

УДК 551.343.4

КАМЕННЫЕ ГЛЕТЧЕРЫ: ВОПРОСЫ ТЕРМИНОЛОГИИ И КЛАССИФИКАЦИИ

А. А. Галанин

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан
E-mail: agalnin@gmail.com*

В основе предложенной морфогенетической классификации каменных глетчеров лежит их понимание как континуального генетического ряда, крайними членами которого являются каровые ледники, курумы, коллювиальные шлейфы и конусы. Каменные глетчеры разделяются на три большие историко-генетические группы: абляционные (унаследованные от ледников), мерзлотные (не связанные с ледниками) и комплексные (формирующиеся в результате длительного балансирования режима питания между условиями нивально-гляциальной и перигляциальной обстановок). Каменные глетчеры абляционной группы развиваются из забронированных ледников и льдистых морен при плавных климатических изменениях в ходе дегляциации. На северо-востоке Азии основная их часть приурочена к районам с морским арктическим и субарктическим климатом. Мерзлотные каменные глетчеры возникают в результате промерзания грубообломочного коллювия и десерпции в ходе похолодания и увеличения влажности климата.

Ключевые слова: каменные глетчеры, неогляциальная эпоха, северо-восток Азии, геоморфологические классификации.

ВВЕДЕНИЕ

Каменные глетчеры представляют собой стратифицированные (слоистые) сцементированные конгломератом льдом грубообломочные образования, имеющие вид языков, лопастей и террасовидных шлейфов со слабонаклонной поверхностью и крутым фронтальным уступом, способные к монолитному пластическому течению путем деформации содержащегося в них льда. Разнообразие морфологических типов каменных глетчеров определяется локальными особенностями климата, вмещающего рельефа, неотектоники, сейсмической активности района, литологии, петрографии и трещиноватости горных пород.

Современные представления о происхождении каменных глетчеров распадаются на три основные концептуальные группы:

они не имеют самостоятельной геоморфологической ниши в цепи морфогенеза, а являются лишь ледниками, погребенными под плащом обломочного материала (абляционной морены) (Whalley, 1974; Говорушко, 1986);

они весьма сложные и самостоятельные образования перигляциальной зоны морфолитогенеза (Barsch, 1987, 1996; Krainer, Mostler, 1999, 2000a, б);

каменные глетчеры могут иметь как мерзлотное, так и ледниковое происхождение (Whalley, 1974; Potter, 1972);

они представляют собой изоморфный ряд (континуум) переходных явлений и форм между процессами гравитационного, криогенного и нивально-гляциального рядов (Jonson, 1974; Vitek, Giardino, 1987; Giardino, Vitek, 1989; Горбунов, 1979, 1988, 2008; Горбунов, Титков, 1984; Галанин, Глушкова, 2004, 2005a, б).

Каменные глетчеры отмечаются как в ледниковых (Smith, 1973; Галанин, Глушкова, 2005a, 2006), так и во внеледниковых районах (Barsch, 1996) и разделяются на две основные морфогенетические группы, различающиеся источниками питания: 1) присклоновые лопастные, формирующиеся за счет коллювиального материала у подножия крутых склонов (*lobate rock glaciers, talus terraces, protalus ramparts*) (Троицкий, 1971; Заморуев, Малаховский, 1975; Заморуев, 1981; и др.); 2) карово-долинные языковидные, являющиеся продолжением ледников (приледниковые). В Аляскинском хребте С. Вархафтиг и А. Кокс (Wahrhaftig, Cox, 1959) обнаружили, что большая часть глетчеров соединяется через осыпи со склонами, а лишь треть имеет в истоке либо небольшой ледник, либо впадину, образовавшуюся после его исчезновения. На территории Юкона (Канада)

П. Г. Джонсон (Johnson, 1978) указывает на наличие обоих типов и подчеркивает отсутствие каких-либо следов существования даже небольших ледников в истоках каменных глетчеров, расположенных у подножия крутых склонов долин.

Д. Баршем (Barsch, 1996) было введено понятие комплексных каменных глетчеров (*complex rock glaciers*). По его определению они состоят из группы разнородных тел и могут включать в себя погребенный ледник или ядра мертвых глетчерных льдов. Целесообразность выделения данного типа подчеркивают А. П. Горбунов и Э. В. Северский (2000), полагая что многие погребенные и забронированные ледники Средней Азии есть не что иное как комплексные каменные глетчеры.

Н. Н. Романовский с соавторами (1989) рассматривают мерзлотные каменные глетчеры Байкало-Станового нагорья как обособленные перигляциальные явления и развивают мысль о генетической связи курумов и каменных глетчеров и даже выделяют особый тип переходных образований – *курумоглетчеры*.

Группа *техногенных* (искусственных) *каменных глетчеров* обусловлена горными работами в криолитозоне и альпийских районах (Горбунов, 1988; Моторов и др., 2007). Феномен, связанный с формированием техногенных каменных глетчеров Хибин, – внезапные выбросы их фронтальной части со скоростью до 30 м/с. Б. Н. Ржевский (1982) полагает, что это вызвано накоплением и разрядкой упругих деформаций, накапливающихся в их телах. Согласно его реологической модели, каменные глетчеры представляют собой упруговязкие тела, не способные к самостоятельной релаксации, причем роль упругих элементов выполняют обломки, а вязких – снежно-фирново-ледяной цемент.

К настоящему времени на северо-востоке Азии закартировано около 6000 глетчероподобных образований (см. рис. 1 в статье А. А. Галанина (2009), неравномерно распределенных в горных сооружениях (Галанин, 2008а,б). Наибольшая их концентрация наблюдается в прибрежных горных районах Тихоокеанского бассейна – в Чукотском и Корякском нагорьях, в Северном Приохотье. В предыдущих работах была показана определяющая роль годовых осадков, а также условий вмещающего рельефа на формирование каменных глетчеров (Галанин, 2008б). Выделена особая группа приразломных каменных глетчеров, формирующихся в районах с контрастным блоковым неотектоническим рельефом (Галанин, 2005б; Галанин, Глушкова, 2005б). Датирование поверхностей активных языковидных каровых каменных глетчеров показало, что их возраст варьирует от 0,8 до 3–4 тыс. л. н. и относится к неогляциальному максимуму (Галанин, 1999; Галанин, Глушкова, 2003, 2004, 2005а, 2006). Неактивные и отмершие каменные глетчеры сформировались в раннем голоцене – в аллерде и дриасе – в результате

сокращения сартанских ледников и прекращения оттока склонового коллювиального материала.

В течение 10-летнего периода был проведен мониторинг за мощными крупноглыбовыми горными отвалами крупного месторождения Кубака, складированными в морфоклиматически благоприятных условиях для формирования каменных глетчеров (среднегодовая температура воздуха -12°C , осадки 450 мм/год, уклон ложа 12° , пористость (пустотность) отвалов 20–30%). На основе мониторинга по системе геотермических скважин и других наблюдений выявлены процессы быстрого насыщения 20–45-метровых толщ отвалов конжеляционным и сегрегационным льдом (Галанин и др., 2006; Моторов и др., 2007). Данные процессы приводят к постгенетической трансформации отвалов в техногенные каменные глетчеры, массовое формирование которых отмечено в Хибинах (Горбунов, 1988).

Каменные глетчеры – морфоклиматическое явление, их распределение подчинено географической зональности и поясности, а формирование, динамика и отмирание связаны с климатическими колебаниями. Подавляющее большинство каменных глетчеров северо-востока Азии сформировалось в позднеледниковую эпоху на фоне процессов дегляциации (остаточные абляционные глетчеры), а также в результате голоценовых климатических осцилляций (преимущественно мерзлотные глетчеры). Поэтому их изучение имеет важное значение при палеоклиматических реконструкциях.

К настоящему времени в отечественной геоморфологии не существует стандартной терминологии каменных глетчеров, так же как и емкого их определения. Очень слабо проработаны классификационные вопросы. По этим причинам затруднены дешифрирование и идентификация каменных глетчеров при геоморфологическом и геологическом картировании. При их описании часто возникает путаница в названиях генетических типов. Обсуждению данных вопросов и новой морфогенетической классификации каменных глетчеров посвящена эта статья, продолжающая публикуемый в настоящем журнале цикл работ* по каменным глетчерам северо-востока Азии (Галанин, 2008в).

ПРОБЛЕМЫ ТЕРМИНОЛОГИИ КАМЕННЫХ ГЛЕТЧЕРОВ

Вопросы классификации и терминологии каменных глетчеров уже неоднократно затрагивались в ряде англоязычных работ (Barsch, 1996; Corte, 1987; Krainer, Mostler, 2000a, б; и др.). Проблемы отечественной терминологии по каменным

* Первую публикацию, посвященную истории изучения каменных глетчеров, см. в «Вестнике СВНЦ ДВО РАН» № 3 за 2008 г.

глетчерам и их классификаций акцентировались А. П. Горбуновым (1988, 2006, 2008). Из-за отсутствия отечественных терминологических аналогов нередко некоторые термины «удобнее» употреблять без перевода. Например, при описании каменных глетчеров Японии, цитируя англоязычную работу, А. П. Горбунов пишет, что «наряду с каменными глетчерами распространены *protalus rampart* (предосыпные валы)», которые «некоторыми исследователями рассматриваются как эмбриональные каменные глетчеры» (Горбунов, 2006. С. 24). Другая проблема, считает А. П. Горбунов, состоит в том, что в российской геоморфологии некоторые специалисты, помимо каменных глетчеров, выделяют погребенные и забронированные ледники (Максимов, Осмонов, 1995), в то время как зарубежные коллеги относят их к приледниковым каменным глетчерам. Таким образом, отсутствие современной отечественной терминологии и классификации каменных глетчеров препятствует их пониманию как явления, идентификации и картографированию.

Однако прямое заимствование в отечественной геоморфологии зарубежных классификаций и их терминологического аппарата также встречает большие трудности, которые обусловлены по теоретическим соображениям и неприемлемы из-за невозможности прямого перевода ключевых терминов по причине исторически сложившихся «различий между российскими и зарубежными геоморфологическими школами». Последний тезис требует пояснения. Так, именуемые в англоязычной литературе «обломочными фартуками» (*debris aprons*) террасоподобные слабонаклонные образования, примыкающие к осыпным конусам и склонам и состоящие из грубообломочного мерзлого материала осыпей, рассматриваются как начальные стадии формирования присклоновых каменных глетчеров. Близкий отечественный термин *обломочный шлейф* имеет более широкое и расплывчатое толкование и не применяется для обозначения каких-либо конкретных морфоскульптурных типов. Не имеют четких отечественных определений *protalus rampart* (*приосыпной вал*), *protalus lobe* (*приосыпная лопасть*), *talus terrace* (*осыпная терраса*), *protalus rock glacier* (*приосыпной каменный глетчер*). В российской перигляциальной геоморфологии они переведены собирательным термином *лопастной каменный глетчер* (Тимофеев, Втюрина, 1983). Но термин *лопастной каменный глетчер* также малознаком российским геоморфологам, поскольку вырван из контекста англоязычной классификации и не имеет четкого (отечественного) определения. В то же время в классификации курумов российские исследователи выделяют фацию *курумного вала* (Романовский и др., 1989), которая морфогенетически наиболее близка к морфоскульптуре *protalus rampart*, но семантически не име-

ет ничего общего с предыдущим термином. Д. Барш (Barsch, 1996) для обозначения наиболее распространенной группы присклоновых каменных глетчеров использует термин *лопастной каменный глетчер* (*lobate rock glacier*).

В совокупности рассмотренные термины не только обозначают некоторые зачаточные каменные глетчеры, но и подчеркивают их генетическую связь с осыпями, курумами и солифлюкционными накоплениями, которые при благоприятных морфоклиматических условиях развиваются в каменные глетчеры. Поэтому данные образования вне зависимости от генетической принадлежности питающего их процесса целесообразно именовать зачаточными, или эмбриональными, каменными глетчерами (Barsch, 1996). Действительно, как пишет А. П. Горбунов (2006), в ходе формирования эмбриональных каменных глетчеров имеет место конвергенция – различные процессы, в результате которых формируются морфологически сходные образования. И установление детального генезиса каждого *protalus rampart* требует детализированных наземных исследований.

Не воспринимаются также и прямые переводы и многих других типов каменных глетчеров, выделенных зарубежными коллегами. Например, *каменный глетчер с ледяным ядром* (*ice-cored rock glacier*) или *каменный глетчер с ледяным цементом* (*ice-cemented rock glaciers*) – для обозначения каменных глетчеров мерзлотного ряда, не имеющих историко-генетической связи с ледниками. К группе мерзлотных каменных глетчеров относятся и образования, именуемые осыпными глетчерами (*talus (protalus) derived rock glaciers*). Приведенные термины требуют обсуждения и по разным причинам пока не прижились в отечественной терминологии.

Следует отметить и совершенно иной изначальный смысл термина *комплексный глетчер* (*complex rock glacier*), введенного в обиход Д. Баршем (Barsch, 1987, 1996). Под комплексностью (*complexity*) глетчеров он подразумевал лишь морфологическую сложность: наличие нескольких истоков (*multi-root*); собственно тел (*multi-unit*), фронтальных частей (*multi-lobe*). Однако исследователь не имел в виду полигенетичность глетчеров, многостадийность их развития, наличие реликтовых ледяных ядер и др. Д. Барш вообще не признает генетической связи каменных глетчеров с ледниками и стоит на жесткой детерминистической позиции по отношению к их таксономии, отрицая возможность полиморфизма (континуума) (Krainer et al., 2003). В этом смысле парадоксально, что введенный Д. Баршем термин *комплексный каменный глетчер* стали применять не только в более широком смысле, но и именно для обозначения переходных каменных глетчеров ледникового ряда (*glacier-derived ice-cored rock glacier*) (Krainer et al., 2003; Горбунов, Северский, 2000),

которые Д. Барш не относит к каменным глетчерам вообще, а считает бронированными ледниками (*debris covered glaciers*). Отметим, что буквальный перевод предыдущего оборота – «каменный глетчер ледникового происхождения с ледяным ядром» – у неискушенного отечественного геоморфолога может вызвать скептический шок.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КАМЕННЫХ ГЛЕТЧЕРАХ

Классификации являются отражением теоретических представлений и неизбежно совершенствуются по мере накопления нового фактического материала. Классификации строятся по разным принципам, но в теоретическом аспекте важными представляются морфогенетические и историко-генетические построения. Классификация каменных глетчеров Д. Барша (Barsch, 1996) была переведена нами на русский и обсуждена ранее (Галанин, 2008в). Она базируется только на морфологических признаках каменных глетчеров и является, скорее, удобным ключом для их полевого описания, опуская при этом все генетические аспекты. В основе классификации лежит разделение всех каменных глетчеров по источнику терригенного питания на три большие группы: осыпные (*talus rock glaciers*) – формирующиеся в основаниях склонов за счет коллювиального материала; обломочные (*debris rock glaciers*) – образующиеся из моренных накоплений; особые (*special rock glaciers*) – имеющие смешанное происхождение. По положению в рельефе исследователь выделяет каровые, долинные, присклоновые, боковые приледниковые и хвостовые приледниковые (*glacial terminus*); по морфологии – языковидные, лопастевидные и переходные; по морфологической сложности – простые (*singular*) и сложные (*complex, составные*); по активности – активные, неактивные и отмершие (реликтовые).

В противоположность Д. Баршу, в классификации А. Е. Корте (Corte, 1987) каменные глетчеры делятся на 4 генетические группы: гляциальные, криогенно-снежно-обломочные, криогенные желифлюкционные и пр. Внутри данных групп выделено 7 основных типов каменных глетчеров: забронированные ледники (*debris covered glaciers*), потоки моренного материала, каменные глетчеры ледникового происхождения, каменные глетчеры снежно-грунтовых лавин, криогенные каменные глетчеры осыпных конусов и обломочных шлейфов, криогенные каменные глетчеры и каменные потоки (курумы?), техногенные и другие аномальные и смешанные каменные глетчеры. В этой классификации отчетливо прослеживается положение формации каменных глетчеров на стыке нивально-гляциальной, криогенной и гравитацион-

ной формаций экзогенных процессов. В то же время терминологический аппарат классификации в отличие от жестко детерминированной классификации Д. Барша (1996) плохо проработан и неудобен в использовании, особенно при цитировании.

Несмотря на кажущуюся четкость, «мерзлотная концепция», развиваемая Д. Баршем (Barsch, 1996) и трактующая обособленную (независимую) геоморфологическую позицию каменных глетчеров, не объясняет наличия переходных разновидностей между ледниками и языковидными каменными глетчерами с реликтовыми фирновыми ядрами. Нивально-гляциальные и мерзлотные процессы практически всегда протекают совместно, хотя и отличаются по климатическим характеристикам. Дальнейшее развитие детерминистических идей привело к выделению Д. Баршем нескольких сотен индивидуальных разновидностей, не связанных с ледниками «мерзлотных» каменных глетчеров, которые на практике не всегда возможно и целесообразно разделять.

В понимании А. П. Горбунова каменные глетчеры представляют собой ряд мерзлотно-гляциальных форм рельефа, крайними членами которого, с одной стороны, являются погребенные ледники, а с другой – сцементированный инфильтрационным льдом грубообломочный материал осыпей и обвалов (цит. по: Тимофеев, Втюрина, 1983). «Континуальная» позиция, согласно которой генетический тип «каменные глетчеры» объединяет большое количество переходных (полиморфных) мерзлых форм между ледниками, курумами и осыпными конусами, представляется нам наиболее продуктивной и историчной. Действительно, результаты изучения внутреннего строения каменных глетчеров в составе позднеголоценовых (неогляциальных) комплексов указывает на унаследованное их развитие на фоне климатических изменений путем перерождения из нормальных ледников в результате измерения питания, морфологии и внутреннего строения (Галанин, 2005а; Галанин, Глушкова, 2004, 2005а). Такие каменные глетчеры, представляющие обширную морфологическую группу хвостовых приледниковых и присклоновых лопастных образований, нами именованы *абляционными*.

Каменные глетчеры, не проявляющие явной генетической связи с ледниками и сингенетически льдистыми моренами, мы именуем *мерзлотными*. *Абляционные* и *мерзлотные* (криогенные) каменные глетчеры представляют собой две генетические линии. Первые формируются при иссушении и потеплении климата на фоне общей дегляциации, распада оледенения, деградациии каровых и долинных ледников. Вторые образуются в ходе похолодания и гумидизации при увеличении роли криогенных процессов.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАМЕННЫХ ГЛЕТЧЕРОВ И ИХ ПОЛИМОРФНЫЙ РЯД (континуум)

Базируясь на процитированных выше материалах зарубежных и отечественных коллег, а также на собственном фактическом материале по каменным глетчерам северо-востока Азии (Галанин, 2005а, 2008а, б; Галанин, Глушкова, 2004, 2005а, б, 2006; и др.), мы считаем целесообразным изложить их морфогенетическую классификацию (рис. 1) и минимальный терминологический аппарат, необходимый для понимания генезиса и геоморфологической позиции этой обширной перигляциальной формации.



Рис. 1. Генетическая классификация и полиморфный ряд (континуум) каменных глетчеров северо-востока Азии (стрелками показаны наиболее распространенные историко-генетические связи)

Fig. 1. Genetic classification and polymorphous range (continuum) of rock glaciers in the North-East of Asia (the most typical genetic relationships are shown by arrows)

Абляционные каменные глетчеры представляют в основном языковидные морфологические разновидности и развиваются преимущественно в плейстоценовых карах. Нередко они имеют в своей области питания фирновое поле или небольшой ледник, а в транзитной части – реликтовые блоки погребенных льдов. Данный морфогенетический тип глетчеров, стоящих генетически и парагенетически весьма близко к ледникам, но имеющих преобладающее инфильтрационное и конжеляционное современное питание, мы относим к группе абляционных (забронированных) каменных глетчеров. Англоязычным терминологическим аналогом абляционных глетчеров являются каменные глетчеры с ледяным ядром (*glacier-derived, ice-cored rock glacier*). Мы полагаем, что

термин *абляционный глетчер* удобен, поскольку семантически содержит генетический смысл, в то время как *каменный глетчер с ледяным ядром ледникового генезиса* – не только слишком громоздок, но и плохо отражает ведущий историко-генетический процесс развития каменного глетчера из ледника путем его абляции и смены режима питания. Под абляционными каменными глетчерами мы понимаем образования, формирование которых началось в результате сокращения доли фирнового питания и развития поверхностной абляции каровых и карово-долинных ледников в условиях медленного повышения местной

снеговой границы. Резкое повышение снеговой границы приводит к быстрой дегляциации и не способствует формированию каменных глетчеров. Поэтому на северо-востоке Азии они тяготеют к приморским районам с морским арктическим и холодным муссонным климатами, которые господствовали здесь на протяжении всего голоцена. Сохранности и прогрессивному развитию каменных глетчеров способствовало также и отсутствие здесь выраженного бореального (термического) оптимума, что хорошо подтверждается спорово-пыльцевыми спектрами озерных осадков (Галанин, Глушкова, 2006).

Полученные нами данные (рис. 2) о позднеголоценовом возрасте разных участков рыхлого чехла комплексных каменных глетчеров Корякского нагорья и хр. Искатень (Галанин, Глушкова, 2003, 2004) согласуются с представлениями Е. Калкина и Дж. Эллиса, которые считают, что колебания небольших каровых и карово-долинных ледников Аляски в течение Малого ледникового века, как правило, не выражаются в формировании самостоятельных терминальных моренных валов, а транзитная зона забронированных ледников (бронирующий обломочный чехол между языком, осциллирующим на леднике каменного глетчера, и фирновой областью) отражает историю его неогляциальной активности не так отчетливо, но аналогично секвенциям вложенных терминальных моренных валов крупных долинных ледников (Calkin, Ellis, 1980).

К абляционным глетчерам относятся как языковидные, так и присклоновые морфологические типы. Последние развиваются путем захоронения

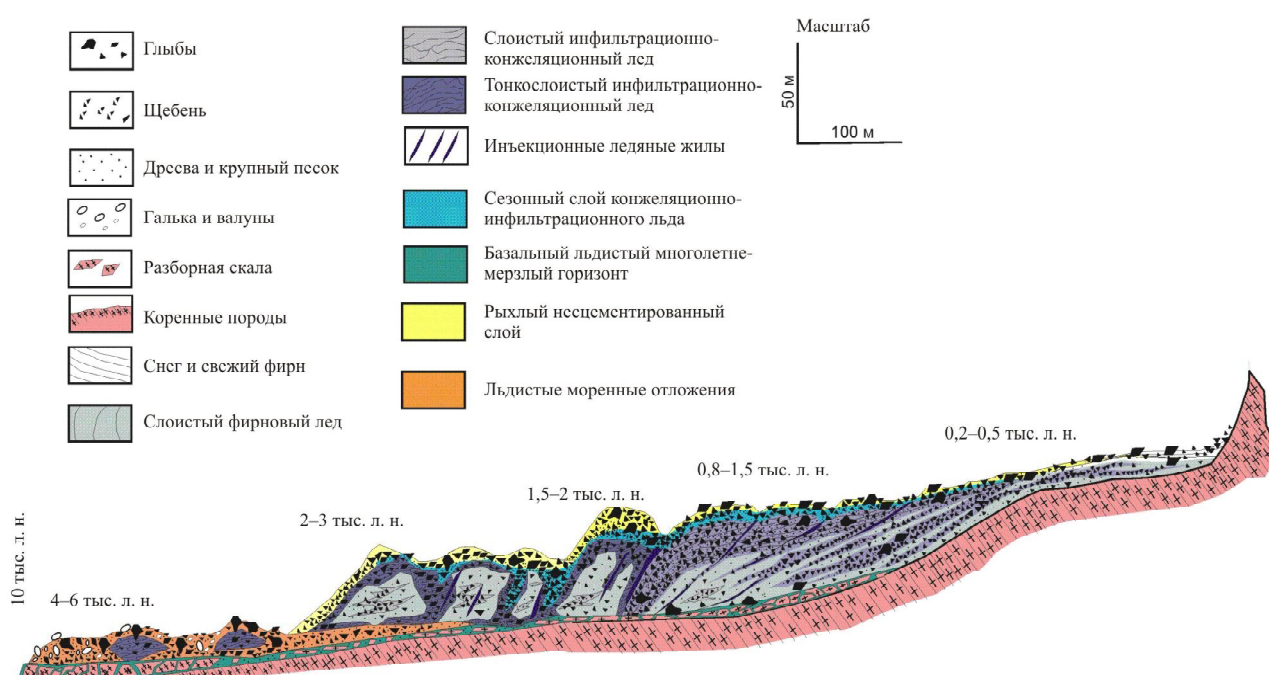


Рис. 2. Обобщенный историко-генетический разрез комплексного каменного глетчера Охотско-Берингоморского пояса. Над разрезом нанесены обобщенные датировки времени экспонирования отложений, опубликованные нами ранее (Галанин, 1999; Галанин, Глушкова, 2005а, б, 2006)

Fig. 2. Generalized genetic-formational sequence of the complex rock glacier from the Okhotian-Beringian glacier belt. Generalized dates of rock exposing events are shown above and are in compliance with the earlier published data (Галанин, 1999; Галанин, Глушкова, 2005а, б, 2006)

мерзлых боковых морен в бортах плейстоценовых трогов под мощными коллювиальными конусами. Накопление избыточных мощностей и монокристаллическое промерзание таких двучленных образований создает необходимые напряжения в основании ложа, а содержащиеся ледяные ядра и лед-цемент способствуют развитию пластического течения.

Таким образом, абляционные глетчеры формируются в зоне абляции медленно сокращающихся ледников путем накопления, сингенетического промерзания и последующей пластической деформации абляционной морены. Представляется, что данный термин хорошо отражает геоморфологическую позицию каменных глетчеров как процессов, не только оперяющих края ледников в зоне их абляции (хвостовые приледниковые глетчеры), но и сменяющих их во времени в ходе деградации. Широкое развитие хвостовых абляционных глетчеров наблюдается на концах многих ледников Буордахского массива (хр. Черского) в районе пика Победы и свидетельствует о продолжающейся деградации горного оледенения.

Протекающее на фоне дегляциации формирование абляционного глетчера замедляет и даже приостанавливает таяние ледника. Поверхностный обломочный материал экранирует ледяную поверхность от солнечного освещения, уменьшает испаряемость с поверхности. Увеличение средней плотности ледника за счет перегрузки его внутренней мореной увеличивает вязкость и снижает

скорость течения и, соответственно, абляции. Высокая теплопроводность каменной матрицы способствует быстрому остыванию и выхолаживанию ледово-каменного тела в зимний период. Поэтому формирование абляционных глетчеров является неким синергетическим процессом «самоорганизации ледников» – их обратной реакцией на «неблагоприятные климатические условия».

Абляционные глетчеры, формирующиеся на концах некоторых ледников Средней Азии, хорошо освещены в монографии А. П. Горбунова и С. Н. Титкова (1989). Образования данного типа исследователи называли *приледниковыми каменными глетчерами*. Однако этот термин, на наш взгляд, скорее несет не генетический, а парагенетический смысл, отражая лишь положение каменного глетчера по отношению к леднику, а отнюдь не его происхождение. Приледниковыми могут быть каменные глетчеры, сформировавшиеся из моренного или коллювиального материала одновременно с ледником или даже раньше его. Поэтому использование термина *приледниковый каменный глетчер* целесообразно в том случае, когда имеется собственно ледник. Если ледник уже практически вырожден, от него осталась лишь часть фирнового бассейна или он погребен под молодыми генерациями каменного глетчера, то употребление термина *приледниковый* становится нелогичным. Приледниковые глетчеры могут быть как языковидные, так и лопастные и поли-

лопастные. Очевидно, по этим причинам в более поздней работе А. П. Горбунов и Э. В. Северский (2000) именуют уже исследованные ранее некоторые *приледниковые каменные глетчеры* Средней Азии *комплексными каменными глетчерами*, развивая представления Д. Барша (Barsch, 1996).

Присклоновые лопастные глетчеры абляционного типа формируются по плейстоцен-голоценовым боковым моренам и нередко содержат реликтовые ледяные ядра. Вероятно, на начальном этапе они служат своеобразными зачаточными массивами холода. Они же – наиболее пластичные элементы каменных глетчеров, приводящие к их движению.

При дистанционной оценке принадлежности языковидных каменных глетчеров к абляционной или мерзлотной группе можно воспользоваться некоторыми морфологическими признаками. Они отличаются основными чертами поверхностной морфологии, а именно преобладанием либо продольно, либо поперечно ориентированных гряд и валов (см. рис. 1 в работе (Галанин, 2008в)).

Комплексные каменные глетчеры, характеризующиеся длительной историей развития и имеющие в своей области питания фирновые бассейны и даже небольшие ледники, отнесены к особому морфогенетическому подтипу (группе). Выделение комплексных каменных глетчеров целесообразно для многостадийных (полистадиальных) образований, когда эти стадии уплотнены и образуют некое единое тело. В некоторых случаях с размерами комплексного глетчера пространственно совпадает почти весь неогляциальный комплекс отложений с генерациями от 5–6 тыс. л. н. до современных (см. рис. 2). Понятия *комплексный каменный глетчер* и *неогляциальный ледниковый комплекс* не равнозначны, хотя в некоторых случаях они пространственно частично или полностью совпадают. Прежде всего комплексный каменный глетчер рассматривается нами как геоморфологически единое и динамически активное тело – система, состоящая из разновозрастных элементов, границу между которыми проследить не всегда удается. Как показало датирование поверхностей некоторых глетчеров, их формирование и развитие происходило на протяжении не менее 1,5–3 тыс. лет. Распространение комплексных каменных глетчеров в прибрежной зоне Охотского и Берингова морей указывает на сглаженность здесь климатических колебаний в позднем голоцене и инертность процессов дегляциации. Такие выводы хорошо подтверждаются слабой выраженностью голоценового термического оптимума в спорово-пыльцевых спектрах озерных осадков (Позднечетвертичные..., 2002). Комплексные каменные глетчеры по сравнению с простыми языковидными, наиболее крупные и долгоживущие образования, морфология их сложнее. В составе комплексных глетчеров нередко можно выделить один или

несколько простых языковидных глетчеров, они имеют фирновые бассейны и даже участки открытого льда.

Рассмотрение временных снежно-фирновых бассейнов в качестве структурного элемента комплексных каменных глетчеров снимает проблему необходимости формального разделения ледников и глетчеров. Однако наличие фирнового бассейна и некоторых его элементов – фирновой линии и бергшрунда – не является обязательным атрибутом каменных глетчеров, что отличает их от ледников. У комплексных глетчеров фирновый бассейн встречается чаще, но еще чаще он носит вырожденный характер. В некоторые годы он может заполняться, в другие – полностью опустошаться. В связи с этим определение фирновой линии у каменных глетчеров нецелесообразно, поскольку они не только оторваны от снеговой границы более чем на тысячу метров, но и обнаруживают большой гипсометрический разброс.

Мерзлотные каменные глетчеры – результат сингенетического промерзания слоев грубообломочного материала, накапливающегося в основании крутых склонов вследствие коллювиального и коллювиально-криогенного сноса. Мерзлотные каменные глетчеры не имеют прямой генетической связи с ледниками, а их морфология есть результат пластической деформации и течения смешанных коллювиально-криогенных (обвалы, осыпи, лавины, десерпционные, курумные) склоновых отложений избыточной мощности. Ледниковый материал (отложенный собственно ледниками) не играет значительной роли, хотя некоторые глетчеры могут его содержать. Фирновый бассейн у мерзлотных глетчеров отсутствует. Они могут иметь языковидную форму, но доминируют, как правило, присклоновые полилопастные, монолопастные и эмбриональные, состоящие из одной небольшой лопасти. Фациальное и морфологическое разнообразие склонов и питающих отложений формируют значительное разнообразие мерзлотных глетчеров. Отмечались глетчеры, питание которых осуществляется исключительно из курумных отложений. Однако наиболее распространены глетчеры, имеющие смешанное питание за счет лавинно-осыпных и десерпционных процессов.

Цементирующим материалом мерзлотных глетчеров являются исключительно конжеляционные и инфильтрационные льды. В некоторых случаях мерзлотные глетчеры содержат линзы льда, сформировавшиеся в результате рекристаллизации погребенных снежников и лавинных отложений.

Лопастные присклоновые глетчеры двигаются от основания склона (борта долины) к тальвегу (рис. 3). Движение отдельных лопастей происходит с неодинаковыми скоростями, нередко импульсно и асинхронно, что связано со значительной инерцией массообмена. Достигая тальвега, лопасти глетчеров оттесняют русла водотоков и разворачиваются вниз по долине. Однако такое



Рис. 3. Сложный многолопастной каменный глетчер в осевой части хр. Искатень (Чукотское нагорье)

Fig. 3. A multi-lobate rock glacier of a complicated structure in the axial part of Iskaten Range (Chukotskoe Highland)

происходит лишь в редких случаях. Основная часть присклоновых глетчеров быстро теряет мощность, распластываясь в виде лопасти, в результате чего их движение замедляется и приостанавливается. Наличие в Северном Приохотье большого количества таких неактивных глетчеров, у которых фронтальный откос стабилизировался относительно давно, свидетельствует об изменении активности коллювиальных и криогенных процессов на протяжении голоцена. Морфология таких неактивных каменных глетчеров напоминает застывшие «капли».

Курумы детально охарактеризованы в работах А. И. Тюрина с соавторами (1982), С. М. Говорушко (1986), причем Н. Н. Романовский с коллегами (1989) пришли к выводу о существовании переходных между курумами и каменными глетчерами образований, которые названы ими *курумоглетчерами*.

Эмбриональные глетчеры мерзлотного происхождения — это зачаточные формы, которые по разным причинам могут не развиться до нормальных размеров. Но они в своей морфологии проявляют все пластические деформации. Эмбриональные глетчеры не несут никакой связи с ледниками; они имеют серповидную форму и, как правило, единственную лопасть, формирующуюся из крупных коллювиальных конусов или избыточного криодезерпция (рис. 4). Фациальной разновидностью эмбриональных

глетчеров, очевидно, являются курумоглетчеры, развивающиеся на участках избыточного накопления курумовых отложений. Путем слияния лопастей нескольких близкорасположенных эмбриональных глетчеров формируются полилопастные присклоновые разновидности. В строении присклоновых эмбриональных глетчеров могут участвовать погребенные рекристаллизованные снежники.

Со стороны гляциального морфолитогенеза изоморфный ряд начинается с хвостовых приледниковых и комплексных глетчеров абляционного типа, которые рассмотрены ранее. Основная часть распространенных каменных глетчеров генетически занимает положение между рассмотренными крайними формами, характеризуется разнообразными отношениями мерзлотной и абляционной составляющей.

Аномальными крайними формами, характеризуется разнообразными отношениями мерзлотной и абляционной составляющей.

Аномальные каменные глетчеры — это различные образования, которые по генезису и геоморфологической позиции могут быть отнесены к большинству указанных выше типов (см. рис. 1), но имеют ряд аномальных морфологических признаков: слишком крупные (гипертрофированные) размеры, неклассическую поверхностную морфологию, признаки сейсмоструктурных дислокаций, быстрых движений и др. На северо-востоке Азии мы выделили приразломные каменные глет-



Рис. 4. Эмбриональный каменный глетчер на побережье бух. Эмма (Провиденский массив, Чукотское нагорье)

Fig. 4. An embryonic rock glacier over the Emma Bay shore (Providensky Massif, Chukotskoe Highland)

черы, тяготеющие к зонам дробления активных разломов и тектонических бортов долин (Галанин, 2005б, 2007, 2008в; Галанин, Глушкова, 2005а, б), дислоцированные и сорванные с ложа в результате сильных землетрясений, глетчеры-плотины, глетчеры-обвалы, а также техногенные каменные глетчеры, формирующиеся в результате промерзания мощных отвалов грубообломочных пород при разработке некоторых месторождений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Деление каменных глетчеров на абляционные и мерзлотные необходимо для понимания их дуалистического генезиса, переменной роли гляциальных и мерзлотных процессов их формирования. Анализ распределения каменных глетчеров внутри их морфоклиматического оптимума (совокупность всех благоприятных параметров климата и рельефа) показывает, что гипсометрические интервалы комплексных и присклоновых глетчеров различаются. Поэтому мы полагаем, что первые существенно абляционные отражают верхнюю границу перигляциального пояса, вторые – мерзлотные присклоновые и эмбриональные – нижнюю его границу. Для дальнейшего развития представлений о каменных глетчерах необходимо более детальное изучение их внутреннего строения, возраста, гидрологического режима и других свойств. Формация каменных глетчеров – ключевой элемент позднеледниковых и неогляциальных комплексов, указывающий не только на изменения морфоклиматической зональности, но и на неравномерность и асинхронность процессов дегляциации в разных районах. Поэтому данная формация является непременным объектом анализа при палеогеографических и палеоклиматических реконструкциях позднего плейстоцена и голоцена.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 08-05-00046.

ЛИТЕРАТУРА

Галанин А. А. Строение и динамика современных ледников и каменных глетчеров восточной части Корякского хребта (на основе лихенометрических данных) // Комплексные исследования Чукотки (проблемы геологии и биогеографии). – Магадан : ЧФ СВКНИИ СВНЦ ДВО РАН, 1999. – С. 103–128.

Галанин А. А. Новый метод количественной оценки поверхностной скорости движения бронированных ледников и каменных глетчеров // Применение персональных ЭВМ в геологических исследованиях. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2000. – С. 88–94.

Галанин А. А. Комплексные каменные глетчеры – особый тип горного оледенения северо-востока Азии // Вестник ДВО РАН. – 2005а. – № 5. – С. 59–70.

Галанин А. А. Каменные глетчеры и гравитационные сейсмодислокации южной части Чукотского полуострова // Новые и традиционные идеи в геоморфологии / В Щукинские чтения. – М. : МГУ, 2005б. – С. 231–235.

Галанин А. А. Приразломные каменные глетчеры в горах северо-востока Азии // Земная поверхность, яркий рельеф и скорость рельефообразования : материалы Иркутск. геоморфолог. семинара «Чтения памяти Н. А. Флоренсова». Иркутск, 9–14 сент. 2007 г. – 2007. – С. 178–179.

Галанин А. А. ГИС и электронная карта «Каменные глетчеры северо-востока Азии» // Современные информационные технологии для научных исследований : материалы Всерос. конф., Магадан, 20–24 апр. 2008 г. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2008а. – С. 131–132.

Галанин А. А. Закономерности географического распределения каменных глетчеров на северо-востоке Азии на основе системного анализа ГИС-данных // Там же. – 2008б. – С. 132–134.

Галанин А. А. Каменные глетчеры: история изучения и современные представления // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2008в. – № 3. – С. 17–28.

Галанин А. А. Каменные глетчеры Северо-Востока России: картографирование и географический анализ // Криосфера Земли. – 2009. – № 4. – С. 49–61.

Галанин А. А., Глушкова О. Ю. Лихенометрия // Вестник РФФИ. – 2003. – № 3. – С. 3–38.

Галанин А. А., Глушкова О. Ю. Строение и динамика бронированных ледников и каменных глетчеров хребтов Корякский и Искатень в позднем голоцене // Материалы гляциол. исследований. – 2004. – Т. 97. – С. 161–169.

Галанин А. А., Глушкова О. Ю. Каменные глетчеры северо-востока Азии // Там же. – 2005а. – Т. 98. – С. 30–43.

Галанин А. А., Глушкова О. Ю. Каменные глетчеры и сейсмоструктурные деформации неогляциальных образований Провиденского горного массива (Чукотский полуостров) // Наука Северо-Востока России – начало века : материалы Всерос. науч. конф. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2005б. – С. 259–262.

Галанин А. А., Глушкова О. Ю. Оледенения, климат и растительность района Тауйской губы (Северное Приохотье) в позднечетвертичное время // Геоморфология. – 2006. – № 2. – С. 50–61.

Галанин А. А., Моторов О. В., Замощ М. Н. Техногенные каменные глетчеры в районах освоения коренных месторождений Северо-Востока // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2006. – № 1. – С. 17–28.

Говорушко С. М. Курумовый морфолитогенез. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. – 120 с.

Горбунов А. П. Каменные глетчеры Заилийского Алатау // Криогенные явления Казахстана и Средней Азии. – Якутск : Ин-т мерзлотоведения СО АН СССР, 1979. – С. 5–34.

Горбунов А. П. Каменные ледники. – Новосибирск : Наука, СО, 1988. – 110 с.

Горбунов А. П. Каменные глетчеры азиатской России // Криосфера Земли. – 2006. – Т. 10, № 1. – С. 22–28.

Горбунов А. П. Каменные глетчеры мира: общее обозрение // Там же. – 2008. – № 2. – С. 65–74.

Горбунов А. П., Северский Э. В. Крупнейший в Тянь-Шане комплексный каменный глетчер // Геоморфология. – 2000. – № 3. – С. 48–54.

Горбунов А. П., Титков С. Н. Каменные глетчеры гор Средней Азии. – Якутск : Ин-т мерзлотоведения СО АН СССР, 1989. – 164 с.

Долгушин Л. Д., Осипова Г. Б. Ледники. – М. : Мысль, 1989. – 427 с.

- Заморуев В. В. О строении и происхождении каменных глетчеров // Известия ВГО. – 1981. – Вып. 6. – С. 479–484.
- Заморуев В. В., Малаховский Д. Б. Геоморфологические наблюдения в Буордахском массиве // Изв. ВГО. – 1975. – Т. 107. – Вып. 5. – С. 450–455.
- Максимов Е. В., Осмонов А. О. Особенности современного оледенения и динамика ледников Киргизского Ала-Тоо. – Бишкек: Илим, 1995. – 200 с.
- Моторов О. В., Замощ М. Н., Галанин А. А. Образование техногенных каменных глетчеров при разработке коренных месторождений в условиях криолитозоны // Горн. журн. – 2007. – № 4. – С. 25–29.
- Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и российского Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных) / ред. П. М. Андерсон, А. В. Ложкин. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2002. – 369 с.
- Ржевский Б. Н. Причины и последствия внезапных выбросов техногенных снежно-каменных глетчеров в Хибинах / ИНКВА. Междунар. союз по изучению четвертичного периода. XI Конгресс. – М., 1982. – Т. 1. – С. 219.
- Романовский Н. Н., Тюрин А. И., Сергеев Д. О. и др. Курумы гольцового пояса гор. – Новосибирск: Наука, СО, 1989. – 152 с.
- Тимофеев Д. А., Втюрина Е. А. Терминология перигляциальной геоморфологии. – М.: Наука, 1983. – 232 с.
- Троицкий Л. С. О голоценовых стадиях оледенения на Шпицбергене // Материалы гляциолог. исслед. – 1971. – Вып. 18. – С. 63–68.
- Тюрин А. И., Романовский Н. Н., Полтев Н. Ф. Мерзлотно-фациальный анализ курумов. – М.: Наука, 1982. – 150 с.
- Шумский П. А. Основы структурного ледоведения. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 492 с.
- Barsch D. Rock Glaciers: an approach to their systematic // Rock glaciers / eds. J. R. Giardino, J. F. Shroder, J. D. Vitek. – London: Allen & Unwin, 1987. – P. 41–44.
- Barsch D. Rockglaciers: Indicators for the Present and Former Geoecology in High Mountain Environments. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 331 p.
- Calkin P. E., Ellis J. M. A lichenometric dating curve and its application to Holocene glacial studies in the Central Brooks Range, Alaska // Arctic and Alpine Research. – 1980. – No. 12. – P. 245–264.
- Corte A. E. Rock glacier taxonomy // Rock glaciers. – London: Allen & Unwin, 1987. – P. 27–39.
- Giardino J. R., Vitek J. D. Rock glacier rheology: a preliminary assessment / V Intern. Conf. on Permafrost. – Tapir, Trondheim, Norway, 1989. – P. 744–748.
- Johnson R. G. Mass movement of ablation complexes and their relationship to rock glaciers // Geografiska Annaler. – 1974. – No. 56A. – P. 93–101.
- Johnson R. G. Rock glacier types and their drainage systems, Grizzly Creek, Yukon Territory // Canad. J. Earth Sci. – 1978. – Vol. 15, No. 9. – P. 1496–1507.
- Krainer K., Mostler W. Aktive Blockgletscher als Transportsysteme für Schuttmassen im Hochgebirge / Geoforum Umhausen, 14–16 okt. – 1999. – S. 12–13.
- Krainer K., Mostler W. Blockgletscher – Gefrorener Schutt im Hochgebirge // Mitteilungen des Oesterreichischen Alpenvereins. – 2000a. – N 2. – Jhg. 55 (125). – S. 25–26.
- Krainer K., Mostler W. Reichenkar Rock Glacier, a glacial derived debris-ice system in the Western Stubai Alps, Austria // Permafrost and Periglacial Processes. – 2000b. – Vol. 11. – P. 267–275.
- Krainer K., Mostler W., Span N. A glacier-derived, ice-cored rock glacier in the western Stubai Alps (Austria): Evidence from ice exposures and ground penetrating radar investigation // Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie. – 2003. – N 38. – S. 21–34.
- Potter N. Jr. Ice-cored rock glacier, Galena Creek, northern Absaroka Mountains, Wyoming // Geol. Society of Am. Bull. – 1972. – No. 83. – P. 3025–3057.
- Smith H. T. Photogeologic study of periglacial talus glaciers in north-western Canada // Geogr. Ann. – 1973. – No. 55A (3). – P. 69–84.
- Vitek J. D., Giardino J. R. Rock glaciers: a review of the knowledge base // Rock glaciers. – London: Allen & Unwin, 1987. – P. 1–26.
- Wahrhaftig C., Cox A. Rock glaciers in the Alaska Range // Geol. Society of Am. Bull. – 1959. – No. 70. – P. 383–435.
- Whalley W. B. Rock glaciers and their formation as part of a glacier debris-transport system. – Geographical Papers, University of Reading, Dept. of Geography, 1974. – 24 p.

Поступила в редакцию 29.12.2008 г.

ROCK GLACIERS: THE PROBLEMS OF TERMINOLOGY AND CLASSIFICATION

A. A. Galanin

The author puts forward his own morphogenetic classification of rock glaciers as a continuous genetic range with its extreme members represented by cirque glaciers, rock streams, colluvial aprons and fans. By their genesis and development history, rock glaciers are basically distinguished into three groups as follows: a glacier-inherited ablation group, ice-cored frozen rocks and a complex group forming due to a long-term alimentation mode balancing between niveoglacial and periglacial conditions. Rock glaciers of the ablation group develop from armored glaciers and ice moraines through deglaciation processes under gradual climatic changes. The majority of them in the North-East of Asia occur in areas featured by sea arctic and subarctic climates. Frozen rock glaciers are forming as a result of frozen rudaceous colluvium and decerption in cooling and more humid climate conditions.

Key words: rock glacier, neoglacial epoch, the North-East of Asia, geomorphologic classifications.