития обычных ледников. Каменные языки таких ледников можно рассматривать как стадийные формы моренно-ледникового рельефа. Строение языка забронированного ледника представляется следующим: сверху располагается чехол обломочного материала, подстилаемый мерзлым ядром, состоящим из ледникового льда.

Эволюция забронированных ледников на современном этапе развития оледенения приводит к образованию собственно «каменных глетчеров», когда в результате деградации ледников их поверхность полностью или большей частью перекрывается обломочным материалом, сохраняя ледниковое ядро. Процесс формирования такого «каменного глетчера» на Алтае описан Л.Н. Ивановским [9]. На различных этапах его образования в теле каменного глетчера появляются участки мертвого ледникового льда. Очевидно, на этом этапе значительную роль начинают играть криогенные процессы, которые проявляются не только в верхней части обломочной толщи, но и вблизи ледникового ядра. Верхняя часть каменного глетчера еще может быть представлена небольшим ледником, который постепенно теряет связь с нижней «забронированной» частью, пока ледник не стает окончательно или не будет засыпан обломочным материалом. В последнем случае он представляет собой завершающую часть формирования «каменного глетчера».

В этом случае необходимо определить разницу или границу между «забронированным ледником» и «каменным глетчером». Е.В. Максимов выделял «ледники с моренным чехлом», и относил к ним крупные ледники горных стран, языки которых только прикрыты тонким слоем осыпного и моренного материала, и «забронированные ледники», которые «в своих нижних частях покрыты мощным слоем морены» [15, с. 84]. Очевидно, «забронированным ледником» следует считать гляциально-нивальную систему, развивающуюся как ледник и имеющую непосредственную связь с забронированной частью. При этом бронирующий чехол предохраняет лед от быстрого таяния в периоды деградации и усиливает его распространение вниз по горной долине

в периоды активизации. Переход таких ледников в «каменные глетчеры» происходит при перекрытии большей части (?) поверхности ледника моренно-осыпным и обвальным материалом.

Такие «каменные глетчеры», очевидно, могут существовать достаточно длительное время. В конечном итоге они могут перейти в разряд «каменных потоков», когда глетчерный лед будет замещен вторичным инфильтрационным льдом, если ход природного процесса не будет вновь нарушен активизацией оледенения. Они, как правило, располагаются в верховьях основных и боковых долин, в цирках и карах боковых отрогов. Выходя в главные долины, они усложняют гляциогеографическую ситуацию.

Другие «каменные глетчеры» не связаны с оледенением и являются чисто мерзлотными образованиями. Обломочный материал таких объектов имеет преимущественно лавинно-осыпное и обвальное происхождение, а лед возникает в результате проникновения в каменную толщу талых и дождевых вод, переноса снега и его погребения. Такие объекты, как правило, формируются на склонах горных долин, иногда в древнеледниковых цирках и карах, без участия оледенения. Они образуются в результате преобразования осыпей и обвалов под влиянием мерзлотных деформаций на склонах. Их языки опускаются на днища долин, где обычно формируются их расширенные участки. Эти объекты, на наш взгляд, не следует называть «каменными глетчерами», так как они не имеют отношения к ледникам, хотя и могут развиваться похожими путями. Вероятно, правильнее их называть «каменными потоками» [9–11] или «каменными напльваами». Именно эти объекты являются самостоятельными и саморазвивающимися в понимании К. Уархафтига и А. Кокса [12].

Забронированные ледники, каменные глетчеры и каменные потоки – явление многофакторное, существующее при благоприятном сочетании множества условий, которые определяют формирование и развитие этих образований. Среди важнейших условий можно упомянуть следующие, отмеченные в ряде работ [15–17]:

1) рельеф – степень вертикального и горизонтального расчленения рельефа, определяющая площади камнесборов; крутизна, экспозиция и характер продольных профилей склонов горных долин;

2) геологическое строение – формирование обломочного чехла зависит от состава, строения, трещиноватости и степени выветривания горных пород. Важную роль играет структура и новейшие тектонические движения горных массивов;

3) климатические условия – высокая степень континентальности, преобладание отрицательных среднегодовых температур воздуха, значительные суточные колебания температуры воздуха и относительная малоснежность. Это создает условия для формирования и сохранения многолетнемерзлых пород и грунтов и способствует их глубокому сезонному промерзанию;

4) снежные лавины – снеговая лавинная деятельность, с одной стороны, участвовать в формировании и развитии ледяной и минеральной составляющей каменного глетчера, с другой – приводит к уничтожению его специфических внешних черт;

5) оледенение – основой для формирования и развития забронированных и каменных глетчеров могут служить ледниковые и приледниковые формы рельефа, талые ледниковые воды, погребенные под моренным материалом, глетчерный лед.

При рассмотрении условий образования каменных форм криогенно-гляциального рельефа обращает на себя внимание определенное сочетание факторов, ведущих к развитию этих перигляциальных форм рельефа.

Для Алтайских гор характерны все рассматриваемые выше формы рельефа: забронированные ледники, каменные глетчеры и каменные потоки. Можно выделить целые горные участки с проявлением этих форм рельефа. Однако в настоящее время на Алтае они исследованы недостаточно. О географическом распространении, некоторых особенностях формирования можно узнать из немногочисленных работ [9–11, 16, 18]. Слабая изученность, частая встречаемость, усиление процессов образования каменных глетчеров на последнем историческом этапе развития природы Алтайских гор предопределили программу и содержание совместных исследований ученых Алтайского государственного университета (Россия, Барнаул) и Национального института полярных исследований (Япония, Токио). В ходе этих исследований проводятся наблюдения за пространственным расположением каменных глетчеров, развитием термокарстовых процессов, движением поверхности и термическим режимом верхней части толщи (до горизонта многолетней мерзлоты), фиксируется их современное состояние. Непосредственные объекты исследований – комплексы каменных потоков в бассейне р. Чаган-Узун (северный склон Южно-Чуйского хребта) и в бассейне р. Ак-Алахи (в пределах северного склона хребта Южный Алтай).

Основными источниками информации служат дешифрирование аэро- и космических снимков, подкрепленные полевыми наблюдениями.



Рис. 2. «Каменные потоки» в долине р. Аккол (северный склон Южно-Чуйского хребта).
Фото Д. Тромкина

Это позволило начать каталогизацию изучаемых объектов на Алтае. При каталогизации учитываются следующие параметры: местоположение, ориентировка, форма (языковидная, серповидная), абсолютная высота начала объекта, абсолютная высота конца объекта, наклон подстилающей поверхности, длина, ширина, площадь, высота снеговой линии в районе расположения объекта, абсолютная высота конца ледника (если это забронированный ледник или каменный глетчер), данные о внутреннем строении, высота горного окружения, активность, источник, если объект описан в литературе.

В настоящее время такими исследованиями охвачены хребты Южно-Чуйский и Южный Алтай. Комплексные исследования проводятся в долинах притоков р. Чаган – Узун-Акколе и Талдура. Наши исследования позволили составить схемы распространения каменных глетчеров и каменных потоков. На территории Южно-Чуйского хребта было выделено 193 объекта, на Южном Алтае – 159. При этом за единицу объекта мы принимали один «наплыв», отделяющийся от соседних боковыми продольными валами, а не весь комплекс. Так, в долинах рек Аккол и Талдура выделяются протяженные ряды комплексов каменных потоков, часто объединяющихся в «каменное поле» вдоль правых бортов долин, которое тянется на несколько километров.

В целом каменные формы криогенно-склонового и гляциального рельефа распространены достаточно равномерно, без особо выделяющихся центров концентрации. Учитывая местоположение объектов на хребтах и их отрогах, органографические особенности местности и развитие оледенения, с учетом некоторых других факторов мы выделяем:

1. Забронированные ледники и каменные глетчеры, которые имеют в верховьях современный ледник (рис. 1).

2. Карово-долинные каменные глетчеры, берущие начало из цирков и каров, в которых отсутствует современное оледенение;

3. Присклоновые каменные потоки, часто формирующие мощные комплексы (группы каменных потоков) (рис. 2);

4. Единичные присклоновые каменные потоки.

В исследованном районе Алтая по количеству преобладают присклоновые каменные потоки (их насчитывается 162). Они в основном приурочены к северо-западным склонам речных долин. Так, в долине р. Талдура таких каменных потоков насчитывается 31, в долине р. Аккол – 26, в долине р. Кара-Оюк – 7.

Долинные каменные глетчеры чаще всего отмечены в северо-западной части Южно-Чуйского хребта, в районе развития мощного современного оледенения. Здесь выделено 23 забронированных ледника и 8 каменных глетчеров, берущих свое начало из каров и цирков, в которых отсутствуют современные ледники.

Построенные продольные профили по долинам рек Талдура, Аккол и Кара-Оюк с информацией о высотном расположении каменных потоков восточной части Южно-Чуйского хребта показали, что они выявляются в следующих высотных интервалах: долина р. Талдура – 2000–2500 м, долины рек Аккол и Кара-Оюк – 2300–2500 м. На некоторых участках этих долин существует сплошное распространение присклоновых каменных потоков, которое прерывается лишь выходами коренных пород (ригельными ступенями и комплексами). В долине р. Талдуры такой разрыв связан с изменением направления долины (изменением экспозиции). Следует отметить также и то, что эти каменные потоки находятся на большем удалении от современных ледников (~1200 м), чем каменные глетчеры.

Важнейшим вопросом существования «каменных» криогенно-склоновых и гляциальных образований в горах является время их образования и пути эволюции. Вообще условия для зарождения каменных глетчеров появились еще в конце плиоцена и периодически возникали в течение всего плейстоцена. Однако доголоценовые каменные глетчеры почти не сохранились [19]. Наиболее широко распространенная точка зрения в основном связывает их образование с послеледниковьем (голоценом) [3, 9–11, 13, 19–20]. Так, на Тянь-Шане А.П. Горбунов [21] выделил два периода формирования каменных глетчеров. Первый относится им к периоду 2000–4000 лет назад, второй – 4000–8000 лет назад. В основном

попытки датирования каменных глетчеров связаны с анализом их относительного пространственного расположения в системе плейстоценовых и голоценовых морен ледников. На Алтае образование *забронированных ледников* с нашей точки зрения следует отнести к голоцену, а точнее к позднему голоцену [22–24]. Они преимущественно связаны с позднеголоценовым этапом ледниковой активизации, который мы относим к последним 2500 лет.

Некоторые *каменные глетчеры* (наиболее крупные), возможно, начали зарождаться в конце позднего неоплейстоцена, после максимума последней ледниковой эпохи. Они имеют несколько напользающих друг на друга обломочных генераций. Однако основные образования, вероятно, следует отнести к среднему голоцену, когда большинство ледников на Алтае сильно деградировали и исчезли.

Каменные потоки имеют различный возраст, в зависимости от их местоположения относительно плейстоценовых и голоценовых морен. Некоторые наиболее низко расположенные ка-

менные потоки долины р. Талдуры (Южно-Чуйский хребет), располагающиеся за пределами максимальных морен второго позднеоплейстоценового оледенения, могли возникнуть в позднеоплейстоценовом интермегастадиале и развиваться на протяжении последнего оледенения и голоцена. Однако большинство каменных потоков расположены как раз в зонах воздействия последнего (второго позднеоплейстоценового) оледенения. Поэтому начало их формирования условно можно отнести к периоду деградации этого оледенения и голоцену. Впрочем, справедливой кажется точка зрения А.П. Горбунова о сложности определения возраста этих объектов и отнесение их активизации к периодам регрессии оледенений или межстадиалам.

Авторы выражают признательность за сотрудничество в работе профессору Yoshhiyuki Fujii и доктору Kotaro Fukui (Национальный институт полярных исследований (NIPR), Япония) и студентке географического факультета АлтГУ Е.В. Тагильцевой за участие в работе.

Литература

1. Глазовский А.Ф. Каменные глетчеры (состояние проблемы) // Криогенные явления высокогорий. Новосибирск, 1978.
2. Заморюев В.В. О строении и происхождении каменных глетчеров // Изв. ВГО. 1981. Т. 113. Вып. 6.
3. Горбунов А.П. Каменные ледники. Новосибирск, 1988.
4. Горбунов А.П., Северский Э.В. Крупнейший в Тянь-Шане комплексный каменный глетчер. Новосибирск, 2000.
5. Vitek J.D., Glardino J.R. et al. A bibliography on rock glaciers. Oklahoma State University. 1987.
6. Barsch D. Rockglaciers. Berlin Heidelberg: Springer. 1996.
7. Гляциологический словарь. Л., 1984.
8. Географический энциклопедический словарь: Понятия и термины / Гл. ред. А.Ф. Трешников. М., 1988.
9. Ивановский Л.Н. Каменные глетчеры и их возраст на Алтае // Вопросы динамической геоморфологии. Иркутск, 1977.
10. Ивановский Л.Н. Формы ледникового рельефа и их палеогеографическое значение на Алтае. Л., 1967.
11. Ивановский Л.Н. Экзогенная литодинамика горных стран. Новосибирск, 1993.
12. Wahrhaftig K., Cox A. Rock glaciers in the Alaska Range // Geol. Soc. Amer. Bull. 1959. V. 70. №1.
13. Горбунов А.П., Титков С.Н. Каменные глетчеры гор Средней Азии. Якутск, 1989.
14. Иверонова М.И. Каменные глетчеры Северного Тянь-Шаня // Тр. Ин-та географии АН СССР. М.; Л., 1950. Т. 45 (Работы Тянь-Шанской физ.-геогр. станции). Вып. 1.
15. Максимов Е.В. Бронированные ледники и их происхождение // Динамика природных процессов горных стран. Л., 1977.
16. Агатова А.Р., Ван Хьюл В., Мистрюков А.А. Динамика ледника Софийского (Юго-Восточный Алтай): последний ледниковый максимум – 20 век // Геоморфология. 2002. №2.
17. Гобеджишвили Р.Г. Каменные глетчеры Грузии // Сообщ. АН СССР. 1978. Т. 90. №1.
18. Заморюев В.В. Каменные потоки в Катунском хребте (Центральный Алтай) // Тр. ВСЕГЕИ (Мат. по четверт. геологии и геоморфологии). 1963. Нов. сер. Т. 90.
19. Титков С.Н. Каменные глетчеры Тянь-Шаня: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Якутск, 1987.
20. Суслов В.Ф. Каменные глетчеры Кичик-Алая // Вопросы гляциологии Средней Азии: Труды САРНИГМИ. Л., 1966. Вып. 27 (42).
21. Горбунов А.П. Криогенные явления Памиро-Алая // Криогенные явления высокогорий. Новосибирск, 1978.
22. Михайлов Н.Н. Горное оледенение Алтая и Тянь-Шаня в плейстоцене // Состояние и развитие горных систем: Мат. науч. конф. по монтологии (Санкт-Петербург, апрель 2002 г.). СПб., 2002.
23. Михайлов Н.Н. Позднеплейстоценовое оледенение северо-запада Монгольского Алтая // Изв. РГО. 2002. Т. 134. Вып. 6.
24. Михайлов Н.Н. Последний ледниково-межледниковый цикл и его роль в формировании представлений о плейстоценовых оледенениях Алтая // География и современность. СПб., 2004.