

Подземные льды и наледи

51.345:551.435

<https://doi.org/10.15356/2076-6734-2019-4-435>

Каменные глетчеры хребта Улахан-Чистай (осевая часть горной системы Черского)

© 2019 г. В.М. Лыткин*, К.И. Бажин, В.В. Куницкий

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, Россия

*gidro1967@mail.ru

Rock glaciers in the Ulakhan-Chistay ridge (axial part of the Chersky mountain range)

V.M. Lytkin*, K.I. Bazhin, V.V. Kunitsky

Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

*gidro1967@mail.ru

Received February 26, 2019 / Revised June 8, 2019 / Accepted September 19, 2019

Keywords: *mountain permafrost, stone (rock) glaciers, Ulakhan-Chistay Range.*

Summary

The Ulakhan-Chistay Ridge is interesting by the fact that one of the most extensive mountain glaciations in northeast Russia is located here. In addition, there are widespread specific glacial-cryogenic formations – stone glaciers related to glacial and periglacial processes. On the basis of geoinformation mapping on evidence of remote sensing of the Earth and field investigations within boundaries of the Ridge, 1812 stone glaciers of different morphological types in relation to the enclosing relief were found, among them 111 cirque (corrie) and 1701 niche ones. In the group of corrie glaciers, the dominating units are the active forms (76). Some of them are distinctive in the complex structure with different age generations. Among the niche glaciers 948 active, 545 inactive, and 208 relict ones were determined. The analysis of frequency distributions has allowed establishing that the stone glaciers of the studied area are located within the interval of heights 550–2450 m above the sea level. However, the main part of the active formations are positioned at heights of 1500–1900 m. Field observations of stone glaciers were carried out in the upper part of the Kyureter River area that is on the eastern slope of the Ridge. Investigations did show that thicknesses of glaciers at the key area (site) did not exceed 50 m, and they probably consist of several coalesced lobes. Thus, they form polylobate stone glaciers which width may reach 610 m or more with the lobes extending for up to 340 m.

Citation: Lytkin V.M., Bazhin K.I., Kunitsky V.V. Rock glaciers in the Ulakhan-Chistay ridge (axial part of the Chersky mountain range). *Led i Sneg. Ice and Snow*. 2019. 59 (4): 509–516. [In Russian]. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2019-4-435>.

Поступила 26 февраля 2019 г. / После доработки 8 июня 2019 г. / Принята к печати 19 сентября 2019 г.

Ключевые слова: *горная криолитозона, каменные глетчеры, хребет Улахан-Чистай.*

На хр. Улахан-Чистай по данным дистанционного зондирования Земли и полевых наблюдений в интервале высот 550–2450 м над ур. моря установлено 1812 каровых и присклоновых каменных глетчеров. Среди них выявлены активные, неактивные и отмершие. Результаты дешифрирования космических снимков проверены на основе полевых работ в долине верхнего течения р. Кюрэтэр на восточном склоне хребта.

Введение

На хр. Улахан-Чистай расположено одно из наиболее крупных горных оледенений северо-востока Азии [1]. Кроме ледников, здесь широко распространены специфические гляциально-криогенные образования – каменные глетчеры [2], а в научной литературе есть лишь одно указание об их наличии в данном регионе, и тогда их приняли за «псевдотеррасы» [3]. Вме-

сте с тем каменные глетчеры обнаружены в большинстве горных сооружений северо-востока Азии [2, 4]. Изучение этих образований на хр. Улахан-Чистай и других горных сооружениях северо-востока Азии имеет фундаментальное значение для региональной геоэкологии и гляциальной геоморфологии [2, 5]. Интерес к каменным глетчерам обусловлен тем, что они формируются из каровых и долинных ледников и представляют собой один из вариантов их деградации. Располо-

жение каменных глетчеров по сравнению с ледниками не зависят от снеговой границы — они могут находиться и на более низких высотах. В них можно найти разнообразные типы льда, включая ядра ископаемых метаморфических льдов, унаследованные от ледников [2, 5–7]. Каменные глетчеры относятся к льдистым и крайне динамичным образованиям горной криолитозоны, поэтому их учёт важен при проектировании линейных сооружений и разработке месторождений полезных ископаемых в горных районах [2, 4, 6].

В настоящей статье обсуждаются новые данные о распространении каменных глетчеров в хр. Улахан-Чистай, полученные на основе дешифрирования космических снимков высокого разрешения, цифровой модели рельефа, ГИС-технологий и полевых исследований.

Распространение каменных глетчеров на северо-востоке Азии

География распространения каменных глетчеров довольно обширна. Их можно встретить во многих горных районах Европы, Северной и Южной Америки, Азии [5]. Активные каменные глетчеры присутствуют в горах всех континентов, за исключением Австралии. Они прослежены от Антарктиды до Арктики — от 78° ю.ш. до 82° с.ш. Одни из них спускаются до уровня моря, другие заканчиваются на высотах около 5000 м над ур. моря (все высоты в статье даны в метрах над ур. моря) [8].

На территории России каменные глетчеры встречаются во всех горных массивах, начиная от Кавказа и заканчивая Чукотским нагорьем, на высотах от 0 до 3400 м [9]. Особенности их распространения в отдельных горных районах описаны в работах А.П. Горбунова [9–11]. Больше всего их в горных странах северо-востока Азии, где установлено более 6500 каменных глетчеров различных морфологических типов [2], приуроченных к гипсометрическому интервалу от 0 до 2400 м. Выделяют два района широкого распространения каменных глетчеров: 1) прибрежную 150–200-километровую зону Охотского и Берингова морей, к которым относятся Чукотское, Корякское нагорья, Северное Приохотье и др. [2]; 2) континентальную часть северо-востока Сибири, к которой относится хр. Сунтар-Хаята.

В *прибрежной зоне* каменные глетчеры встречаются в гипсометрическом интервале от 0 до 1400 м, однако большая их часть сосредоточена в пределах 600–800 м. Здесь встречаются все типы каменных глетчеров [2, 4]. В Чукотском нагорье выделен особый тип приразломных каменных глетчеров, которые группируются в линейных зонах вдоль бортов неотектонических грабенов и разрывов [12]. По мере удаления от прибрежной зоны плотность распределения каменных глетчеров увеличивается, возрастают и высоты, на которых они встречаются [13]. В *континентальной части* северо-востока Азии пока изучен только хр. Сунтар-Хаята, где каменные глетчеры встречаются в интервале высот от 1297 до 2402 м. Пока здесь обнаружено 540 каменных глетчеров, большинство из них расположены в интервале высот 1500–1900 м. Основная их часть относится к присклоновому лопастевидному типу, включая моно- и полилопастные [13].

Характеристика области исследований

Хр. Улахан-Чистай расположен в пределах горной страны Черского (рис. 1) и имеет северо-западное простираие. Его протяжённость — около 250 км, ширина — 15–16 км. Это — крупный шток, сложенный верхнеюрскими субвулканическими образованиями и выраженный в рельефе в виде крупного горного сооружения [14]. Абсолютные высоты в пределах массива достигают 3000 м. Здесь расположена самая высокая вершина северо-востока Азии — гора Победа (3003 м). Рельеф имеет альпийский характер — с острыми гребнями и вершинами, с множеством каров и цирков. Последние несут современное оледенение карово-долинного типа, площадь которого во второй половине XX в. составляла 85 км² [15]. Центральная часть территории характеризуется резкой расчленённостью, где колебания абсолютных отметок иногда превышают 800–1000 м. Для склонов характерна значительная крутизна, достигающая в осевой части массива 60–70°. Речные долины трогового типа врезаются на глубину до 1000 м и могут иметь ширину 500–700 м. На севере и северо-востоке, со стороны Момской впадины, хр. Улахан-Чистай окаймлён полосой предгорий, сложенных сланцами верхней юры [16].

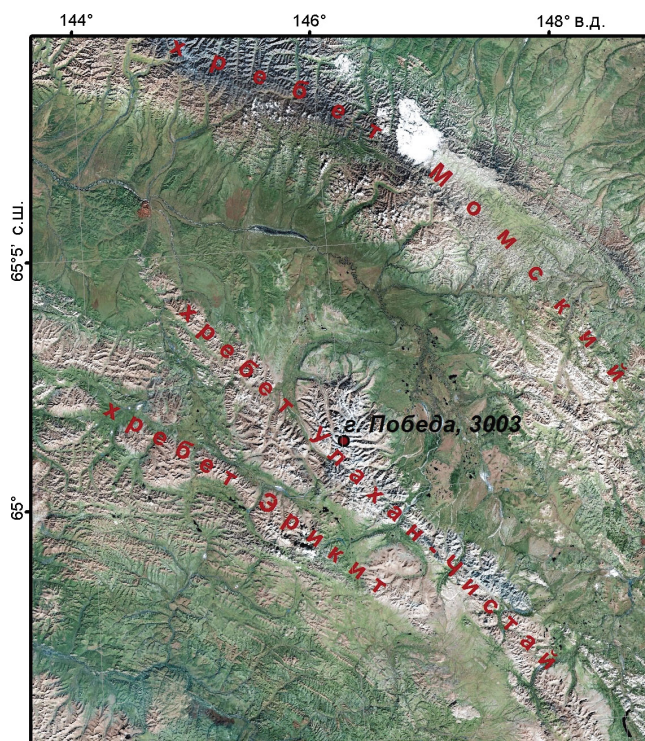


Рис. 1. Обзорная схема географического положения хребта Улахан-Чистай

Fig. 1. Geographical position of the Ulakhan-Chistai range

По данным ближайшей метеостанции (село Усть-Нера), расположенной на высоте 523 м, климат исследуемого региона — холодный, резко континентальный. Среднегодовая температура района составляет $-12,6^{\circ}\text{C}$, средняя температура июля $16,5^{\circ}\text{C}$, января $-44,1^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков — 212 мм. Такой климат характерен для впадин. Горные массивы рассматриваемого региона, несущие в верхнем поясе современное оледенение, характеризуются другим климатом. Зимой с высотой температура воздуха заметно повышается, а летом наблюдается обратная инверсия. Краткосрочные наблюдения за температурой воздуха на высоте 1800 м в 1970-х годах показали, что в конце июля — начале августа отмечаются понижения температуры до 0°C и ниже. В высокогорьях в это время нередко снегопады. Количество осадков возрастает с высотой. Так, на высоте 2000 м годовая сумма осадков увеличивается до 690–700 мм [14].

Район исследований характеризуется сплошным распространением многолетнемёрзлых пород мощностью от 300 до 600 м с температурами от $-5,6$ до -14°C . Мощность мёрзлых пород

зависит от типа рельефа и высоты. В диапазоне высот от 800 до 1500 м она составляет 300–500 м, а выше 1500 м — более 500 м. В пределах ледникового пояса, на высотах 1900–2200 м, на глубине 10 м температура мёрзлых пород составляет от $-8,3$ до $-9,5^{\circ}\text{C}$ [16]. Присутствие мерзлоты обуславливает развитие криогенных процессов на всех гипсометрических уровнях и в пределах всех элементов современного рельефа. Они проявляются в виде морозного дробления, пучения, полигонообразования, криодесерпции, курумов и каменных глетчеров. Отметим, что каменные глетчеры среди них наименее изучены.

Методы исследований

Выполненные исследования методически основываются на ранее проведённых работах, посвящённых картографированию каменных глетчеров отдельных горных районов северо-востока Азии [2, 4, 12], и отдельно проработанных нами для изучения каменных глетчеров хр. Сунтар-Хаята [13]. Как и ранее, для картографирования каменных глетчеров мы использовали космические снимки высокого разрешения GeoEye-1 и WorldView-2 [2, 13]. Отобранные снимки были загружены в единый растровый слой для всей площади исследуемого района в программном обеспечении ArcMap 10.1. Для дешифрирования и картографирования остальных объектов использованы космические снимки Sentinel-2 с разрешением 30 м, полученные в летний период. Снимки выбирались таким образом, чтобы на них было как можно меньше облачности — не более 10%. Процесс дешифрирования и картографирования предусматривал работу с мониторованными космическими снимками. При дешифрировании обнаруженные каменные глетчеры отмечались геопривязанными условными значками в векторном слое. Простые каменные глетчеры, имеющие одну лопасть (для карового и присклонового типов), фиксировали одним условным значком. Для полилопастных образований каждая хорошо выраженная лопасть отмечалась отдельным условным значком [2].

Для оценки абсолютных высот каменных глетчеров использована цифровая модель рельефа Aster Gdem v2 с точностью 12–30 м. Определение высоты каждого каменного глетчера вы-

полнено путём автоматического присвоения отмеченным условным значком значения высотного раstra в виде дополнительного атрибута — абсолютной высоты. Затем полученная выборка обрабатывалась в программе Microsoft Excel с помощью встроенной функции построения частотных распределений [13]. При картографировании каменных глетчеров мы использовали классификацию, разработанную Д. Баршем [5], а также некоторые таксономические наименования, детально обсуждённые ранее [2, 13, 17]. Всего выделено два типа каменных глетчеров по отношению к вмещающему рельефу (присклоновый, каровый) и три типа по степени динамической активности (активный, неактивный и отмерший).

Присклоновые каменные глетчеры формируются в результате промерзания осыпных конусов или путём захоронения коллювиальными конусами мёрзлых боковых морен в бортах плейстоценовых трогов. В дальнейшем эти конусы служат для каменных глетчеров источником питания. Среди присклоновых каменных глетчеров встречаются образования, состоящие из множества слившихся лопастей, которые именуют полилопастными. Каждая крупная лопасть каменных глетчеров, как правило, питается за счёт одного или двух осыпных конусов. *Каровые каменные глетчеры* формируются при медленной деградации ледников и эпигенетическом промерзании абляционной морены. При этом сохраняются некоторые элементы ледниковой морфоскульптуры: краевой канал стока, небольшие фирновые бассейны и присклоновые трещины. В таких каменных глетчерах наследуется лёд метаморфического происхождения. Данные типы каменных глетчеров располагаются в плейстоценовых карах [2, 13, 17].

Активные каменные глетчеры имеют высокий и крутой фронтальный уступ, который хорошо различается на аэрокосмических снимках по серповидным теням. Поверхность каменных глетчеров сложена крупными обломками. На движущихся участках она резко отличается более тёмным фототонотом от крутого фронтального откоса, который имеет светлый фототон. Кроме того, активные каменные глетчеры на поверхности имеют серповидные гряды и западины, которые образуются в результате деформаций при его движении. *Неактивные каменные глетчеры* — переходные от активных форм к от-

мершим. Они выделяются закреплением фронтального уступа и поверхности растительностью в виде мхов, луговых трав и редких кустарников. Вместе с тем на поверхности глетчеров начинают активно протекать криогенные процессы в виде морозобойного растрескивания и термокарстовых просадок, которые образуются в результате деградации льда внутри них. *Отмершие каменные глетчеры* при дешифрировании выделяются по поверхности, на которой формируется бугристо-ямчатый инверсионный микрорельеф. Он образуется после вытаявания грунтовых льдов, когда они теряют до 70% толщины. После потери значительной части мощности фронтальный уступ выполаживается, поверхность начинает покрываться куртинным почвенно-растительным покровом и появляются единичные кустарники и деревья [2, 13, 17].

Натурные исследования для проверки результатов картографирования проводились в летний период в долине р. Кюрэтэр. Она расположена в восточном склоне хр. Улахан-Чистай, истоки её берут начало с ледников № 18 и 19 [15]. В период полевых работ мы исследовали морфометрические и геоморфологические характеристики неактивного каменного глетчера № UC-1.

Результаты исследований

На территории хр. Улахан-Чистай (рис. 2) установлено 1812 каменных глетчеров разных типов. По отношению к вмещающему рельефу 111 каменных глетчеров относятся к каровому типу и 1701 — к присклоновому. В группе каровых каменных глетчеров большинство глетчеров активные (76 образований); некоторые состоят из нескольких разновозрастных, наложенных друг на друга генераций. В группе присклоновых глетчеров установлено 948 активных, 545 — неактивных и 208 — отмерших. Среди исследованных горных районов северо-востока Азии суммарная плотность каменных глетчеров здесь — наибольшая [2, 10, 13]. Она была рассчитана по отношению к общей площади района дешифрирования, которая составляла около 6482 км² [2]. Для всех типов каменных глетчеров суммарная плотность — около 27,9 объекта/100 км², из них встречаемость присклоновых наиболее высокая — 26,2 объекта/100 км².

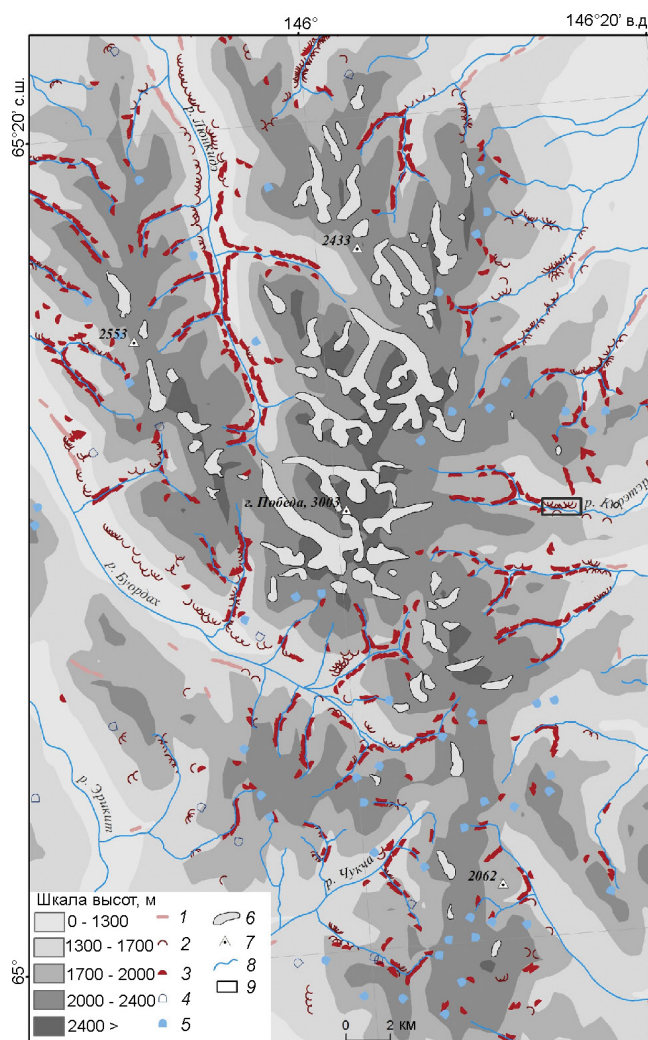


Рис. 2. Каменные глетчеры хребта Улахан-Чистай:

1–5 – морфогенетические типы каменных глетчеров: 1 – отмершие присклоновые; 2 – неактивные присклоновые; 3 – активные присклоновые; 4 – неактивные каровые (включая комплексные); 5 – активные каровые (включая комплексные); 6 – современные ледники; 7 – тригонометрический пункт; 8 – реки; 9 – полилопастной присклоновый каменный глетчер № UC-1

Fig. 2. Rock glaciers in the Ulakhan-Chistay Range:

1–5 – morphogenetic types of rock glaciers: 1 – relict footslope; 2 – inactive footslope; 3 – active footslope; 4 – inactive tongue-shaped (including complex forms); 5 – tongue-shaped (including complex forms); 6 – modern glaciers; 7 – trigonometrical stations; 8 – rivers; 9 – inactive footslope multi-lobe rock glacier № UC-1

Выделенные типы каменных глетчеров расположены на абсолютных высотах 550–2450 м (рис. 3, б), причём максимальное их число наблюдается в интервале 1500–1900 м. Такие высоты характерны для верховий троговых долин. Наиболее высоко расположены генерации актив-

ных форм каровых каменных глетчеров (2000 м), которые приурочены к нижней границе снеговой линии [18]. Неактивные каровые образования находятся на высоте 1800 м. Средняя абсолютная высота активных присклоновых каменных глетчеров – 1726 м, неактивных – 1496 м, отмерших – 1262 м. Анализ частотных распределений экспозиции вмещающего рельефа (см. рис. 3, а) показывает, что большая часть каменных глетчеров расположена в карах и на склонах северной и северо-восточной экспозиций. Это связано с микроклиматическими особенностями, так как склоны и кары таких экспозиций остаются более затенёнными большую часть суток. Склоны других экспозиций содержат существенно меньше таких образований. Подобное распределение весьма характерно для каменных глетчеров северо-востока Азии [4].

Натурные наблюдения за каменными глетчерами проводились в бассейне верхнего течения р. Кюрэтэр. Река берёт начало из двух долинных ледников (рис. 4), краевая часть которых расположена на высотах 2342 и 2442 м. Первые каменные глетчеры в долине этой реки появляются на высоте 1200 м. Они отнесены к присклоновым неактивным типам. Основная часть этих образований находится на склонах юго-восточной экспозиции. Активные формы каменных глетчеров появляются с высоты 1500 м и более. В основном они располагаются на склонах северной и северо-восточной экспозиций. Мы детально изучили один из неактивных присклоновых полилопастных каменных глетчеров – № UC-1.

Полилопастной присклоновый каменный глетчер № UC-1 расположен в среднем течении р. Кюрэтэр, в 9 км от горы Победа (3003 м) и представляет собой неактивную генерацию. Он находится в левом борту северо-восточной экспозиции в интервале высот 1270–1310 м. Состоит из двух слившихся лопастей. Длина первой лопасти – 340 м, второй – 270 м. Каждая лопасть питается из одной или двух осыпных конусов. Ширина каменного глетчера достигает 610 м, максимальная толщина составляет 50 м. Толщина каменного глетчера определена с помощью мерной рулетки путём измерения расстояния от нижней точки фронтального уступа до бровки. Крутизна фронтального откоса – 40–45°. Бровка и подошва фронтального откоса – извилистые, что связано с разной степенью активности и неодинаковыми скоро-

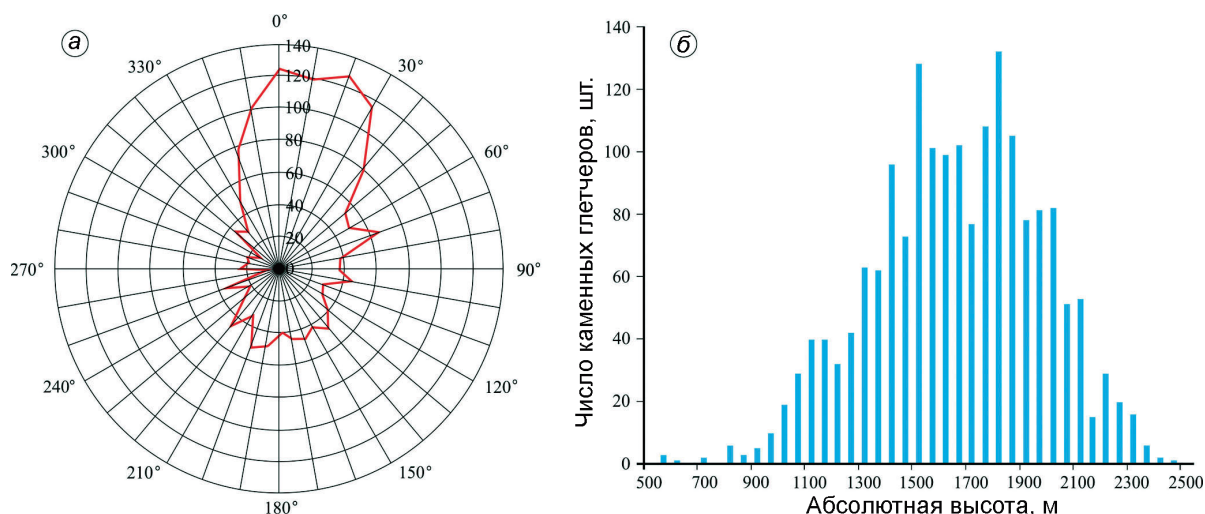


Рис. 3. Экспозиция склонов (а) и частотное распределение абсолютных высот нижних точек фронтального уступа каменных глетчеров (б) хребта Улахан-Чистай

Fig. 3. Aspect of slope (a) and frequency distribution of altitudes on the foot of front slope of rock glaciers (b) in the Ulakhan-Chistay Range

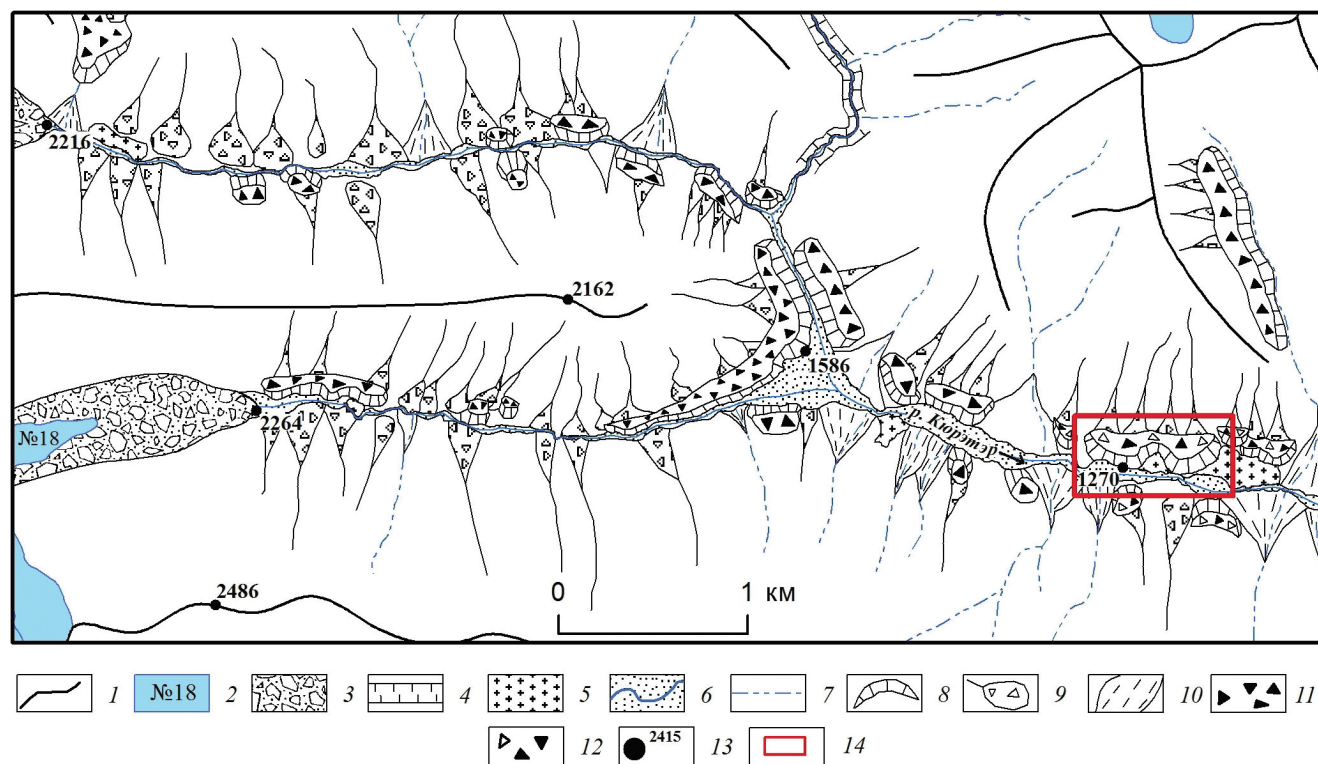


Рис. 4. Гляциально-криогенный комплексы долины р. Кюрэтэр:

1 – гребни водоразделов; 2 – ледники и их номера по Каталогу ледников СССР [14]; 3 – позднеголоценовые морены; 4 – эрозионные обрывы; 5 – площадные ригели; 6 – пойма и русло современных водотоков; 7 – временные водотоки; 8 – крутые уступы каменных глетчеров; 9 – лавинно-осыпные конусы выноса; 10 – пролювиальные конусы выноса; 11 – поверхность активных каменных глетчеров; 12 – поверхность неактивных каменных глетчеров; 13 – отметки высот, м; 14 – каменный глетчер № UC-1

Fig. 4. Glacial-periglacial complexes in the Kureter river valley:

1 – ridge crests; 2 – glaciers as numbered in the USSR Glacier Inventory [14]; 3 – Late Holocene moraines; 4 – erosion cliffs; 5 – riegels; 6 – floodplain and channel of modern streams; 7 – temporary streams; 8 – steep fronts of rock glaciers; 9 – avalanche talus cones; 10 – proluvial cones; 11 – surface of active rock glaciers; 12 – surface of inactive rock glaciers; 13 – altitudes, m; 14 – rock glaciers № UC-1

стями движения отдельных лопастей этого глетчера [2]. Данный глетчер сложен угловатым щебнем и крупными глыбами липаритовых порфиров, лавобрекчий, туффитов, песчаников, алевролитов, глинистых сланцев, диабазов и гравелитов, а также поздне- и раннемеловыми субвулканическими образованиями, представленными липаритовыми парфирами, гранитами и гранит-порфирами [14]. Поверхность слабо наклонена в сторону тальвега р. Кюрэтэр. Он имеет бугристо-ямчатый микрорельеф, а в некоторых местах поверхность каменного глетчера разбита трещинами, в которые погружены глыбы и щебень. На поверхности каменного глетчера имеется термокарстовое понижение, днище которого сложено тонкодисперсными (глинистыми) отложениями. В этих понижениях образуются небольшие временные водоёмы, которые появляются в период обильных летних осадков и весеннего снеготаяния. На пологих участках поверхность каменного глетчера слабо задернована, толщина почвенного покрова не превышает 7 см. Задернованные участки покрыты мхом, имеются немногочисленные участки с осоковой растительностью и единичные кусты кедрового стланика (рис. 5).

Выводы

В хр. Улахан-Чистай установлено более 1800 каменных глетчеров, плотность распределения которых на участке картографирования составляет 27,9 объекта/100 км². Данный показатель — самый высокий для изученных районов северо-востока Азии. Большая часть этих образований относится к присклоновым типам каменных глетчеров. На исследованной территории каменные глетчеры встречаются в интервале высот от 550 до 2450 м. Вместе с тем основная часть активных образований приурочена к высотам 1500–1900 м. Средние значения абсолютных высот каменных глетчеров разных типов существенно различаются. Наиболее высоко расположены генерации активных каровых каменных глетчеров (2000 м), которые приурочены к нижней границе снеговой линии [18]. Неактивные каровые образования находятся на высоте 1800 м. Средняя высота расположения активных присклоновых каменных глетчеров — 1726 м, неактивных — 1496 м, отмерших — 1262 м.



Рис. 5. Верховья долины р. Кюрэтэр.

На переднем плане — неактивный полилопастной каменный глетчер № UC-1

Fig. 5. Upper Kureter River valley.

Inactive multi-lobe rock glacier UC-1 in the forefront

Изучение морфометрических и геоморфологических особенностей каменных глетчеров бассейна р. Кюрэтэр в полевых условиях позволило установить, что каменные глетчеры присклонового типа на ключевом участке достигают мощности 50 м и могут состоять из нескольких слившихся лопастей. Активные каменные глетчеры отличаются высоким и крутым фронтальным уступом, хорошо заметным на аэрокосмических снимках по серповидным теням. Признак неактивных каменных глетчеров — стабилизация фронтального откоса сначала лишайниками, а затем куртинами растений, которые хорошо выделяются на космических снимках зелёным фототонном. На поверхности неактивных глетчеров наблюдаются псевдополигональные трещинные структуры, термокарстовые депрессии, образование которых связано с гидротермическим оттаиванием мёрзлых ядер и блоков льда [2]. Отмершие каменные глетчеры отличаются отсутствием крутого фронтального уступа, а на их поверхности формируется бугристо-ямчатый инверсионный микрорельеф.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00402 мол_а.

Acknowledgments. This study was funded by RFBR according to the research project № 18-35-00402 мол_а.

Литература

References

1. Ананичева М.Д., Капустин Г.А., Корейша М.М. Изменение ледников гор Сунтар-Хаята и хр. Черского по данным каталога ледников СССР и космическим снимкам 2001–2003 гг. // МГИ. 2006. № 101. С. 163–168.
2. Галанин А.А. Каменные глетчеры Северо-Востока России: строение, генезис, возраст, географический анализ: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра геогр. наук. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2009. 43 с.
3. Заморуев В.В., Малаховский В.Д. Геоморфологическое наблюдения в Буордахском массиве // Изв. ВГО. 1975. Т. 107. Вып. 5. С. 450–455.
4. Галанин А.А. Каменные глетчеры северо-востока Азии: картографирование и географический анализ // Криосфера Земли. 2009. Т. XIII. № 4. С. 49–61.
5. Barsch D. Rockglaciers: Indicators for the Present and Former Geocology in High Mountain Environments. Berlin: Springer-Verlag, 1996. 331 p.
6. Горбунов А.П., Титков С.Н. Каменные глетчеры гор Средней Азии. Якутск: изд. Ин-та мерзлотоведения СО АН СССР, 1989. 164 с.
7. Галанин А.А., Глушкова О.Ю. Каменные глетчеры Северо-Востока России // МГИ. 2005. Т. 98. С. 30–43.
8. Горбунов А.П. Каменные глетчеры мира: общее обозрение // Криосфера Земли. 2008. Т. XII. № 2. С. 65–74.
9. Горбунов А.П., Горбунова И.А. География каменных глетчеров и их аналогов в Евразии. Алматы: Институт географии, 2013. 178 с.
10. Горбунов А.П. Каменные глетчеры Азиатской России // Криосфера Земли. 2006. Т. X. № 1. С. 22–28.
11. Горбунов А.П., Горбунова И.А. География каменных глетчеров мира. М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. 131 с.
12. Галанин А.А. Каменные глетчеры южной части Чукотского полуострова // Геоморфология. 2017. № 1. С. 66–79.
13. Лыткин В.М., Галанин А.А. Каменные глетчеры хребта Сунтар-Хаята // Лёд и Снег. 2016. Т. 56. № 4. С. 511–524.
14. Геология СССР. Т. XXX. Северо-Восток СССР. Геологическое описание. Книга 2. М.: Недра, 1970. 536 с.
15. Каталог ледников СССР. Т. 17. Вып. 7. Ч. 2, 4. Т. 19. Ч. 4. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 88 с.
16. Некрасов И.А. Криолитозона Северо-Востока и Юга Сибири и закономерности её развития. Якутск: Книж. изд-во, 1976. 248 с.
17. Галанин А.А. Каменные глетчеры: вопросы терминологии и классификации. Вестн. Сев.-Вост. науч. центра ДВО РАН. 2010. № 4. С. 2–11.
18. Ананичева М.Д. Оценка площадей, объёмов и высоты границы питания ледниковых систем Северо-Востока России по космическим снимкам начала XXI в. // Лёд и Снег. 2014. № 1 (125). С. 35–47.
1. Ananicheva M.D., Kapustin G.A., Koreicha M.M. Changing the glaciers in the Suntar-Hayata and Chersky mountain systems is to assessed by Landsat imagery (2001 and 2003) and the USSR Glacier Inventory (published in 1970s). *Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy*. Data of Glaciological Studies. 2006, 101: 163–168. [In Russian].
2. Galanin A.A. *Kamennyye gletchery Severo-Vostoka Rossii: stroeniye, genezis, vozrast, geograficheskiy analiz*. Rock glaciers of the north-east of Russia: structure, genesis, age, geographic analysis. PhD Thesis. Vladivostok: TIG FEB RAS, 2009: 43 p. [In Russian].
3. Zamoryev V.V., Malakhovskiy V.D. Geomorphological observations in the Buordakhsky massif. *Izvestiya VGO*. Proc. of the Soviet Geogr. Society. 1975, 107 (5): 450–455. [In Russian].
4. Galanin A.A. Rock glaciers of north-eastern Asia: mapping and geographical analysis. *Kriosfera Zemli*. Earth Cryosphere. 2009, XIII (4): 49–61. [In Russian].
5. Barsch D. Rockglaciers: Indicators for the Present and Former Geocology in High Mountain Environments. Berlin: Springer-Verlag, 1996: 331 p.
6. Gorbunov A.P., Titkov S.N. *Kamennyye gletchery gor Sredney Azii*. Rock glaciers in the Central Asia mountains. Yakutsk: Permafrost Institute, Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1989: 164 p. [In Russian].
7. Galanin A.A., Glushkova O.Yu. Rock glaciers of north-eastern Russia. *Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy*. Data of Glaciological Studies. 2005, 98: 30–43. [In Russian].
8. Gorbunov A.P. The rock glaciers of the world: review (Report 1). *Kriosfera Zemli*. Earth Cryosphere. 2008, XII (2): 65–74. [In Russian].
9. Gorbunov A.P., Gorbunov I.A. *Geografiya kamennykh gletcheroi i ikh analogov v Yevrazii*. Geography of rock glaciers and their analogues in Eurasia. Almaty: Institute of Geography, 2013: 178 p. [In Russian].
10. Gorbunov A.P. Rock glaciers of the Asian Russia. *Kriosfera Zemli*. Earth Cryosphere. 2006, X (1): 22–28. [In Russian].
11. Gorbunov A.P., Gorbunov I.A. *Geografiya kamennykh gletcheroi*. Geography of rock glaciers of the world. Moscow: A partnership of scientific editions KMK, 2010: 131 p. [In Russian].
12. Galanin A.A. Rock glaciers in the southern Chukchi Peninsula. *Geomorfologiya*. Geomorphology. 2017, 1: 66–79. [In Russian].
13. Lytkin V.M., Galanin A.A. Rock glaciers in the Suntar-Hayata Range. *Led i Sneg*. Ice and Snow. 2016, 56 (4): 511–524. [In Russian].
14. *Geologiya SSSR. Tom XXX. Severo-Vostok SSSR. Geologicheskoye opisaniye. Kniga 2*. Geology of the USSR. V. XXX. Northeast of the USSR. Geological description. Book 2. Moscow: Nedra, 1970: 536 p.
15. *Katalog lednikov SSSR*. USSR Glacier Inventory. V. 17. Is. 7. Pt. 2, 4. V. 17. Pt. 4. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1981: 88 p. [In Russian].
16. Nekrasov I.A. *Kriolitozona Severo-Vostoka i Yuga Sibiri i zakonornosti eyo razvitiya*. Permafrost of the North-South and East Siberia and the laws of its development. Yakutsk: Book publishing, 1976: 248 p. [In Russian].
17. Galanin A.A. Rock glaciers: issues of terminology and classification. *Vestnik Severo-Vostochnogo Nauchnogo Tsentra DVO RAN*. Bulletin of the North-East Scientific Center, Russia Academy of Sciences, Far East Branch. 2010, 4: 2–11. [In Russian].
18. Ananicheva M.D. Assessment of area, volume and ELA of glacial systems in Northeast Russia from satellite images in the beginning of XXI century. *Led i Sneg*. Ice and Snow. 2014, 1 (125): 35–47. [In Russian].