
Неотектоника, геоморфология

УДК 911.2:551.4

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.1.135>

Каменные глетчеры горного массива Мунку-Сардык

С.Н. Коваленко, Ю.В. Акулова

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

Аннотация. По данным полевых исследований и анализу космоснимков мы описываем наиболее яркие и широко распространённые гляциальные представители района горы Мунку-Сардык (Восточный Саян) каменные глетчеры, приводим перспективные снимки из космоса, даем количественные и качественные их характеристики. Эти данные можно использовать для оценки современного оледенения и подсчета объемов холодных запасов горного массива Мунку-Сардык.

Ключевые слова: хребет Мунку-Сардык, ледники, каменные глетчеры.

Stone glaciers of the Munku-Sardyk mountain range

S.N. Kovalenko, Yu.V. Akulova

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Abstract. From field research and analysis of space images, we describe the most spectacular and widespread glacial patterns of the Munku-Sardyk (Eastern Sayan) area, stone glaciers, provide space images, give their quantitative and qualitative characteristics. These data can be used to assess modern glaciation and calculate the volume of cold reserves of the Munku-Sardyk mountain range.

Keywords: Munku-Sardyk ridge, glaciers, stone glaciers.

Некоторые исследователи недостаточно внимания уделяют вопросам выделения и описания каменных глетчеров, их значению в современном горном оледенении. В настоящее время имеются детальные работы, посвященные этому вопросу по многим районам. Л.Н. Ивановский в своей книге Гляциальная геоморфология гор (Ивановский, 1981) следующим образом описывает эти гляциальные образования в горах Восточной Сибири.

«На протяжении малых ледников в настоящее время формируются сплошные моренные языки – каменные глетчеры. Они возникают при слиянии срединных, верхних, боковых и донных морен в условиях медленного движения отмирающего ледника. Длина таких конечно-моренных образований может достигать нескольких километров и занимать всю ширину долины. Старые каменные глетчеры начинаются часто в сухих теперь карах

и коротких долинах» (Ивановский, 1981, с. 102). При этом он ссылается на известных исследователей горных ледников (М.Г. Гросвальд, М.И. Иверову, Е.В. Максимова и др.). Далее Л.Н. Ивановский пишет: «...исследования на Алтае показали их широкое распространение. В некоторых долинах здесь встречается десять и больше крупных каменных глетчеров. На восточном склоне Катунского хребта почти каждая долина занята не одним каменным глетчером. В некоторых долинах Алтая они достигают почти 4 км длины, часто боковые висячие долины целиком загромождены языком каменного глетчера, причем скрыты неровности ложа долины, а питаются они обломочным материалом не только от ледника, но и от крутых склонов. Подобные каменные глетчеры становятся переходной формой к каменным потокам.

Средняя ширина языка каменного глетчера 250–300 м, известная максимальная — 500 м. А.Ф. Глазовский (1978) делит каменные глетчеры на языковидные и серповидные. Подобные формы обуславливаются обычно характером вмещающего их рельефа. В карах они чаще серповидные, в долинах имеют форму каменных языков. Внешний склон каменного глетчера крутой (30–35°). Высота лобовой части глетчеров достигает 50–60 м и больше. Многие каменные глетчеры по своим краям переходят в боковые морены, продолжающиеся на ледник. В средней части поверхность каменного глетчера

изобилует провалами, свидетельствующими о постепенном таянии погребенного льда. Моренные языки пересекаются невысокими валами, которые отделяются ложбинами глубиной свыше 10–15 м. Каменные глетчеры сложены грубыми обломками горных пород различной величины или несколькими конечными моренами послесартанских стадий, которые могут быть не только придвинутыми друг к другу, но и вследствие дальнейшего сползания надвинутыми одна на другую, более древнюю...» (Ивановский, 1981, с. 102–103).

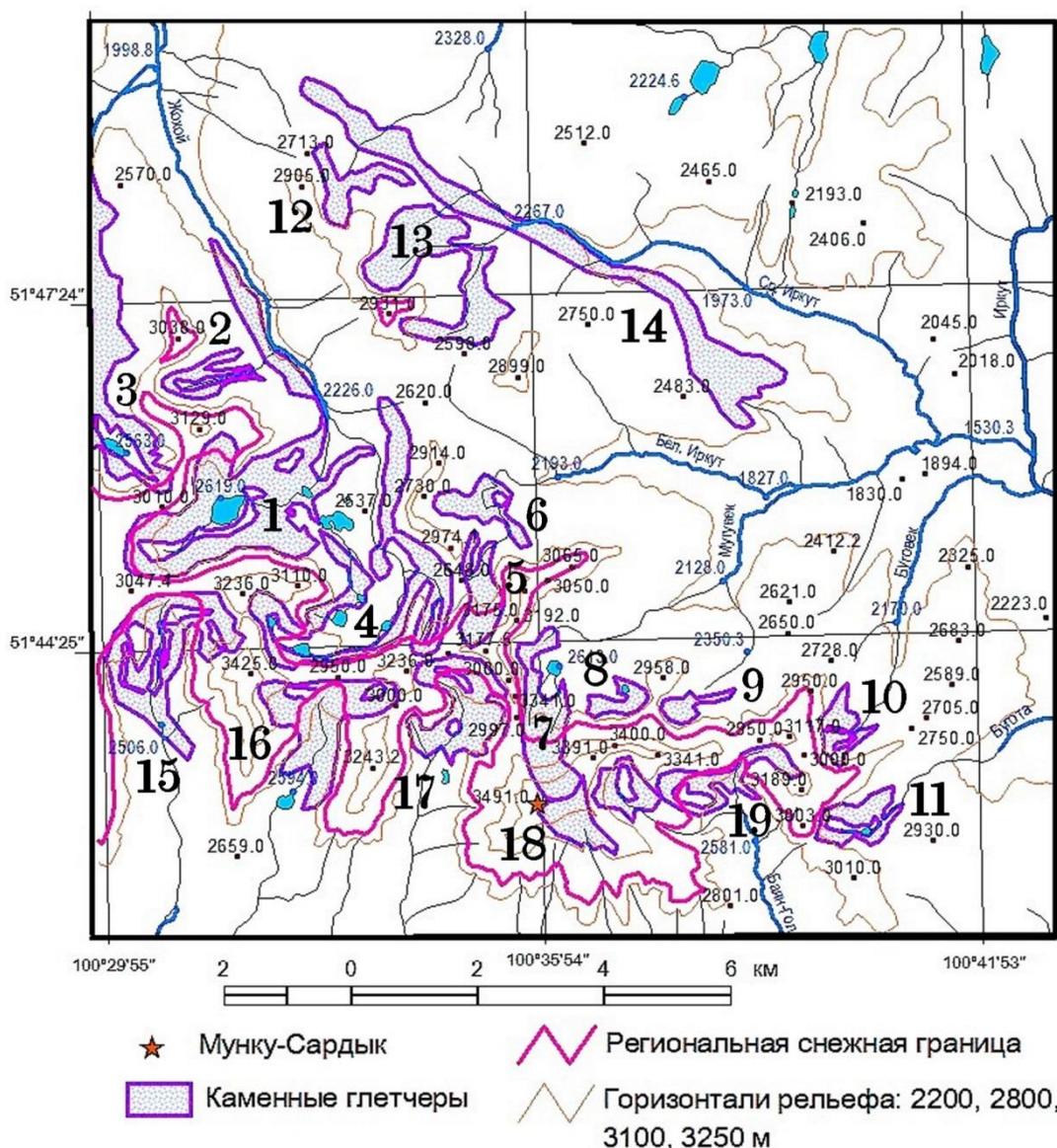


Рис. 1. Участки распространения каменных глетчеров в районе г. Мунку-Сардык (по Коваленко, 2014).

1– Мунку-Сардык, 2– региональная снежная граница, 3– участки распространения современных ледников и каменных глетчеров, 4– горизонталы рельефа: 2200, 2800, 3100, 3250 м, 1–19 – номера участков, в таблице.

Fig. 1. Areas of distribution of stone glaciers in vicinity of the Munku-Sardyk summit after (Kovalenko, 2014). 1 – Munku-Sardyk, 2 – regional snow border, 3 – areas of distribution of modern glaciers and stone glaciers, 4 – isolines of relief: 2200, 2800, 3100, 3250 m, 1–19 – numbers of sites shown in table.

Таблица

Количественные параметры участков распространения каменных глетчеров в районе г. Мунку-Сардык

Table

Quantitative parameters of sites of stone glaciers in the Munku-Sardyk area

№№ участка	Название участка	Площадь (км ²)	Периметр (км)	Общая длина всех языков (км)	Вертикальный размах (м)
1	Солярис	4.54	28.758	13.751	890 (3050–2160)
2	Неисследованный	0.43	7.638	1.500	280 (2680–2400)
3	Западно-Жохойский	0.18	16.106	5.500	450 (2950–2500)
4	Жохойский	2.73	27.201	12.429	800 (3100–2300)
5	Радде + ВСГАО	0.72	5.436	1.922	400 (3100–2700)
6	Уютный	0.62	5.326	2.160	150 (2700–2550)
7	Перетолчина + Северный	1.34	7.812	4.000	950 (3490–2540)
8	Озерный	0.30	3.144	1.500	100 (2700–2600)
9	Горелова	0.26	3.019	1.250	120 (2800–2680)
10	Буговекский	0.44	5.576	1.600	260 (2800–2540)
11	Бугота	0.58	6.602	2.921	300 (2800–2500)
12	Верхнеишундинский	0.61	5.572	2.506	300 (2800–2500)
13	Среднеиркутский	2.14	11.523	5.461	400 (2800–2400)
14	Длинный	3.52	20.281	8.767	380 (2600–2220)
15	Западный (МНР)	2.02	19.380	4.449	670 (3200–2530)
16	Бурхан (МНР)	1.82	10.493	4.851	780 (3400–2620)
17	Джаргалант-Гол + Пограничный (МНР)	1.49	9.802	2.945	380 (3000–2620)
18	Южный (МНР)	0.60	3.932	1.229	470 (3490–3020)
19	Баян-Гол (МНР)	1.30	13.850	6.926	680 (3200–2520)
Сумма		25.64	211.451	85.667	
Средняя максимальная абсолютная высота распространения каменных глетчеров района					2982.1
Средняя минимальная абсолютная высота распространения каменных глетчеров района					2521
Средняя абсолютная высота средней линии участков распространения каменных глетчеров района					2751.6
Максимальная абсолютная высота распространения каменных глетчеров района					3490
Минимальная абсолютная высота распространения каменных глетчеров района					2160

Каменные глетчеры северо-востока Азии А.А. Галанин разделяет «по генезису (типу питания), морфологии и современной динамической активности на 1) простые и

комплексные, 2) лопастные (присклоновые), языковидные, лопатообразные, 3) активные и отмершие» (Галанин, 2008, 2005, с. 62).

Хороший обзор генезиса, терминологии, эволюции каменных глетчеров Алтая и их отличий от каменных потоков имеется в статьях Н.Н. Михайлова и др. (2009, 2004).

В Саянах каменные глетчеры упоминались в работе М.Г. Гросвальда (Гросвальд, 1959). Глетчеры, находящиеся на различных этапах формирования, неоднократно описывались нами в последние годы (Коваленко, 2011, 2011а; Коваленко и др., 2013; Коваленко, Мункоева, 2013).

Согласно Л.Н. Ивановскому (Ивановский, 1981): в развитии каменных глетчеров выделяется четыре этапа или стадии. Эти стадии формирования, их определение и распространение в глетчерах горного массива Мунку-Сардык мы подробно рассматривали ранее в статьях Вестника кафедры географии ВСГАО (Коваленко, 2011, 2014).

В последней работе, посвященной генезису наледей (Коваленко, Мункоева, 2013), произведена систематизация каменных глетчеров района Мунку-Сардык и даны признаки выделения их по морфологическим признакам, дано указание на их закономерное пространственное положение по латерали и привязка к определенному типу зональности рельефообразующих процессов в вертикальном направлении, отражающей нивально-гляциальную высотную зональность.

Полевые исследования каменных глетчеров в течение последних десяти лет и результаты ГИС-обработки космических снимков позволили построить карту их распространения на исследуемой территории и выделить отдельные участки их наибольшего распространения (рис. 1, Коваленко, 2014). Участки скопления каменных глетчеров на карте оконтурены, каждому отдельному участку для удобства работы с ним дано собственное название. Общая площадь областей распространения каменных глетчеров на исследованной территории, включая современные открытые части ледников, определенная в программе ArcView, составляет 25.64 км², суммарная длина периметра — 211.45 км, суммарная длина языков или полос, в пределах которых наблюдаются каменные

глетчеры составляет 85.67 км. Другие статистические параметры приведены в таблице.

Отнесение суммарной площади всех этих гляциально-нивалных объектов и общей площади исследований дает нам параметр относительного запаса холода, который можно сравнивать с аналогичными данными других районов.

В этой статье мы продолжим описание каменных глетчеров района Мунку-Сардык и постараемся рассмотреть здесь только самых ярких, наиболее детально исследованных их представителей, чаще всего образованных на послеледниковом этапе развития регрессивных ледников, т. е. после голоценового термального максимума. Описание, дряхлых и почти исчезающих каменных глетчеров, таких как на участке Длинный, как правило, находящихся на четвертой стадии развития, здесь мы рассматривать не будем, чтобы не перегружать статью и не утомлять читателя. Последовательность (стадии развития по Л.Н. Ивановскому, 1981) формирования глетчеров в районе, их определение и распространение мы подробно рассматривали ранее в статьях Вестника кафедры географии ВСГАО за 2011 г., в № 1 и за 2014 г. в № 1, с. 20–21 (Коваленко, 2011, 2014). Здесь мы лишь лишним раз подчеркнем, что по нашему твердому убеждению эти стадии являются не только стадиями жизни каменных глетчеров, но и являются **конечными этапами эволюции ледников регрессивной стадии оледенения района горного массива Мунку-Сардык.**

Глетчер Рыжий. Гляциальный морфологический комплекс Рыжий³ расположен в пределах участка Солярис (участок 1) и относится к первому СВУК и изучен нами летом 2010 года под одноименным пиком (3129 м), у подножья которого находится его главный кар.

Современный каменный глетчер расположен в самой верхней части комплекса в одном километре к северу от оз. Солярис. Экспозиция кара на юг-юго-запад, дно трога лежит на высоте 2900 м, длина находящегося здесь глетчера составляет 300 м. Глетчер накладывается на нижележащий более

³ Названия всех палеоледников, их СВУК, упоминаемых в данной статье см. Коваленко, 2011.

древний глетчер Древне-Рыжий (2-й СВУК). Их суммарная длина при этом составляет примерно один километр (рис. 2). Глетчер характеризуется отсутствием открытой поверхности льда. Погребенный лед скрыт под современной осыпной мореной с многочисленными свежими трещинами-провалами различных направлений: продольного, диагонального и поперечного типов. Борты трещин сложены остроугольными гранитными осколками и чрезвычайно неустойчивы.

Донные площадки трещин совершенно не выражены или имеют первые метры в ширину и первые десятков метров в длину. Местами, особенно в самой верхней части глетчера в интервале высот 2860–2880 м, между камней просматривается белый сливной лед и небольшие снежки. Обломки в морене свежие, не покрыты какой-либо органикой. Следовательно, глетчер находится на второй – третьей стадии развития.

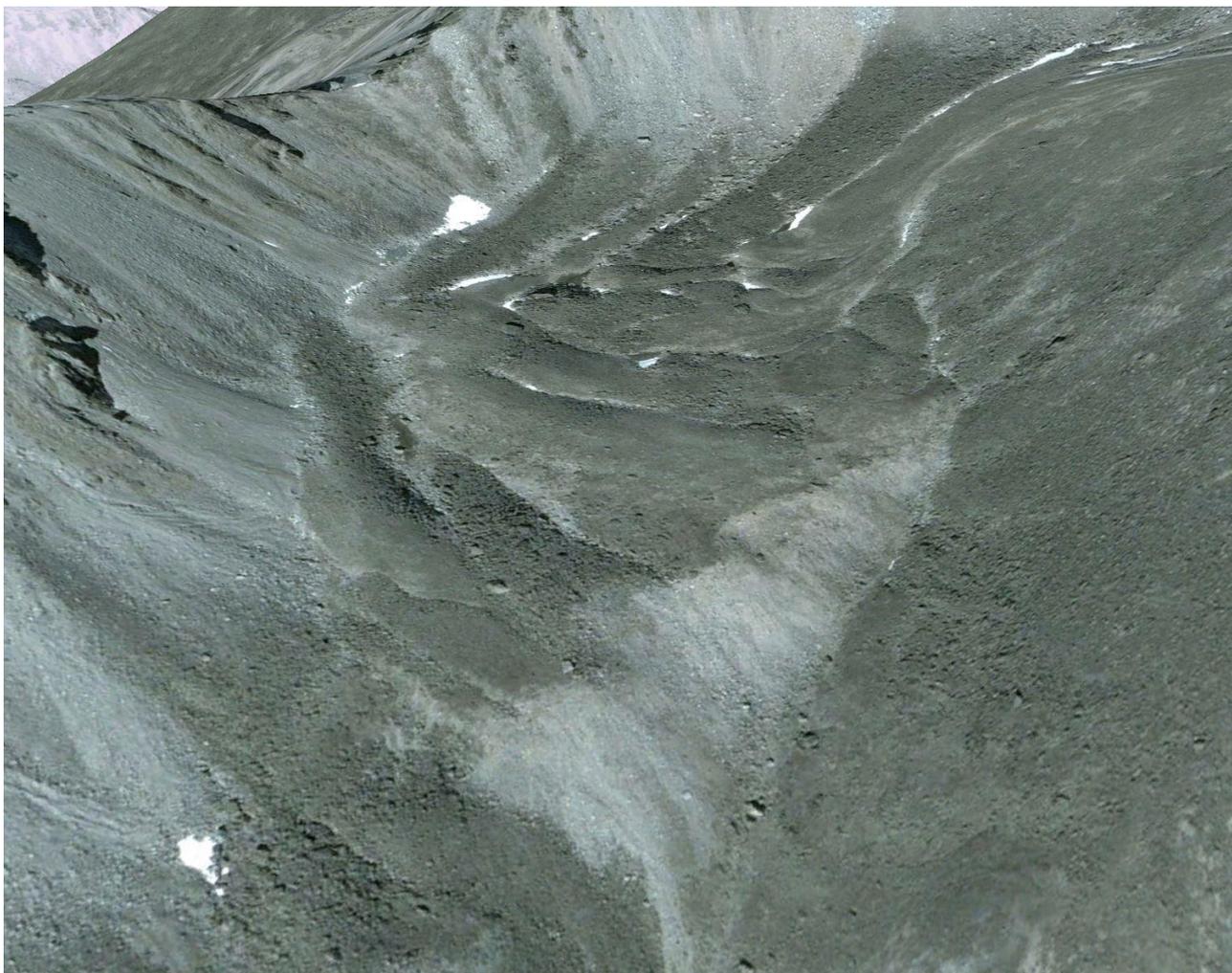


Рис. 2. Глетчер Рыжий (верх) вместе с Древне-Рыжим (низ), общей длиной до 1 км.

Fig. 2. The Foxy gletcher (top) together with Old Foxy one (bottom) of total length up to 1 km.

Конечные части современной осыпной морены наблюдаются на абсолютных высотах 2797–2780 м. Здесь они в виде крутых уступов налегают на неровную бугристо-западинную поверхность древней морены ГМК Древне-Рыжего, которая простирается до берега живописного горного ледникового озера

Солярис (урез воды 2625 м) в виде огромного бугристо-грядово-западинного каменного поля последней 4-й стадии развития каменного глетчера, когда наличие погребенного льда под мореной можно только предполагать. Гранитные осколки осыпной морены обильно покрыты лишайниками и мохом, на

мелкоземе цветут маки. Большинство трещин-провалов имеют почти горизонтальные, плоские донные площадки, с отложением песка и мелкозема, и крутые неустойчивые склоны. Конечный уступ морены круто нависает над берегом озера, постоянно осыпается, создавая впечатление свежести. Формирование такой сложной осыпной морены, видимо, стало возможным из-за экспозиции кара на юг, юго-восток, когда солнечная активность не давала возможности накапливать достаточное количество льда необходимого для формирования кара и выноса каменного материала со льдом за его пределы.

Древне-Рыжий ГМК относится ко второму СВУК (2820 м) и имел максимальное развитие 300 лет назад.

Следующим участком распространения каменных глетчеров является Жохойский (участок 4, рис. 3). Его площадь составляет 2.73 км²; периметр — 27.01 км; длина максимально длинного языка — 7.05 км, суммарная длина остальных участков с языковидными, и серповидными внутрикаровыми глетчерами составляет 5.38 км; вертикальный размах территории участка — 800 м и простирается он от отметки 3100 м у южного подножия горы Жохой (3110 м) и пика Авиастроитель (3236 м) до отметки 2300 м. (Коваленко, 2014). Наиболее яркими представителями глетчеров участка являются: Неисследованный, Рыжий, Авиастроитель, Жохойский, Сибирской Дивизии, XXVI Партсъезда и 60 лет Победы ВОВ.

Глетчер Авиастроитель. Относится ко второму СВУК и расположен на высоте 2880 м на выровненной площадке кара палеоледника Восточный с восточной экспозицией. Название глетчеру дано по одноименному горному пику (3237 м) расположенному на главном хребте восточнее кара. Судя по уступу конечной современной морены, длина глетчера составляет 600 м. Палеоледник, оставивший современный глетчер существовал, вероятно, синхронно с палеоледником

Древне-Рыжим, оставил после себя довольно широкий кар и протяженные осыпные морены (до 1.0 км), достигающие кара более древнего палеоледника Солярис (3-й СВУК).

Глетчер Неисследованный. Находится в пределах участка Неисследованного (участок 2) и занимает кары одноименного палеоледника третьего статистического уровня каров и трогов и палеоледника Темного четвертого СВУК. Дно кара п/л Неисследованного имеет интервал абсолютных отметок от 2620 до 2720 м, стенка возвышается на высоту еще 120 м и выше, до абсолютных отметок 2840 м, близлежащий перевал имеет высоту 2850 м, с юга расположен пик Рыжий (3129 м) с севера — высота 3032 м. Кар п/л Темного имеет абсолютные отметки дна на высоте 2520–2400 м, высота стенки была более 100 м, длина короткого трога около 1000 м. Трог п/л Темного имеет висячее устье на абсолютной высоте 2400 м, возвышающееся над долиной р. Жохой (2280 м) на высоту 120 м (см. Коваленко, 2014, рис. 3). Общая площадь глетчера по дистанционным данным достигает 0.43 км², а периметр – 7.64 км, вертикальный размах — 280 м (2680–2400 м), длина — более 1000 м.

Следующим участком распространения каменных глетчеров является Жохойский (участок 4, рис. 3). Его площадь составляет 2.73 км²; периметр — 27.01 км; длина максимально длинного языка — 7.05 км, суммарная длина остальных участков с языковидными, и серповидными внутрикаровыми глетчерами составляет 5.38 км; вертикальный размах территории участка — 800 м и простирается он от отметки 3100 м у южного подножия горы Жохой (3110 м) и пика Авиастроитель (3236 м) до отметки 2300 м. (Коваленко, 2014). Наиболее яркими представителями глетчеров участка являются: Неисследованный, Рыжий, Авиастроитель, Жохойский, Сибирской Дивизии, XXVI Партсъезда и 60 лет Победы ВОВ.

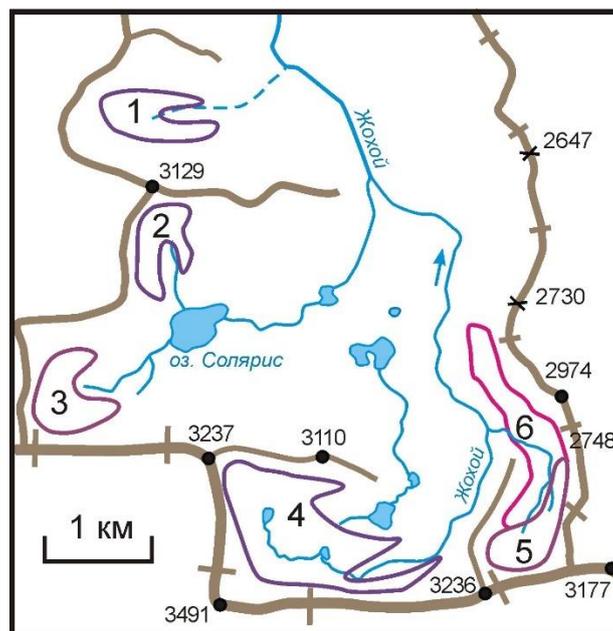


Рис. 3. Глетчеры верховой р. Жохой (участок 4): 1– Неисследованный, 2– Рыжий и Древне-Рыжий, 3– Авиастроитель, 4– Жохойский, 5– Сибирской Дивизии, 6– XXVI Партсъезда и 60 лет Победы ВОВ.

Fig. 3. Gletchers in upper currents of the Zhokhoy River (section 4): 1– Unexplored, 2 – Foxy and Old Foxy, 3 – Aircraft Builder, 4 – Zhokhoysky, 5 – Siberian Division, 6 – XXVI Party Congress and 60 Years of Victory of the Second World War.

Глетчер Жохойский. Находится в верховьях р. Жохой, севернее п. Пограничный (3491 м) и относится к гляциальным образованиям первого среднестатистического уровня. Абсолютная высота ложа кара 3100 м, его экспозиция юго-восточная, длина 300 м, ледники могли уходить до 500 м. Глетчер во всем подобен вышеописанным. На нем полностью к настоящему времени отсутствует открытый лед, но выпуклая форма моренных валов-уступов, разделенных неглубокими трещинными провалами, говорит нам о том, что под небольшим плащом осыпной морены еще в достаточных количествах содержится погребенный лед.

В недалеком прошлом ледник брал свое начало в небольшом каре и создавал современную конечную осыпную морену, заканчивающуюся в 300 м от кара, и, частично успел заполнить нижележащий древний кар п/л Древне-Жохойского (2-й СВУК), двигаясь к озеру Высокому и впадая в него с запада широким и мощным глетчерным (моренно-глыбовым) потоком шириной до 150 м с крутизной уступа до 40° и высотой до 60–80 м (лопатовидный тип глетчера). Суммарная длина

получившегося глетчера при этом составила 800 м. Этот объединенный глетчер, по всей видимости, находится на второй стадии развития. Правый его язык узкой полосой следует правее озера Высокого через кар палеоледника Восточного (уровень 2880 м) по правому борту долины мимо озера Песчаного до кара палеоледника Пустого (уровень 2820 м). Левый борт долины и центральную ее часть на этом интервале занимает глетчер третьей или четвертой стадии того же глетчера. Существование одного и того же глетчера, находящегося на разных стадиях развития, обусловлено разностью в солнечной освещенности левого и правого бортов широтного простираения долины верховой Жохоя.

Глетчер Сибирской Дивизии (рис. 4–5). Назван по близлежащей высоте 3236 м и относится к гляциальным образованиям первого среднестатистического уровня. Дно кара, из которого вдоль правого затененного склона выдвигается глетчер, лежит на высоте 2980 м. Экспозиция геоморфологически выработанной троговой долины занимаемой глетчером север-северо-восточная, длина его свыше 1000 м. Тело глетчера языковидное с

неровным обрывистым осыпным левым бортом тяготеет к правому борту троговой долины. Глетчер напитался, вероятно, как собственным льдом, так и льдом ледника Радде.

Последнее относится к той его части глетчера, что лежит под пер. XXVI Партсъезда (2748 м).



Рис. 4. Глетчер Сибирской Дивизии (крупно-глыбовая поверхность по правому борту трога) перекрывающий глетчер палеоледника 60 лет Победы ВОВ (мелко-глыбовая более выровненная поверхность с левого борта).

Fig. 4. The Siberian Division gletcher (large-block surface on the starboard side of the trog) overlapping the paleogletcher 60 years of the Victory of the Second World War (fine-block more leveled surface on the port side).

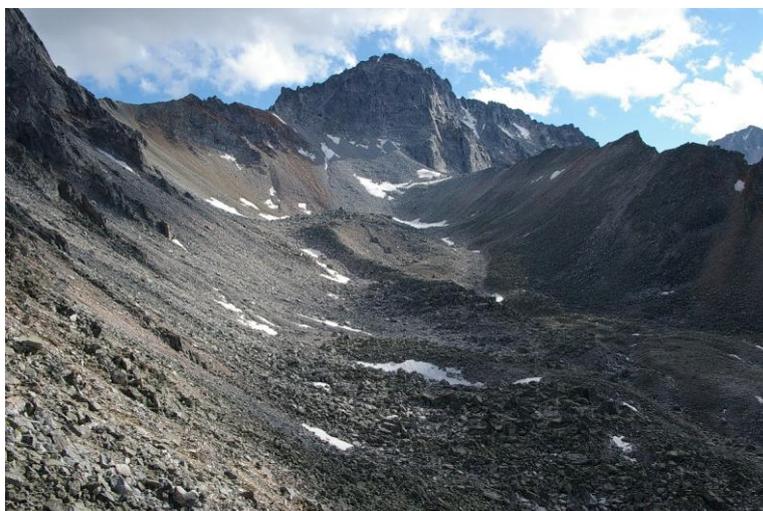


Рис. 5. Кар и трог заполненный глетчером Сибирской Дивизии.

Fig. 5. Kar and trog filled with the Siberian Division glacier.

Глетчер перекрывает своим левым обрывистым неровным краем (живая крупноглыбовая осыпь, состоящая из материала

осыпной морены) верхнюю часть более древнего каменного глетчера палеоледника 60 лет

Победы ВОВ. Последний, вероятно, находится на 3-й или 4-й стадии развития.

Ниже по долине глетчер Сибирской Дивизии перекрывает по правому борту глетчер XXVI Партсъезда, а по центру долины

глетчер 60 лет Победы ВОВ. Оба глетчера тянутся вниз по долине более чем на 2000 м и находятся на 3-й или 4-й стадиях развития (рис. 6).



Рис. 6. Глетчеры третьего СВУК XXVI Партсъезда (по правому борту троговой долины) и 60 лет Победы ВОВ (по центру долины).

Fig. 6. Glaciers of the third SVUK of the XXVI Party Congress (on the starboard side of a trog valley) and 60 years of the Victory of the Second World War (in the center of the valley).

Ледник-глетчер Радде. Этот ледник, расположенный на участке № 5, медленно превращается в каменный глетчер и относится к первому самому высокому среднестатистическому высотному уровню каров и трогов горного массива Мунку-Сардык (1-й СВУК) (Коваленко, 2011). Верхняя часть открытой поверхности льда ледника Радде из-за труднодоступности почти не исследована. Наблюдения за нижней линией открытой поверхности льда мы ведем с 2005 года, результаты обобщены в ряде статей (Дроздова и др., 2006; Коваленко и др., 2009; Китов и др., 2009; Коваленко и др., 2010; Иванов и др., 2010) и ее местоположение за все эти годы совершенно не изменилось. Ледник-глетчер Радде (открытая часть ледника + каменный глетчер) в нижней своей части имеет лопатовидный широкий глетчерный язык с двумя

краевыми водными стоками (рис. 7). С дневной поверхности лед глетчера прикрыт современной свежей осыпной мореной протяженностью 370 м. Этот глетчер в настоящее время находится на второй стадии с активным развитием трещин-провалов диагонального, продольного и поперечного типов. Конечный фронтальный уступ, являющийся характерным элементом всех глетчеров района, сложен самыми крупными обломками осыпной современной морены и был сформирован, вероятно, также, как и на леднике Перетолчина, в 1900 году или несколько раньше. На краю фронтального уступа современной морены существует небольшое озеро, названное нами Озерко Радде. Вся система подземных стоков современного ледника Радде и его глетчеров является географическими истоками реки Белый Иркут.

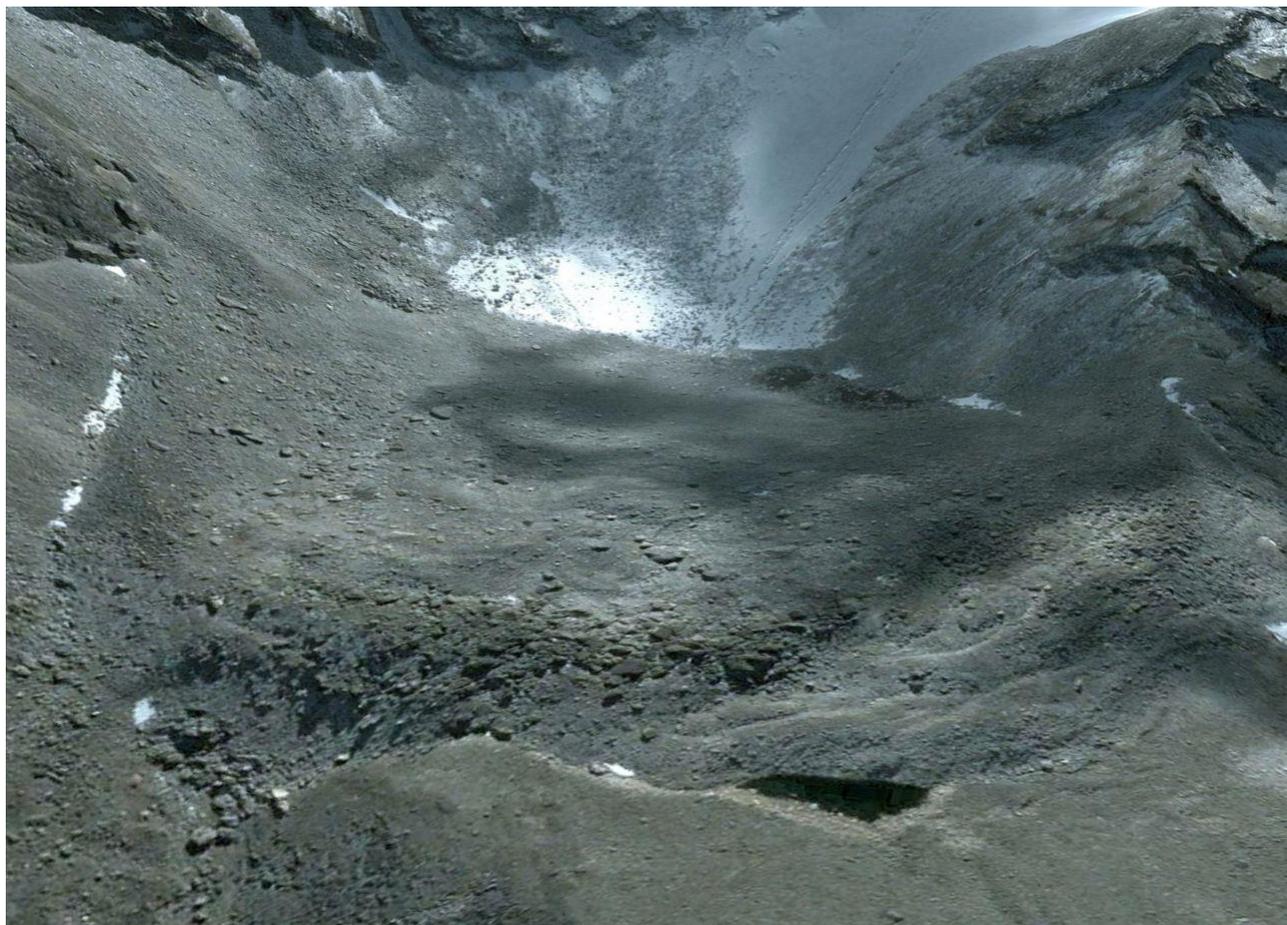


Рис. 7. Лопатовидный ледник-глетчер Радде. Выше видна открытая часть ледника, внизу — Озерко Радде, над ним нависает фронтальный уступ осыпной морены.

Fig. 7. The spade-shaped gletcher glacier Radde. One can see an open part above the glacier and lake Radde at foot. A frontal ledge of the scree moraine hangs over it.

Глетчер ВСГАО. Глетчер также находится в пределах участка № 5 и относится ко второму СВУК и расположен на высоте 2700–2740 м на выровненной площадке кара одноименного палеоледника с северной экспозицией. В своей верхней части осложняется наложенным на него более молодым ледником-глетчером Радде. Общая площадь этих двух глетчеров составляет 0.72 км², периметр — 5.4 км; максимальная длина (от водораздела до нижнего окончания, плюс длина восточного языка, занимающего кар п/л Промежуточного (3-й СВУК) составляет 1.92 км; вертикальный размах — 400 м (3100–2700 м). Каменный глетчер ВСГАО по внешним

признакам (мощная до 3–5 м перекрывающая осыпная морена, субгоризонтальная вмещающая троговая долина (рис. 8) с северной экспозицией простираения) может иметь самый мощный подземный лед, который будет способен пролежать очень длительное время. Глетчер по всем признакам находится на второй–третьей стадиях развития и занимает трог одноименного п/л ВСГАО (2-й СВУК). Нижняя часть этого языка глетчера до сих пор продолжает сбрасывать моренный материал с висячего устья в кар п/л Шатаевой, что может указывать на продолжающееся движение погребенного льда.

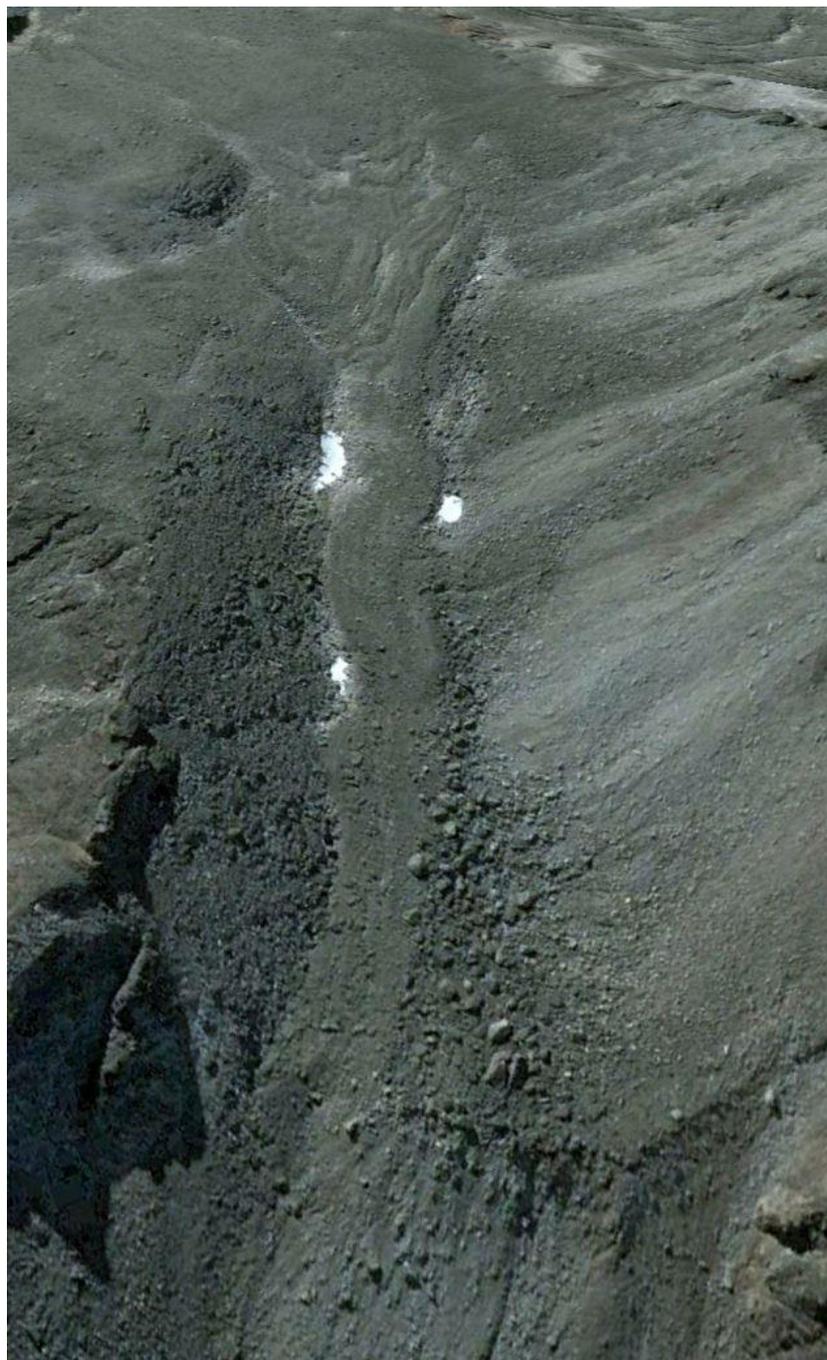


Рис. 8. Глетчер ВСГАО. Вид из космоса.

Fig. 8. The VSGAO gletcher. View from space.

Ледник-глетчер Перетолчина. Этот ледник находится в пределах участка № 7 и также как ледник Радде постепенно превращается в каменный глетчер. Он имел свои максимальные размеры, скорее всего, в середине или самом конце XIX века (1900 год).

Верхняя часть современного карового ледника Перетолчина имеет открытую поверхность льда. Нижняя масса льда ледника скрыта под мореной в виде каменного глетчера (рис. 9).



Рис. 9. Ледник-глетчер Перетолчина.

Fig. 9. The Peretolchin gletcher glacier.

Ледник под слоем осыпной морены и льда может иметь небольшой седловидный (с пологим ложем) кар, ригель и небольшой протяженности трог, занятый в настоящее время каменным глетчером. Этот ледник, как и ледник Радде, относится к первому среднестатистическому высотному уровню каров и трогов (1-й СВУК). Длина современного ледника-глетчера Перетолчина составляет 1250 м, от занимает собственный кар и кар палеоледника предшественника Древне-Северного (2-й СВУК). Еще ранее он имел языки, достигавшие длины более 2000 м. Предположительная максимальная толщина ледника по данным С.П. Перетолчина (1908) в начале XX века составляла 85 м, сейчас по данным геозондирования всего 30–40 м (Китов и др., 2014). Ледник начал интенсивно таять, вероятно, лишь с начала двадцатого века. Наблюдения С.П. Перетолчина столетней давности фактически отметили его максимальные размеры. За последние сто лет произошло значительное сокращение лишь открытой части ледника. Нижняя часть ледника как бы

перешла на подземный образ жизни, превратившись в каменный глетчер.

В нашем случае, формируемый каменный глетчер в нижних частях ледника Перетолчина, согласно вышеуказанной последовательности формирования каменных глетчеров Ивановского, находится на различных этапах развития. Первый этап, начавшийся, вероятно, еще в XIX веке, давно прошел. На этом этапе открытая, коротко-троговая часть ледника, в пологой своей части, занимающая кар палеоледника Древне-Северного, стала покрываться осыпной мореной. В настоящее время в этой троговой части ледника-глетчера находится каменный глетчер с характеристиками, отвечающими второму этапу.

В карово-коротко-троговых ледниках-глетчерах, к типу которых следует относить ледник Перетолчина, формирование глетчера на втором этапе происходит несколько по-иному, чем в настоящих карово-троговых ледниках, имеющих протяженные трогги. Здесь образования типичной абляционной морены не происходит, а вместо нее

формируется своеобразная морена из осколков пород, скатившихся с крутого интервала открытой части ледника и окружающих крутых скал. Скатывающиеся на огромной скорости по поверхности ледника обломки часто сталкиваются друг с другом или с лежащими на леднике глыбами и разбиваются на остроугольные обломки, скапливающиеся у подножья открытого льда или далеко улетая в середину уже отложившихся точно таких же обломков. По внешнему виду обломки очень похожи на породу отвалов подземных горных выработок, которые проходят буровзрывным способом. Такую морену мы предложили назвать **дислокационной осыпной мореной** или просто **осыпной мореной** (Коваленко, 2011). Подобные морены описаны в литературе у ледника № 33 в хр. Кодар (Штюмер, 1962), на Алтае (Ивановский 1967) и др. Осыпная и абляционная морены, таким образом, отличаются генетически и морфологически⁴.

Ледники-глетчеры, перекрытые осыпные моренами, формируются вблизи крутых стенок каров и длительное время живут в карах, испытывая в зависимости от погодных условий и климата этапы абляций или осцилляций. Постоянная смена этих процессов удерживает положение края ледника длительное время на одном и том же месте. Открытая круто-наклонная поверхность льда таких ледников напоминает ледники, стоящие у стенки и опирающиеся на свои субгоризонтальные части, как правило, погребенные под небольшим слоем осыпной морены. Это последняя стадия исчезновения открытого льда отступающих ледников регрессивной стадии оледенения высокогорных районов и подробно в литературе еще не описана. Это стадия карового умирания ледников путем сокращения площади открытого льда (области питания) не с нижней части (низ их обычно давно погребен под осыпной мореной), как это бывает в карово-долинных ледниках, а с верхней части. Поэтому, учитывая все вышесказанное,

фиксировать нижнюю границу открытой части ледника не имеет смысла. В чем мы в последнее время прекрасно и убедились, т.к. эта граница на ледниках Перетолчина и Радде с 2006 года по 2017 год нисколько не сместилась.

Осыпная морена формируется из остроугольных обломков в виде куч, валов, плащей. В ней собраны осколки совершенно разнообразного размера. Очень больших глыб почти нет или они присутствуют в единичных экземплярах, окруженные щебнисто-глыбовым среднеразмерным материалом. Увидеть подземный лед в такой морене чрезвычайно трудно. Лишь в некоторые годы наиболее интенсивной водной наледной подземной эрозии льда вдоль продольных трещин возможно появление осыпных рытвин, вернее провалов и воронок, на стенках и дне которых обнажается подземный лед, насыщенный остроугольными обломками. Иногда в таких провалах открываются протяженные ледяные пещеры, вымытые талой водой в погребенном льду. Мощность поверхностной морены во всех задокументированных случаях не превышала одного, полутора метров, и в среднем составляет всего один метр.

Ничего подобного в абляционных моренах не наблюдается. Чаще всего в них над промоинами-трещинами висят, соприкасаясь друг с другом, словно арочные мосты крупные камни, удерживающиеся от падения в полость лишь за счет трения и размера. Абляционная морена состоит, в основном, из более или менее окатанных обломков, часто огромных размеров, прошедших обработку и транспортировку внутри ледника, которые хаотически с большими воздушными промежутками нагромождаются друг на друга. В самых глубоких местах таких морен часто наблюдается нарастающий или новообразованный инфильтрационный лед. Относительные размеры глыб близки друг другу.

⁴ Прекрасные абляционные морены установлены нами в троговой части палеоледника ВСГАО (см. рис. 9).

Образуемые аккумуляционные формы рельефа глетчера, находящегося на втором этапе своего развития, в зависимости от преобладающей летней погоды, постоянно меняются. В засушливые маловодные годы формируются ровные, оползнеподобные блино- или лепешко-плащеобразные маломощные осыпные морены, покрывающие значительные площади открытого льда. В дождливые годы, особенно, когда идут ливневые теплые дожди (2006 г.), эта часть глетчера может исчезнуть, а накопленный обломочный материал в виде каменных селей и быстрых оползней по поверхности ледника съехать вниз по склону и сформировать очередную грядку в области развития глетчера третьего этапа. При этом на участке третьего этапа произойдет некоторая перестройка моренных форм, закрытие и сужение ложбин, сближение (скупивание) гряд и бугров.

Окончание ледника-глетчера Перетолчина представлено фронтальной грядой или уступом с максимальной высотой до 40 м в виде осыпи с обломками свежего облика. На ней не растет никакой растительности, очень мало мхов и лишайников. Материал уступа надвинут на морену предыдущего этапа оледенения, когда здесь существовал палеоледник Древне-Северный, который, как и ледник Перетолчина, превратился в глетчер на конечном этапе своего формирования.

Глетчер Древне-Северный. Как и глетчер ВСГАО, в своей верхней части перекрыт современным глетчером-ледником Перетолчина. Их совместная площадь составляет 1.34 км²; периметр — 7.81 км; вертикальный размах — 950 м (3490–2540 м); суммарная длина двух языков — 4 км. Один язык каменного глетчера спускается вдоль восточного подножия главной стены хребта по короткому тропу п/л Древне-Северного в кар п/л Пристенного и по нему достигает нижней своей частью абсолютной высоты 2540 м, второй лежит под глетчером ледника Перетолчина,

выходя из-под него за один километр до оз. Эхой и почти достигает этого ледникового озера.

Глетчеры этого участка, как и в случае с глетчером ВСГАО также имеют значительную мощность погребенного льда, которая сможет обеспечить им длительную жизнь в будущем.

Участок распространения каменных глетчеров **Буговекский** (№ 10 на рис. 1 и в табл. 1) расположен в истоках р. Буговек и имеет площадь 0.44 км²; его периметр составляет 5.58 км; общая длина каменных глетчеров, образующих два языка, около 1.6 км; вертикальный размах участка 260 м (2800–2540 м). Ярким представителем глетчеров этого участка является каменный глетчер Геологов (рис. 10).

Глетчер Геологов. Находится в верховьях р. Буговек, хорошо определяется из космоса и относится к гляциальным образованиям третьего среднестатистического уровня. Экспозиция тела на восток-северо-восток, длина 300 м. Выше него имеются небольшие образования глетчера Лейтенантов. Общая площадь этих глетчеров в верховьях Буговека составляет 0.44 км², периметр 5.58 км, абсолютная высота 2800–2600 м, суммарная длина двух языков составляет 1,6 км. Несмотря на то, что глетчер по высотным параметрам лежит в пределах третьего СВУК, он находится на третьей стадии развития с хорошо выраженной лопатообразной формой с мощным погребенным льдом.

Хорошие каменные глетчеры третьей и четвертой стадий наблюдаются вдоль склонов хребта северной и северо-восточной экспозиций по краю Окинского плато, по правому борту долины р. Средний Иркут и в верховьях рек Верхняя Ишунда и Средний Иркут. Здесь выделено три участка распространения каменных глетчеров: Верхнеишундинский (№ 12), Среднеиркутский (№ 13) и Длинный (№ 14).

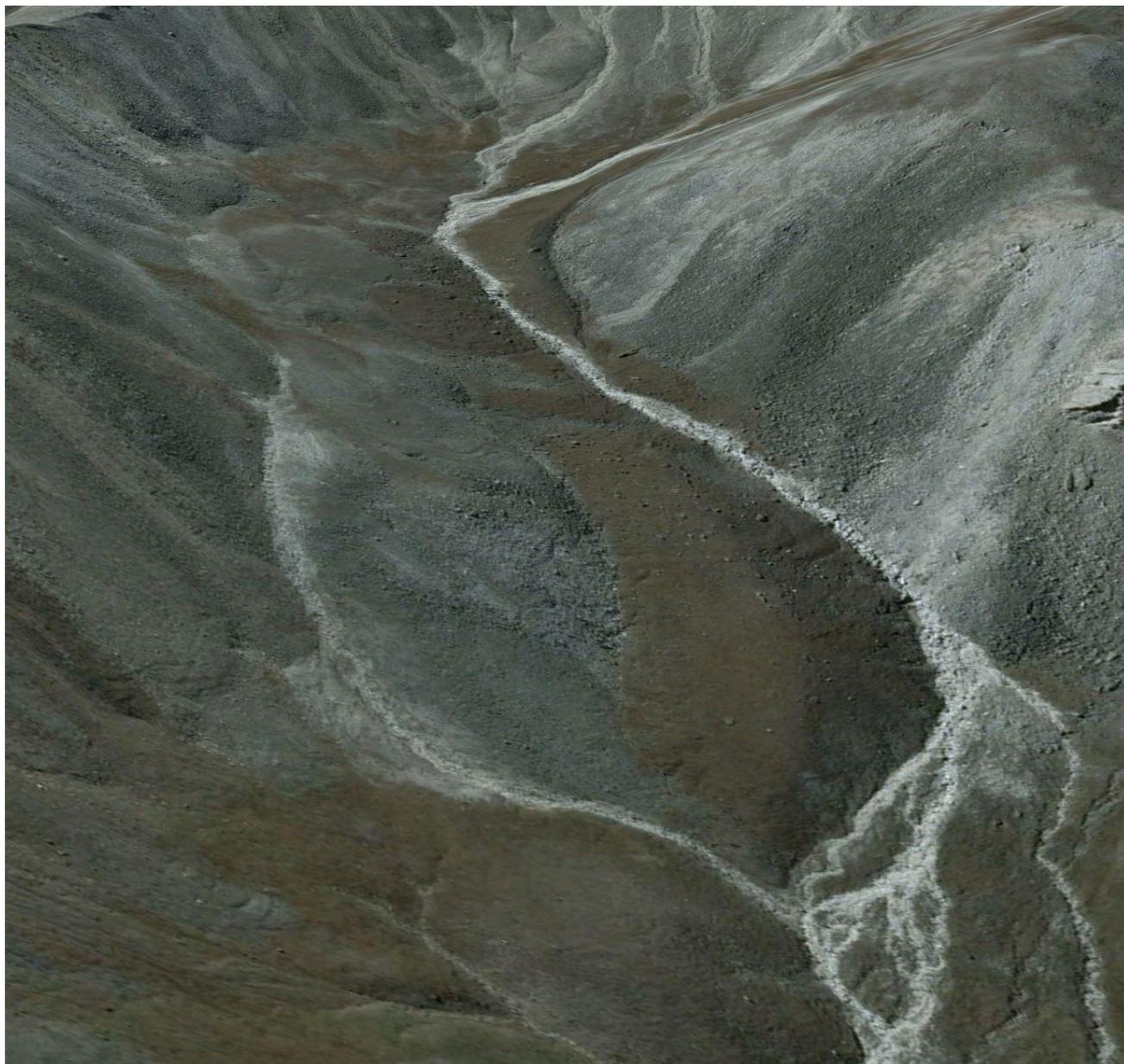


Рис. 10. Глетчер Геологов в верховьях р. Буговек. Вид из космоса.

Fig. 10. Geologists gletcher in the upper current of the Bugovek River. View from space.

Среднеиркутский участок имеет площадь 2.14 км²; периметр — 11.52 км; общую длину трех полос распространения глетчеров 5.46 км; вертикальный размах участка — 400 м (2800–2400 м). Здесь за счет северо-

восточной и северной экспозиции склона водораздельного хребта с долиной р. Жохой, сохранилось несколько каменных глетчеров (рис. 11).



Рис. 11. Каменные глетчеры верховий р. Средний Иркут: 1– Звериный, 2– Банный, 3– Сухой.

Fig. 11. Stone gletchers in the upper current of the Middle Irkut River: 1– Animal, 2– Banny, 3– Sukhoi.

В пределах участков распространения каменных глетчеров на территории Монголии вблизи горы Мунку-Сардык также можно выделить (пока только по дистанционным данным) прекрасные каменные глетчеры и ледники-глетчеры.

В верховьях реки Западная в пределах участка № 15 имеются каменные глетчеры, находящиеся на 2–4 стадиях развития. Этот участок имеет площадь 2.02 км²; периметр равный 19.38 км; общую длину языков 4.45 км; вертикальный размах — 670 м (3200–2530 м).

Участок **Бурхан** (№16) в истоках руч. Озерного на территории Монголии имеет каменные глетчеры находящиеся на 1–4 стадиях развития, занимающие кары п/л Энтузиастов, Бурхан и ледника Пограничный. Общая площадь его составляет 1.82 км²; периметр — 10.5 км; длина с учетом всех языков — 4.85 км; вертикальный размах — 780 м (3400–2620 м).

Глетчер Энтузиастов. Этот ледник под перевалом 50-летия Победы в МНР (3000 м) совершенно перешел на «подземный образ

жизни», и относится к первому среднестатистическому высотному уровню каров и трогов (1-й СВУК). Абсолютная высота его кара 3040 м. Открытого льда нет. Длина современного глетчера 500 м. На наличие погребенного льда указывает стойкий запах углеводородов от разлагающихся водорослей под моренным чехлом. Длина языка этого ледника в ближайшем прошлом достигала более 1 км и лед в конце трога, соединяясь с ледниками Пограничным и Бурхан, двигался по долине руч. Озерный.

Участок **Джаргалант-Гол** расположен в верховьях одноименной реки и содержит каменные глетчеры, занимающие кары палеоледников Бабочка (1-й СВУК), 50-лет Победы ВОВ (2-й СВУК), Седло Мунку (2-й СВУК), Озерко (3-й СВУК). Общая его площадь составляет 1.49 км²; периметр — 9.8 км; общая длина его от ледника Бабочка до озерка в долине реки составляет 2.95 км; вертикальный размах — 380 м (3000–2620 м).

Ледник-глетчер Бабочка. Этот ледник-глетчер, как и глетчер Энтузиастов, является примером ледника с почти совершенно

ушедшей под землю открытой частью льда, у которого исчезла (стаяла) круто-наклонная часть льда, а оставшаяся, почти горизонтальная часть, продолжает постепенно покрываться осколками, скатившимися со склона кара. Абсолютная высота кара ледника 2900 м. Максимальная длина открытого льда здесь в 2008 году составляла всего 80–90 м. Этот ледник, почти превратившийся в каменный глетчер, относится к первому среднестатистическому высотному уровню каров и трогов (1-й СВУК). Длина современного глетчера 400 м. Длина языков этого ледника в ближайшем прошлом была 600 м. Лед в конце небольшого висячего трога, сбрасывался в долину р. Джаргалант-Гол.

Участок **Южный** (№ 18) имеет площадь 0.60 км²; периметр — 3.93 км; длину основных языков и серповидных каменных глетчеров — 1.23 км; вертикальный размах — 470 м (3490–3020 м). На этом участке находится один только ледник-глетчер Южный с открытой поверхностью льда.

На участке № 19 находится три каменных глетчера в виде полос-языков, общая длина которых составляет 6.93 км, а площадь — 1.30 км²; периметр — 13.85 км. Вертикальный размах территории участка составляет 680 м (3200–2520 м).

Общая особенность распространения каменных глетчеров на территории Монголии состоит в том, что все они или, по крайней мере, их верхние части лежат выше рассчитанной нами региональной снежной границы 2913.5 м (Коваленко, 2014).

Выводы

Выявление и оконтуривания областей распространения каменных глетчеров их количественные характеристики площадного распространения, на два порядка увеличивает количественные характеристики современного оледенения исследуемого района. Сравни современную цифру оледенения района полученную нами с учетом каменных глетчеров равную 25.64 км² и без учета их, равную 0.8 км², что в совокупности с количественными характеристиками других гляциальных объектов (длина региональной снеговой линии — у нас она равна 69.7 км, площадь открытого льда на ледниках — 0.8 км², площадь каменных потоков — >0.08 км²,

площадь снежников-перелетков, площадь распространения трещинно-жильного льда в скальных породах) в пересчете на единицу площади района дает возможность рассчитать параметр относительного запаса холода, который можно сравнивать с аналогичными данными других подобных районов.

При этом площадь наледей в пределах района исследований составляет 0.74 км² (Коваленко, Мункоева, 2014) и сравнима с площадью открытого льда современных ледников) и ее необходимо исключить из подсчетов, в связи с тем, что как показали последние исследования (Коваленко, Мункоева, 2013), их образование и строгая приуроченность местонахождения к эрозионному типу высокогорного рельефа в нашем районе указывает на их генетическое различие, поэтому рассматривать их в одном генетическом ряду, как это делается многими исследователями в настоящее время, не имеет смысла.

До окончательного решения вопроса о количественных запасах холода еще далеко. Настоящим исследованием мы только описали наиболее значимых представителей каменных глетчеров района. В ближайшем будущем необходимо выявить и оконтурить периметры и подсчитать площади всех каменных глетчеров (как представленных глетчерами первой стадии существования, так и последней — четвертой стадии) при помощи GPS-оконтуривания, и лишь тогда можно будет сделать правильные выводы о количественных параметрах современного оледенения района и тогда можно будет говорить более точно о запасах холода территории.

Литература

- Галанин А.А. Каменные глетчеры — особый тип современного горного оледенения северо-востока Азии // Вестник ДВО.—2005.— № 5.— С. 59–70.
- Галанин А.А. Каменные глетчеры: История изучения и современные представления // Вестник СВНЦ ДВО РАН.— 2008.— №3.— С.15–33.
- Гросвальд М.Г. Каменные глетчеры Восточного Саяна // Природа. 1959. № 2. С. 89–91.
- Дроздова О.В., Коваленко С.Н. Геоморфологическое строение и современное оледенение района г. Мунку-Сардык (Восточный Саян,

Бурятия) // Записки каф. географии ЕГФ ИГПУ, вып. 2. 2006. С. 33–46.

Иванов Е.Н. Динамика нивально-гляциальных геосистем гор юга Восточной Сибири : автореф. дис. ... канд. геогр. Наук. Ин-т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. Иркутск, 2013. 22 с.

Иванов Е.Н., Китов А.Д., Коваленко С.Н., Плюснин В.М. Современное состояние нивально-гляциальных геосистем горных массивов юга Восточной Сибири // Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных / Материалы IX научной конференции по тематической картографии (Иркутск, 9–12 ноября 2010 г.). Иркутск: Изд-во ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. Т. 2. С. 140–143.

Ивановский Л.Н. Формы ледникового рельефа и их палеогеографическое значение на Алтае. Л.: Наука, 1967. 263 с.

Ивановский Л.Н. Гляциальная геоморфология гор (на примере Сибири и Дальнего востока). Новосибирск: Наука, 1981. 173 с.

Китов А.Д., Вишняков К.А., Бадминов П.С., Крюкова И.Г., Оргильянов А.И. Вторая 2014 года экспедиция на Мунку-Сардык и сезонные особенности прохождения // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2014. № 2–3. С. 73–78.

Китов А.Д., Коваленко С.Н., Плюснин В.М. Итоги 100-летних наблюдений за динамикой гляциальных геосистем массива Мунку-Сардык // География и природные ресурсы. 2009. № 3. С. 101–108.

Коваленко С.Н. Гляциальная геоморфология района г. Мунку-Сардык. Статья 2. Формы локального оледенения долин рек Бугота, Буговек, Средний Иркут и Жохой // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2011а. № 2. С. 48–59.

Коваленко С.Н. Гляциальная геоморфология района г. Мунку-Сардык. Статья 1. Формы локального оледенения долин рек Мугувек и Белого Иркутка // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2011. № 1. С. 38–62.

Коваленко С.Н. Гляциальная геоморфология района г. Мунку-Сардык. Статья 1. Формы локального оледенения долин рек Мугувек и Белого

Иркутка // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2011. № 1. С. 38–62.

Коваленко С.Н. О границах и объемах современного оледенения района г. Мунку-Сардык (Восточный Саян) // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2014. № 1. С. 19–31.

Коваленко С.Н., Ильинский В.А. Современные эрозионные формы рельефа района г. Мунку-Сардык // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2010. № 1. С. 40–49.

Коваленко С.Н., Мункоева Э.В. Типы горного рельефа и происхождение наледей в районе горы Мунку-Сардык // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2013. № 3–4 (8). С. 24–37.

Коваленко С.Н., Мункоева Э.В. Некоторые морфометрические параметры и характеристики наледей района г. Мунку-Сардык // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2014. № 1 (9). С. 50–64.

Коваленко С.Н., Китов А.Д., Дроздова О.В. Научные экспедиции клуба «Портулан» в район Мунку-Сардык (Восточный Саян) // Записки кафедры географии естественно-географического факультета Иркутского государственного педагогического университета: Вып. 5. Иркутск: Изд-во ГОУ ВПО «Иркут. гос. пед. ун-т», 2009. С. 66–75.

Коваленко С.Н., Китов А.Д., Мункоева Э.В., Зацепина Н.А. «Каменный глетчер» Белого Иркутка // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. 2013. № 1–2. С. 29–37.

Михайлов Н.Н., Останин О.В. «Каменные глетчеры» Алтая как форма криогенно-склоновых и гляциальных процессов // Изв. Алтайского гос. ун-та, сер. Химия, география, биология. 2004. № 3 (33). С. 11–15.

Михайлов Н.Н., Останин О.В., Фукуи К. Гляциально-мерзлотные каменные образования Алтая и их изменения // Материалы гляциологических исследований. 2009. № 107. С. 97–102.

Штюрмер Ю.А. Некоторые наблюдения в высокогорье хребта Кодар // Мат-лы гляциол. исслед. Хроника, обсуждения. 1962. Вып. 5. С. 19–28.

Коваленко Сергей Николаевич,
кандидат геолого-минералогических наук,
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

*Иркутский государственный университет, геологический факультет,
доцент кафедры динамической геологии,
тел.: (3952)20-16-39,
Педагогический институт ИГУ,
доцент кафедры географии, безопасности жизнедеятельности и методики,
664011 Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6,
тел.: (3952) 24-04-91,
email: igrug@mail.ru.*

Акулова Юлия Васильевна,
*магистрант каф. динамической геологии,
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
email: akulovaulia6184@gmail.com.*

Kovalenko Sergei Nikolaevich,
*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Assyistent Professor of the Dynamic Geology Chair,
tel.: (3952)20-16-39,
Pedagogical Institute of ISU,
Assyistent Professor of the Geography, Life Safety, and Methodology Chair,
664011 Irkutsk, Nizhnyaya Naberezhnaya str., 6,
tel.: (3952) 24-04-91,
email: igpug@mail. ru.*

Akulova Julia Vasyliевна,
*Undergraduate student, kaf. dynamic geology,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
email: akulovaulia6184@gmail.com.*
