

Геоморфология

УДК 551.435.57

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.3.120>

К вопросу об источниках рыхлого материала, причин и мест зарождения катастрофических селей в районе горного массива Мунку-Сардык

С.Н. Коваленко ¹, И.И. Гергенов ²

¹Иркутский государственный университет, геологический факультет, г. Иркутск, Россия

²Педагогический институт Иркутского государственного университета, г. Иркутск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются результаты летней экспедиции 2022 г. по изучению высокогорных мерзлотно-каменных литопотоков и солифлюкционных процессов. Материалы статьи логически развивают представления о литопотоках района не только криогенного периода их существования, но при последующих эрозионно-пролювиальных этапах закономерного завершения, в результате этого получена вертикально-возрастная лестница основных форм рельефа Мунку-Сардыкского горного массива, определены места их локализации, механизм возникновения, функционирования и дальнейшей эволюции.

Ключевые слова: горный массив Мунку-Сардык, сели, солифлюкционные террасы, мерзлотно-каменные горные потоки, суффозия, долгоживущие горные обрывы, пролювиальные отложения.

On the question of the sources of loose material, the causes and places of origin of catastrophic mudflows in the area of the Munku-Sardyk mountain range

S.N. Kovalenko, I.I. Gergenov

¹ Irkutsk State University, geological faculty, Irkutsk, Russia

² Pedagogical Institute Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Abstract. The article discusses the results of the summer expedition of 2022 to study high-altitude permafrost-stone lithopotoks and solifluction processes. The materials of the article logically develop ideas about the lithocourses of the region not only of the cryogenic period of their existence, but at the subsequent erosion-proluvial stages of the regular completion, as a result of this, a vertical-age ladder of the main forms of relief of the Munku-Sardyk mountain range was obtained, the places of their localization, the mechanism of occurrence, functioning and further evolution were determined.

Keywords: Munku-Sardyk mountain range, mudflows, solifluction terraces, permafrost-stone mountain streams, suffosia, long-lived mountain cliffs, proluvial deposits.

Данная статья явилась следствием получения интересных дополнительных полевых данных в летней экспедиции 2022 г. по мерзлотно-каменным литопотокам и солифлюкционным процессам, ярко проявившимся в этом году, вероятно, по причине холодного

лета, явно благоприятного для их активизации. Материалы статьи логически развивают представления о литопотоках криогенного периода их существования, и при последующих эрозионно-пролювиальных этапах их закономерного завершения, т. е. дополнена

вертикально-возрастная лестница развития не только гляциально-нивальных форм рельефа и процессов их обуславливающих регрессивного этапа оледенения Мунку-Сардыкского горного массива (Коваленко, Акулова, 2022), но и эрозионных.

Кроме того, здесь мы остановимся на причинах их возникновения, определим места их локализации в вертикальной лестнице горных экзогенных процессов, механизм функционирования и наметим пути их дальнейшей эволюции. В настоящее время намечилось два сценария их эволюции: 1) при недостаточном количестве запасов рыхлого материала (Мугувек) они являются короткоживущими, 2) при большом их количестве или же, когда они могут быть возобновляемыми путём поставки в достаточном количестве этого материала с окружающих склонов, они являются долгоживущими (МКГП Активный). Обоснуем введение в обиход геологов и географов нового понятия о долгоживущих обрывах, не меняющих своего местоположения долгие годы.

Обсуждение результатов

Катастрофические сели в районе горного массива Мунку-Сардык были связаны с резкими процессами потепления так называемого гипертермального интергляциала в районе 7,5–6 тыс. лет назад. Последними, перед наступлением климатического оптимума, были ледники шестого (лесного) среднестатистического высотного уровня каров и трогов (СВУК) (Коваленко, 2011) с моренами содержащими гляциальный лёд, конечные части которых утонули в пролювиальных катастрофических селевых потоках, пронёсшихся по всем существующим в то время

троговым плечам п/л 6СВУК и значительно затопившие находившиеся там осыпные крупно-глыбовые морены, чем и обусловили в последующем, в период термального гиперинтергляциала их довольно длительную гляциальную жизнь, когда после прохода пролювиальных селевых потоков с формированием каньонов в нижних частях катастрофических отложений, продолжили своё развитие погребённые моренные комплексы с формированием гляциальных термосуффозионных воронок, не заполненные материалом более ранних катастрофических потоков. Объектами сноса рыхлого материала для катастрофических селей служили склоновые коллювиально-делювиальные отложения, моренный и снежно-лавинный 6СВУК, а также попадавшийся на их пути гляциальный материал давно стаявших покровных Окинских ледников (рис. 1).

Кроме того, грязекаменные, каменно-водные и водные потоки этого периода размывали борта плечей трогов окинских и лесного времени, превратив их в красивые, словно изъеденные коррозией, запутанные оврагоподобные системы (рис. 2).

Шестой этап СВУК сформировал на исследуемой территории последние цокольные поверхности, на которых смогли сформироваться маломощные пролювиальные отложения катастрофических селей, а в маргинальных каналах, трогах и карах предыдущих гляциалов 7-го и 8-го СВУК довольно мощные. Это явилось причиной того, что все современные суффозионные каньоны и долгоживущие обрывы с живыми осыпями развиваются на уровне этих СВУК (см. рис. 1).

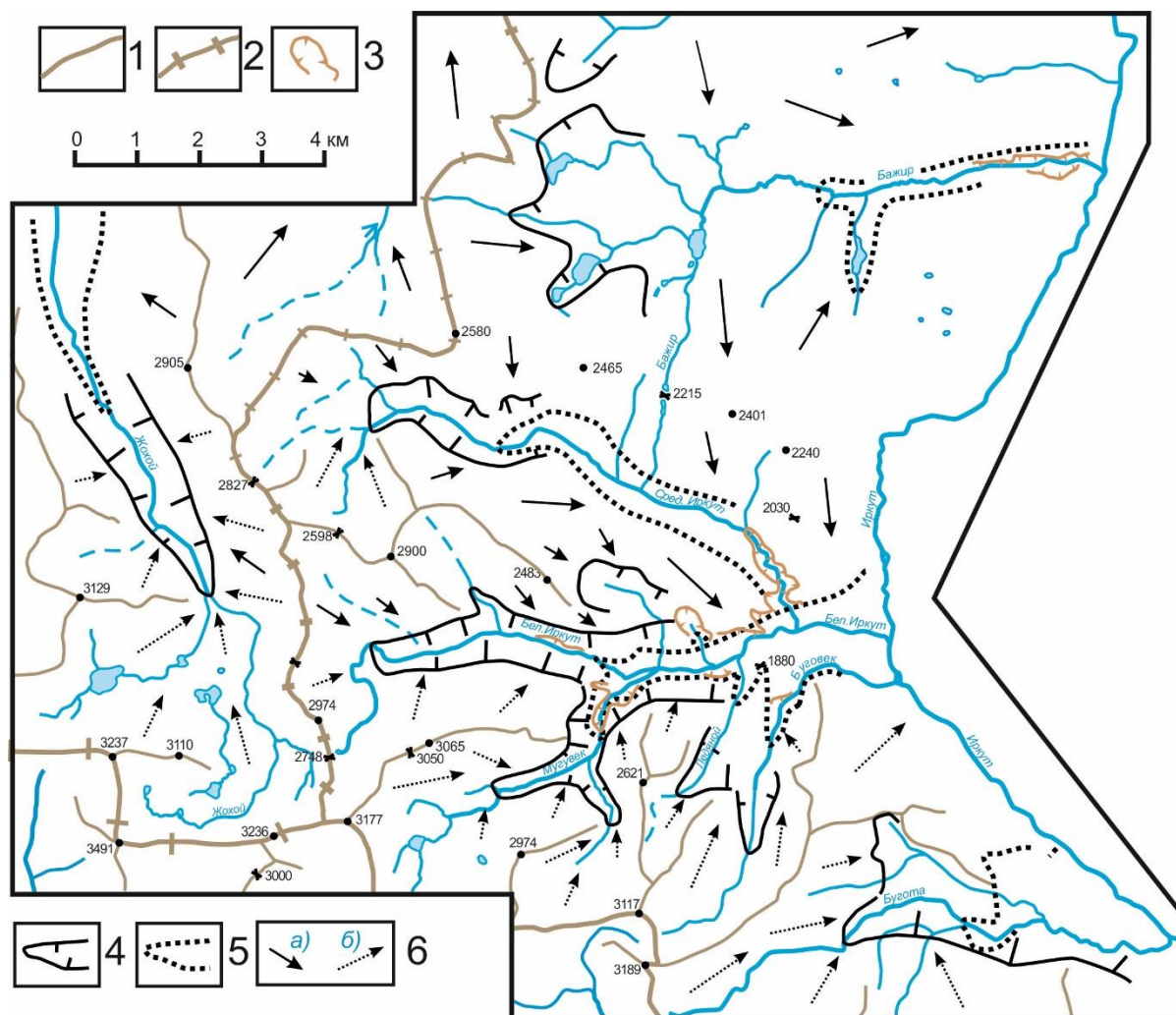


Рис. 1. Места проявления катастрофических селей

1– оси водораздельных хребтов, 2 – ось водораздельного хребта Бассейнов рек Оки, Иркут и Селенги, 3– долгоживущие обрывы и каньоны, 4– плечи трогов шестого (лесного) СВУК — места транзита селей, 5– места сброса селевого материала, 6– места сноса и направления поставки обломочного материала: а) гляциального окинских ледников, б) коллювиально-делювиального

Fig. 1. Places of manifestation of catastrophic mudflows

1– axes of watershed ridges, 2– axis of the watershed ridge of the Basins of the Oka, Irkut and Selenga rivers, 3– long-lived cliffs and canyons, 4– shoulders of the troughs of the sixth (forest) SVUK – places of transit of mudflows, 5– places of dumping of mudflow material, 6– places of demolition and direction of supply of debris material: a) glacial Okinsk glaciers, b) colluvial-deluvial

Долгоживущие на одном месте речные **обрывы** в горах формируются в результате совокупной деятельности склоновых мерзлотных процессов (МКГП, солифлюкции и пр.) и аллювиальных, в большей степени наледных и в меньшей русловых водных потоков-паводков и межпаводковых. Первые пододвигают рыхлый материал к обрыву, а вторые его уносят вниз по долине. Наличие наледных процессов в совокупности с МКГП приводит к образованию более крупных и более долгоживущих обрывов,

сопровожаемых живыми осыпями. Ярким примером такого продуктивного сочетания является Белоиркутская живая осыпь, осыпной материал для которой готовит и поставляет крупный мерзлотно-каменный горный поток Активный (Коваленко и др., 2013).

Начальные стадии формирования таких осыпей фиксируются по массовому развитию на склоне с благоприятными рыхлыми породными комплексами и окружающим рельефом суффозионных или термосуффозионных рытвин (рис. 3–4), обрывов, таких как вблизи

наледной поляны с солифлюкционной обширной псевдотеррасой, являющейся плечом трога 6СВУК с развитыми мерзлотными

процессами (полигональные структуры, мерзлотные трещины и трещины отпора), появление суффозионных озёр (рис. 5).

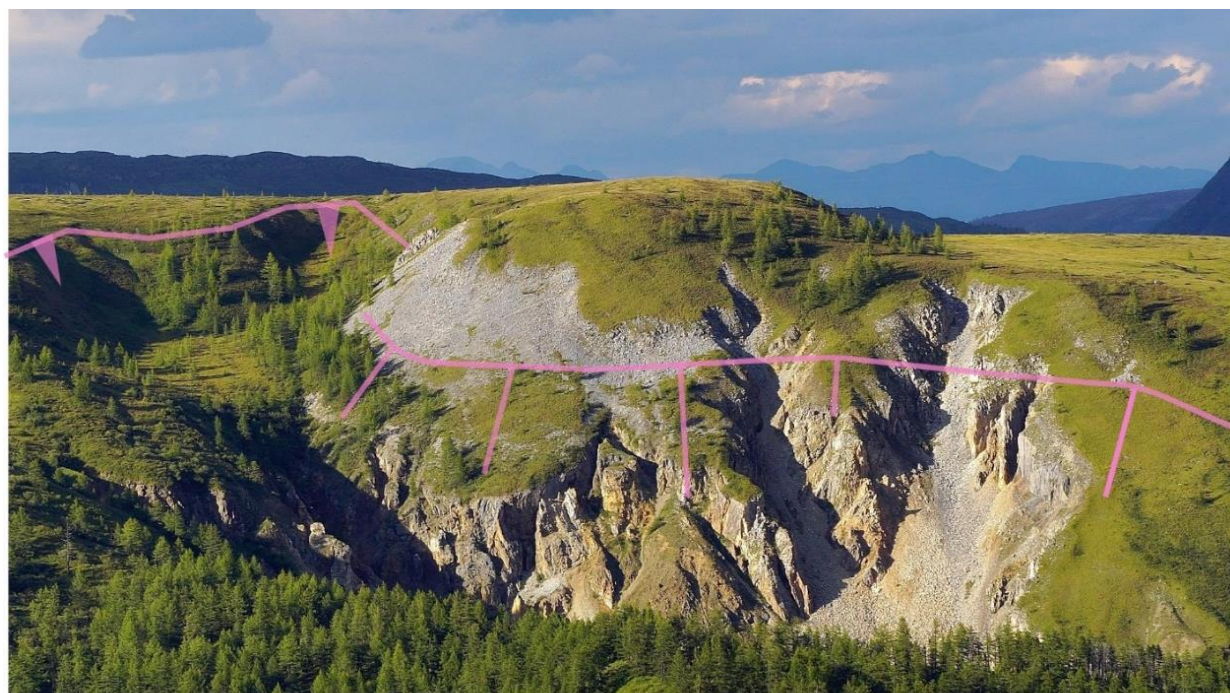


Рис. 2. Оврагоподобные промоины на бортах трогов 6СВУК, лето 2022 г., ф. 53к/к.
1– стенка кара п/л Эльфов, 2– плечо трога

Fig. 2. Gully-like washouts on the sides of the 6SVUK trogs, summer 2022, ph. 53k/k.
1– wall of cara p/g Elves, 2– shoulder of the touch

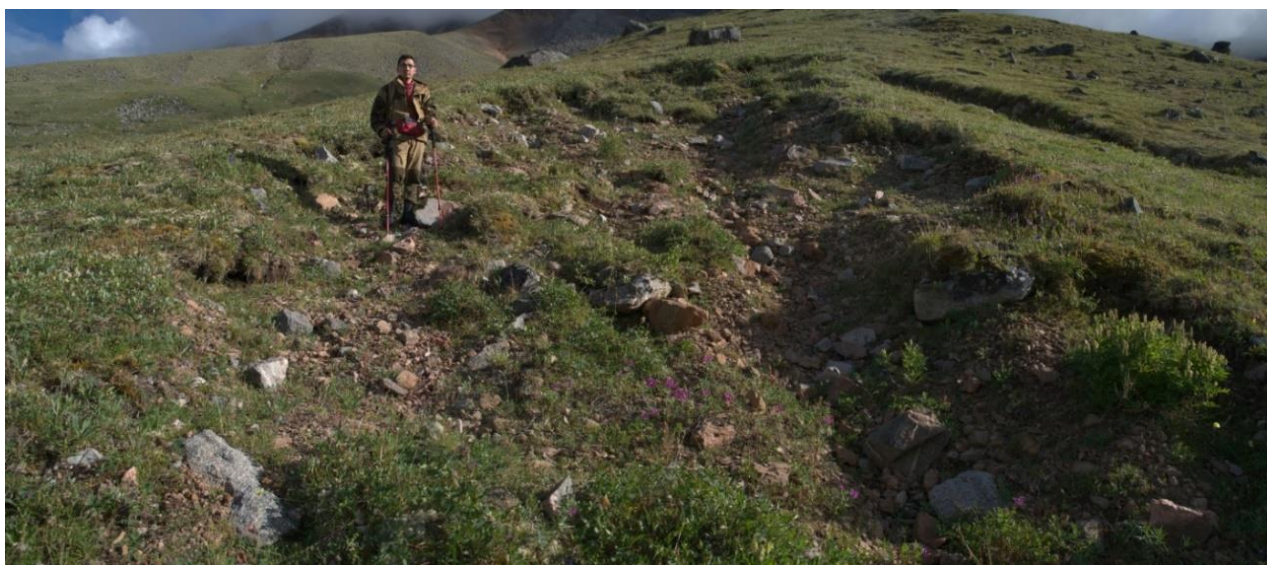


Рис. 3. Суффозионные провалы на правом склоне долины р. Бел. Иркут, лето 2022 г., ф. 3014-15

Fig. 3. Suffosion sinkholes on the right slope of the Bel. River. Andrkut, summer 2022, ph. 3014-15



Рис. 4. Большая суффозионная промоина в нижней части левого борта Мугувекского каньона, развившаяся в тех же самых рыхлых отложениях показанных далее на рис. 8, лето 2006 г., ф. MS06_215
Fig. 4. A large suffosion sinkhole at the bottom of the port side of the Muguvek Canyon, which developed in the same loose sediments shown later in Fig. 8, Summer 2006, ph. MS06_215



Рис. 5. Провальное суффозионное озерко, которого в 2005–2017 гг. не было на плече трога 6СВУК, лето 2022 г., ф. 3150
Fig. 5. Failed suffosion lake, which in 2005–2017 was not on the shoulder of the trog 6SVUK, summer 2022, ph. 3150

Верхний уровень развития же современных небольших селевых потоков северного склона главного Мунку-Сардыкского хребта возможно только в структурах пятого или шестого СВУК, а в разновозрастных СВУК с южной экспозицией и в структурах четвёртого СВУК, т. е., в которых к настоящему времени, после катастрофических селей, успел накопиться обломочный материал и исчезнуть погребённый лёд в моренах. Это ещё один источник материала для поддержания долгоживущих и других обрывов в районе.

Полный разрез практически всех рыхлых отложений района можно наблюдать по левому обрыву в Мугувекском каньоне (рис. 4–9). Эти отложения сформировались сразу после конечных частей осыпных морен лесного уровня, контактовые поверхности которых в

настоящее время служат в качестве краевых швов, дающих чёткие границы литопотоков.

На уровнях же с исчезнувшим в течении гипертермального интергляциала в моренах глетчерного льда (прошли все четыре стадии развития по Л.Н. Ивановскому, 1981) 6СВУК (лесного) смогли начать формироваться высокогорные наледы, т. е. появляются условия для развития рельефа эрозионного уровня, который при новой стадии оледенения пятого СВУК (лугового) 5500 лет тому назад вновь был отодвинут за структуры нашей территории (до одиннадцатого гипотетического для нашей территории уровня), и наледы здесь смогли появиться только в 1450 году во время эхойского (озёрного) гляциала третьего уровня на территории структур восьмого СВУК (первой фазы сартанского оледенения).

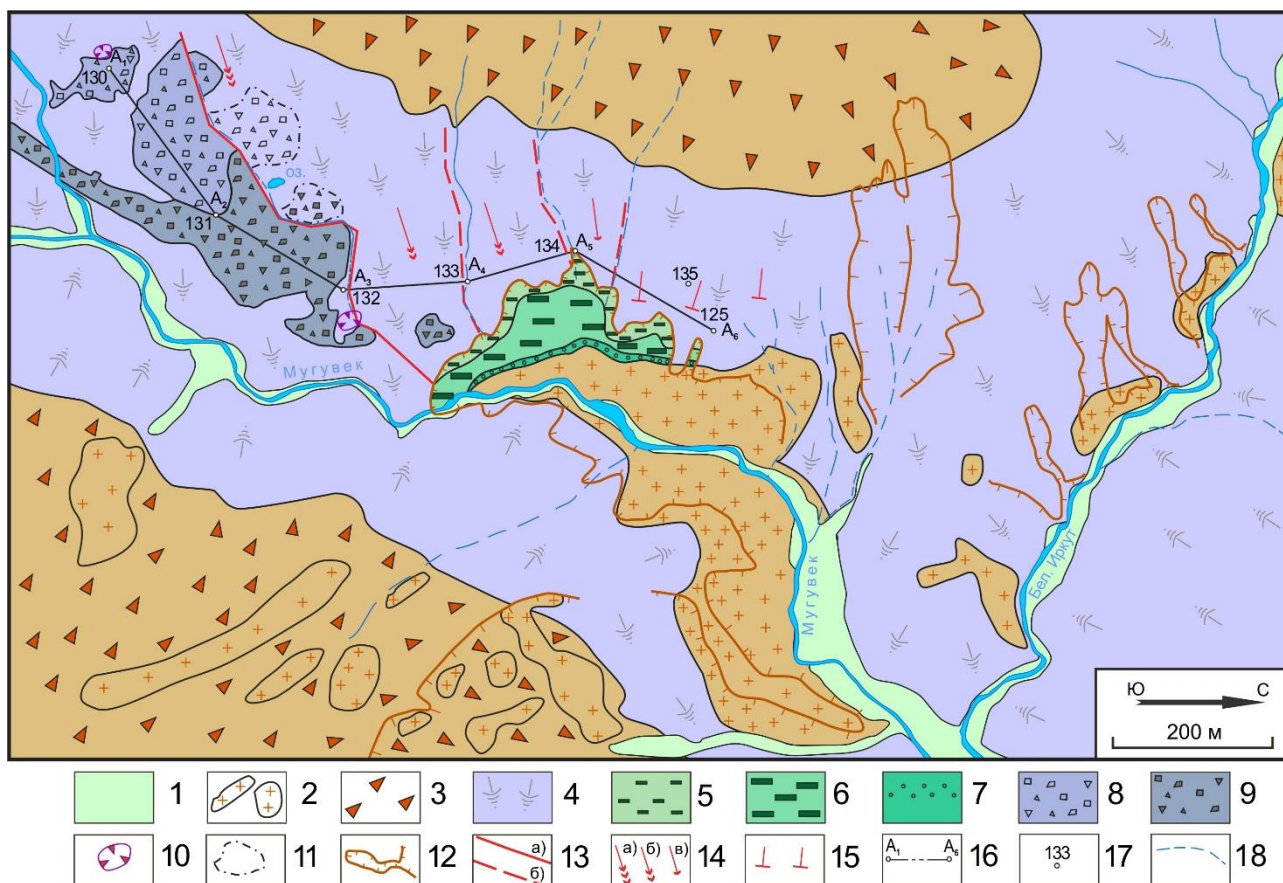


Рис. 6. Четвертичные отложения Мугувекского каньона и окружающих склонов

1— аллювий (a_p — речной, a_n — наледный и a_c — селевый, всё с глыбами перлювия); 2— экзарационные денудационные скальные склоны; 3— обвальнo-осыпные склоны с коллювиально-делювиальными отложениями (c, d_1) в верхних частях и коллювиально-солифлюкционными (c, s_3) в нижних частях коренных склонов; 4— солифлюкционные современные маломощные покровные отложения на плечах трогов 6СВУК (s_2) и делювиально-солифлюкционные (d, s_1) на прилегающих к коренным склонам частях; 5— флювиогляциально-селевые отложения пятого лугового СВУК (f, sl) с остатками древних деревьев в основании; 6— пролювиальные селевые и флювиогляциальные катастрофические отложения предтермоинтергляциальные (sl, f); 7— флювиогляциальные отложения шестого лесного СВУК (fQ_{HLSn}),

постепенно переходящие в катастрофические селевые (slQ_{Hlsn}); 8– крупноглыбовая осыпная морена 6СВУК второго гляциала (g_2Q_{Hlsn}); 9– крупноглыбовая осыпная морена 6СВУК первого гляциала (g_1Q_{Hlsn}); 10– термосуффозионные воронки; 11– контуры погребённых моренных отложений; 12– долгоживущие обрывы, суффозионные воронки и каньоны, 13– краевые швы (чёткие границы) литопотоков: а) установленные, б) предполагаемые, 14– направления движения каменных потоков: а) установленные, б) предполагаемые, в) зарождающиеся; 15– микрооползни; 16– линия разреза; 17– точки наблюдения вдоль разреза; 18– временные поверхностные русла подземных грунтовых водотоков

Fig. 6. Quaternary deposits of Muguvek Canyon and surrounding slopes

1– alluvium (a_r — river, a_n — ice and a_c — mudflow, vsyo with blocks of perluvium); 2– Exarationanddenudation rock slopes; 3– collapse-scrree slopes with colluvial-deluvial deposits (c,d_1) in the upper parts and colluvial-solifluction (c,s_3) in the lower parts of the bedrock slopes; 4– solifluction modern low-power integumentary deposits on the shoulders of the trogs 6SVUK (s_2) and deluvial-solifluctional (d,s_1) on the parts adjacent to the bedrock slopes; 5– fluvioglacial-mudflow deposits of the fifth meadow SVET (f,sl) with the remains of ancient trees at the base; 6– proluvial debris and fluvioglacial catastrophic deposits pretermointerglacial (sl,f); 7– fluvioglacial deposits of the sixth forest SVET (fQ_{Hlsn}), gradually turning into catastrophic debris (slQ_{Hlsn}); 8– coarse-grained scree moraine 6SVUK of the second glacial (g_2Q_{Hlsn}); 9– large-angled scree moraine 6SVUK of the first glacial (g_1Q_{Hlsn}); 10– thermosuffosion funnels; 11– contours of buried moraine deposits; 12– long-lived cliffs, suffosion craters and canyons, 13– marginal seams (clear boundaries) of lithotopic flows: a) established, b) assumed, 14– directions of movement of stone flows: a) established, b) assumed, c) nascent; 15– micro-landslides; 16– cutting line; 17– observation points along the incision; 18– temporary surface beds of underground groundwater watercourses

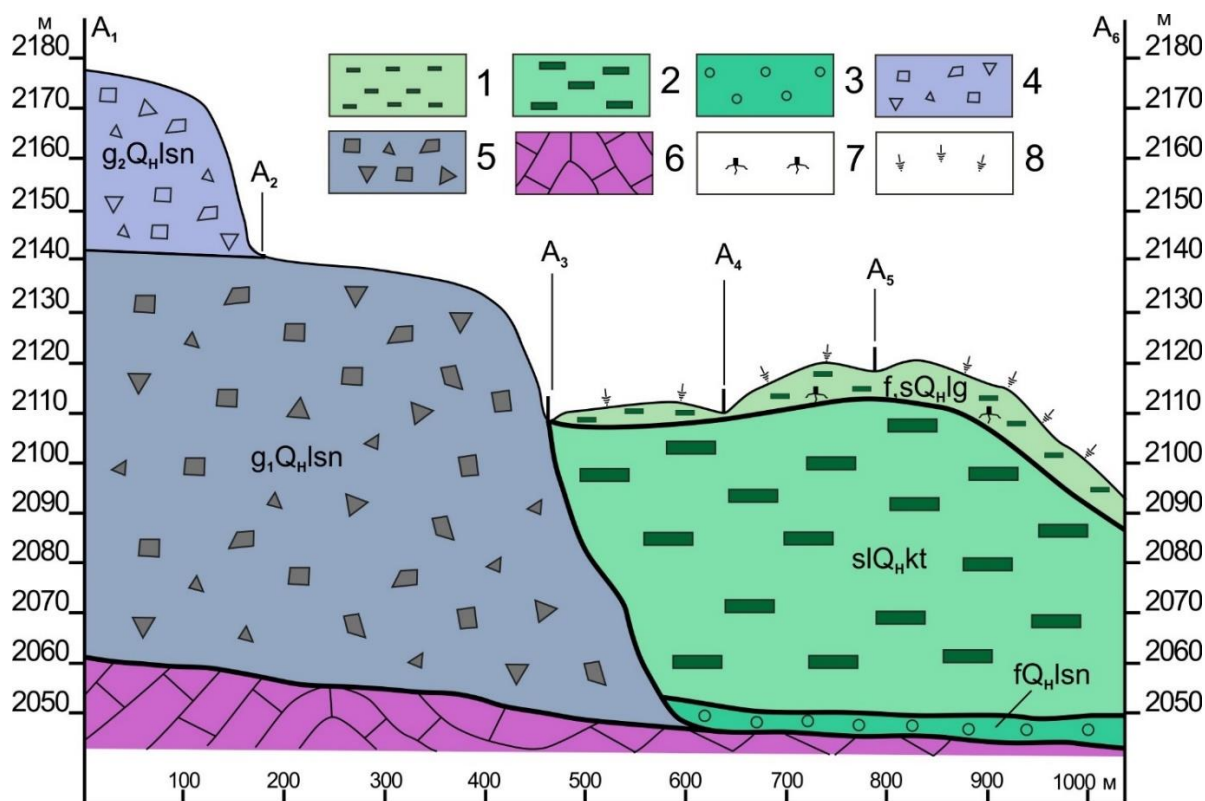


Рис. 7. Разрез Мугувекского каньона по линии $A_1-A_2-A_3-A_4-A_5-A_6$ рис. 4.

1– флювиогляциально-селевые отложения пятого лугового СВУК (f,s) с остатками древних деревьев в основании, 2– пролювиальные селевые и флювиогляциальные катастрофические отложения предтермоинтергляциальные (sl), 3– флювиогляциальные отложения шестого лесного СВУК (fQ_{Hlsn}), постепенно переходящие в катастрофические селевые (slQ_{Hlsn}), 4– крупноглыбовая осыпная морена 6СВУК второго гляциала (g_2Q_{Hlsn}), 5– крупноглыбовая осыпная морена 6СВУК первого гляциала (g_1Q_{Hlsn}), 6– ордовикские карбонатно-кремнистые и углистые сланцы толтинской свиты (O_2t), 7– ископаемые деревья, 8– поверхностный современный солифлюксий (s,d)

Fig. 7. Section of Muguvek Canyon along line $A_1-A_2-A_3-A_4-A_5-A_6$ fig. 4.

1– fluvioglacial-mudflow deposits of the fifth meadow SVET (f,s) with the remains of ancient trees at the base, 2– proluvial mudflow and fluvioglacial catastrophic deposits pretermointroglacial (sl), 3– fluvioglacial deposits of the sixth forest SVET (fQ_hlsn), gradually turning into catastrophic mudflow (slQ_hlsn), 4– large-scale scree moraine 6SVUK of the second glacial (g₂Q_hlsn), 5– large-scale scree moraine 6SVUK of the first glacial (g₁Q_hlsn), 6– Ordovician carbonate-siliceous and carbonaceous shales of the Tolta Formation (O_{2t}), 7– fossil trees, 8– surface modern solifluxia (s,d)



Рис. 8. Левый борт каньона р. Мугувек с долгоживущим обрывом, лето 2009 г., ф. 2762-58

Fig. 8. The port side of the Muguvek River canyon with a long-lived cliff, summer 2009, ph. 2762-58



Рис. 9. Ископаемые стволы древних деревьев, предположительно росших в термальный интергляциальный период свыше 5000 лет тому назад, ф. 3257-60

Fig. 9. Fossil trunks of ancient trees believed to have grown during the thermal interglacial period over 5000 years ago, ph. 3257-60

На цокольной поверхности ордовикских осадочных образований в самом низу залегает маломощный (5–7 м) светло серый слой песчано-супесчаных флювиогляциальных отложений 6СВУК, выше мощная толща (25–30 м) пролювиальных песчано-крупно-глыбовых отложений катастрофического

пролювия, её перекрывает маломощная (0–5 м) толща флювиогляциальных отложений постгипертермального интергляциального этапа 5СВУК с массовым захоронением стволов древних деревьев, однообразно залегающих в подошве (рис. 9). Корреляционная схема взаимоотношений всех этих рыхлых

образований в долине р. Мугувек приведена на рис. 10.

Катастрофический пролювий представлен, в основном, крупноглыбовым, окатанным материалом, а флювиогляциальные отложения постгипертермального интергляциального этапа 5СВУК — среднекрупноглыбовой фракцией с достаточным содержанием суглинисто-глинистой фракции полуокатанных щебнистых обломков, а также более крупных и неокатанных

перлювиальных пород как местных, так и из окатанного моренного материала, двумя-тремя погребенными почвенными горизонтами. Переход между древними и молодыми пролювиальными отложениями, как правило резкий, размывной. Кроме того, катастрофические отложения служат резервуарами для накопления грунтовых вод для формирования практически всех высокогорных наледей района.

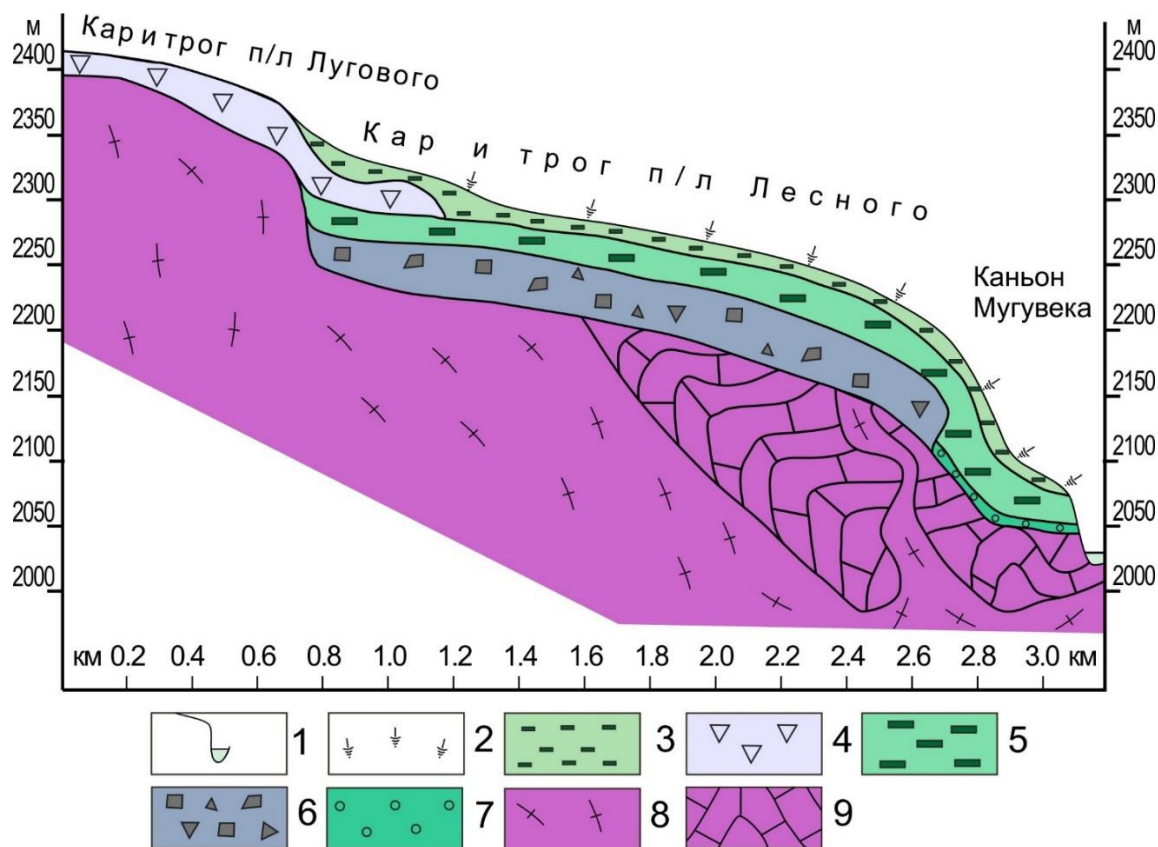


Рис. 10. Корреляционная схема соотношений рыхлых отложений по р. Мугувек.

1– аллювий в каньоне Мугувек; 2– поверхностный современный солифлюксий (s,d), 3– флювиогляциально-селевые отложения пятого лугового СВУК (f,s) с остатками древних деревьев в основании, 4– крупноглыбовая осыпная морена пятого лугового СВУК (gQ_{Hlg}), 5– пролювиальные селевые и флювиогляциальные катастрофические отложения предтермогиперинтергляциальные (sl), 6– крупноглыбовая осыпная морена шестого лесного (gQ_{Hlsn}), 7– флювиогляциальные отложения шестого лесного СВУК (fQ_{Hlsn}), 8–9– коренное скальное основание сложенное: 8– среднепалеозойскими гранитоидными породами, 9– ордовикскими осадочными породами толтинской свиты (O_2t).

Fig. 10. Correlation scheme of the ratios of loose sediments along the Muguvek River.

1– alluvium in Muguvek Canyon; 2– surface modern solifluxia (s,d), 3– fluvioglacial-mud deposits of the fifth meadow SVET (f,s) with the remains of ancient trees at the base, 4– large-scale scree moraine of the fifth meadow SVET (gQ_{Hlg}), 5– proluvial mudflow and fluvioglacial catastrophic deposits pretermohyperinterglacial (sl), 6– coarse-grained scree moraine of the sixth forest (gQ_{Hlsn}), 7– fluvioglacial deposits of the sixth forest SVET (fQ_{Hlsn}), 8–9– bedrock rock base folded: 8– Middle Paleozoic granitoid rocks, 9– Ordovician sedimentary rocks of the Tolitin Formation (O_2t).

Современными источниками рыхлого материала долгоживущих обрывов и рытвин,

кроме вышеописанных, являются мерзлотно-каменные горные потоки и

солифлюкционные потоки. Их живые осыпи осложняют и дополняют местные маломощные нагорные наледи (Красивая, Эльмиркина и др.) и мелкие селевые потоки.

Причём мерзлотно-каменные горные потоки проявляются только в рыхлых пролювиальных отложениях катастрофических селевых паводков прокатившихся по троговым структурам 6СВУК, т. е. в начале гипертермального климата интергляциала 6.0–7.5 тыс. лет тому назад. А эти отложения, как было указано выше (см. рис. 1), имеют наибольшее развитие только в структурах седьмого СВУК (портулановский уровень). Поэтому говорить о их постгляциальном (Коваленко и др., 2013) или даже гляциальном (Китов, 2021) генезисе нет никакого теоретического и морально-терминологического смысла. Такой подход будет только засорять и без того несовершенную понятийную базу гляциально-нивальных образований.

Наличие или отсутствие МКГП в структурах долгоживущих обрывов определяется не только мощностью и наличием современного литогенного питания, но и шириной (длиной) литоформирующей и пододвигаемой к обрыву каменной массы. Например, полностью сформированный длительно и быстро движущейся горный поток Активный на правом борту Белого Иркута имеет длину более 700 м, предполагаемые признаки небольшого зарождающегося каменного потока в левом борту Мугувекского каньона проявлены только в его правом крае, где расстояние от обрыва (зоны разгрузки) составляет около 500 м, в других частях, где признаков каменного потока почти нет, она не превышает 200 м (см. рис. 5). Отсюда можно выделить для

условий нашего района предположение (поисковый признак), что каменные потоки хорошо проявляются в структурах 7СВУК, где ширина питающей их полосы рыхлых отложений достигает величины более 300–500 м. В структурах 6СВУК при наличии всех других поисковых признаков возможно появление только их зачаточных форм. Их время наступит только в 2100 г. (рис. 11).

«Зелёные поляны» в пределах некоторых структур 6СВУК могли представлять собой снежные ниши (палеоснежники Ручья Ледяного, Красника), которые из-за резкого потепления с наступлением термального интергляциала быстро потеряли запасы снега и, в связи с этим, не успели эволюционировать в кары. Это самые бесполезные формы рельефа для поставки обломочного материала для наших катастрофических селей, хотя они и располагаются в пределах потенциальных мест сноса обломочного материала.

Заключение

Таким образом, в этой статье впервые получены данные непосредственного изучения гляциальных (ледниковых) отложений и катастрофических селевых, что может помочь разрешить дискуссионный вопрос по этой теме, стоящий перед учёными Прибайкалья за последнюю сотню лет — проблема пролювиальных или гляциальных отложений на Хамар-Дабане по долинам рек, впадающим в оз. Байкал. Этот вопрос впервые был поставлен ещё И.Д. Черским (1986), дискуссионный спор был продолжен В.А. Обручевым и А.К. Мейстером (Обручев, 1916, Мейстер, 1917) и частично разрешён Л.Н. Ивановским (1976).

СТУПЕНИ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА

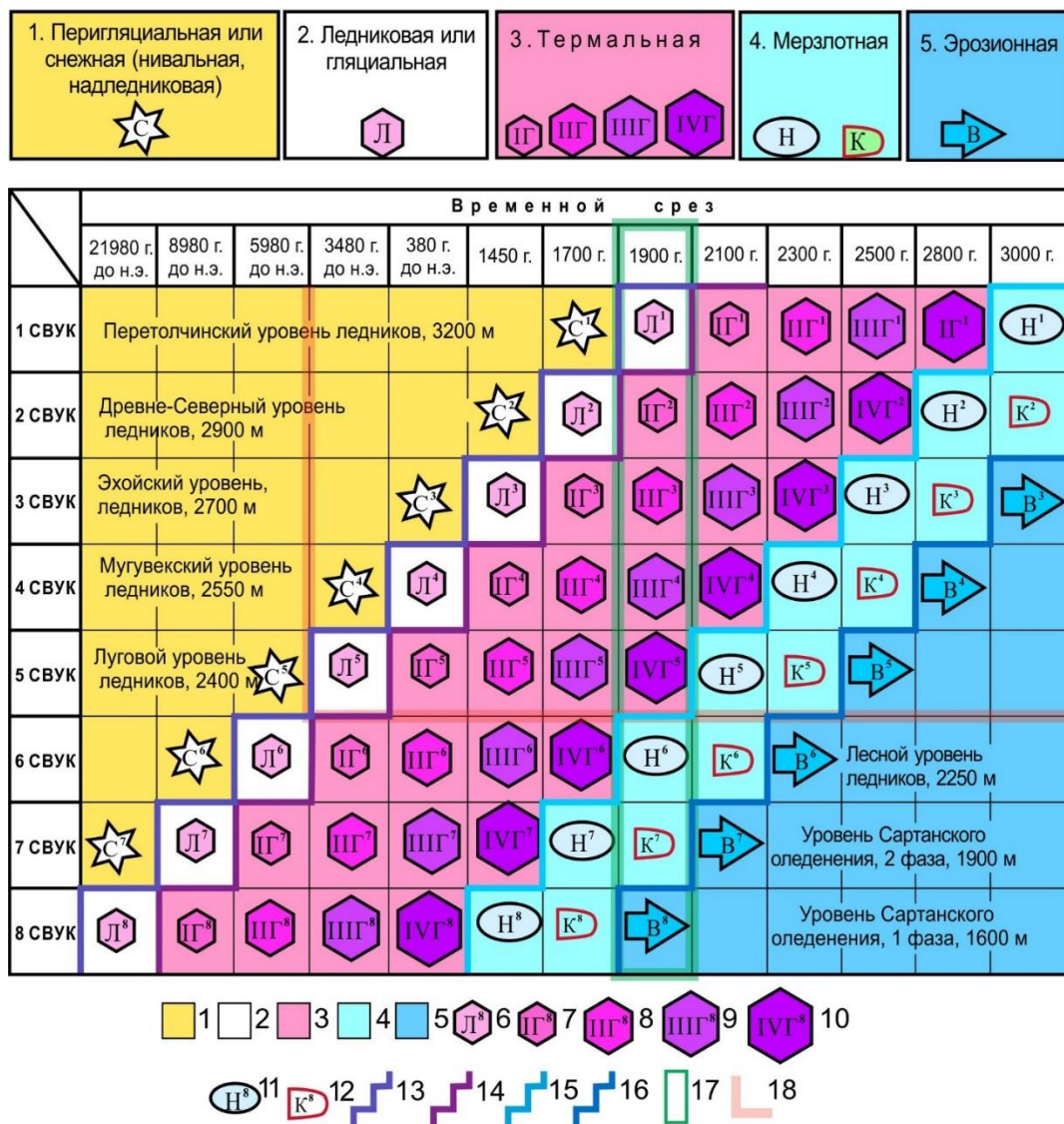


Рис. 11. Вертикально-возрастная лестница развития основных форм рельефа Мунку-Сардыкского горного массива

1–5– ступени развития рельефа: 1– перигляциальная или снежная (нивальная, надледниковая), 2– ледниковая или гляциальная; 3– термальная; 4– мерзлотная; 5– эрозионная; 6– отступающие ледники; 7–10– каменные глетчеры на стадии деградации: 7– первой, 8– второй, 9– третьей, 10– четвертой; 11– наледы и солифлюкционные террасы; 12– каменные потоки в палеокарах определенного уровня СВУК (цифра); 13–16– лестницы верхнего уровня вертикально-хронологического развития: 13– гляциальных структур (ледники с открытыми частями льда), 14– каменных глетчеров, 15– мерзлотных структур (солифлюкционных, высокогорных наледей и мерзлотно-каменных горных потоков), 16– водных потоков (селево-речные паводки); 17– структуры на современном этапе развития территории; 18– высотно-хронологический уровень гипертермального интергляциала

Fig. 11. Vertical-age ladder of development of the main forms of relief of the Munku-Sardyk mountain range 1–5– stages of relief development: 1– periglacial or snowy (nival, supraglacial), 2– glacial or glacial; 3– thermal; 4– permafrost; 5– erosive; 6– retreating glaciers; 7–10– stone glaciers at the stage of degradation: 7– first, 8– second, 9– third, 10– fourth; 11– ice and solifluction terraces; 12– stone flows in paleocars of a certain level of SVUK (figure); 13–16– stairs of the upper level of vertical-chronological development: 13– glacial structures (glaciers with open parts of ice), 14– stone glaciers, 15– permafrost structures (solifluction, high-altitude ice and permafrost-stone mountain streams), 16– water flows (mudflow-river floods); 17– structures at the present stage of development of the territory; 18– altitudinal-chronological level of thermal hyperinterglacial

Нельзя сбрасывать со счетов и провоцирующие селевые потоки тектонические движения (землетрясения), которые прекрасно описал В.И. Галкин (1970), создающие условия для образования селевых потоков из подпрудных и, как правило, постгляциальных озер, отступающих регрессивных ледников.

В связи с материалами этой статьи представляется возможным также дополнить опубликованную ранее схему вертикально-возрастной лестницы развития гляциально-нивальных структур регрессивного этапа оледенения (Коваленко, Акулова, 2022), четвертую ступень назвать мерзлотной и добавить ещё одну ступень эрозионную, к которой отнести все экзогенные процессы и формы рельефа, обусловленные эрозией, и таким образом объединить в одной схеме все процессы и формы рельефа Мунку-Сардыкского горного массива, назвав её «Вертикально-возрастная лестница развития основных форм рельефа» (рис. 11).

В пределах перигляциального рельефа следует рассматривать лавинный и метелевый переносы рыхлого материала в зимние и весенние периоды распространяющийся и на соседние уровни гляциального рельефа.

В пределах мерзлотного рельефа существуют долгоживущие обрывы, термосуффозионные воронки и каньоны. Катастрофические отложения здесь служат резервуарами для накопления грунтовых вод для формирования практически всех высокогорных наледей района.

В пределах эрозионного рельефа следует отметить речные и селевые паводки, а также оползни, провоцируемые повышенной обводненностью территории в результате атмосферных осадков.

Литература

Галкин В.И. Снос обломочного материала селевыми потоками в озеро Байкал // Донные отложения Байкала.– М. : Наука, 1970.– С. 16–28.

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

Китов А. Д. Особенности трансформации и самоорганизации нивально-гляциальных горных геосистем // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле.– 2021.– Т. 35. С. 33–43.
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.33>.

Коваленко С.Н. Криогенные литопотоки горного массива Мунку-Сардык [Электронный ресурс] / С.Н. Коваленко, А.В. Акулова // Геология и окружающая среда.– 2022.– Т. 2, № 2.– С. 128–138.– Режим доступа: <http://geoenvir.ru/archive/g&e22-2-2/kovalenko22-2.htm> (20.09.2022).

Коваленко С.Н. «Каменный глетчер» Белого Иркута / С.Н. Коваленко, А.Д. Китов, Э.В. Мункоева, Н.А. Зацепина // Вестник кафедры географии ВСГАО.– 2013.– № 1–2.– С. 29–37.

Коваленко С.Н. Гляциальная геоморфология района г. Мунку-Сардык. Статья 1. Формы локального оледенения долин рек Мугувек и Белого Иркута // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования.– 2011.– № 1 (2).– С. 38–62.

Мейстер А.К. К вопросу о происхождении рельефа в Олекминско-Витимской горной стране // Геологический вестник.– 1917.– Т. 3, № 1–6.– С. 98–101.

Обручев В.А. Ледники или грязевые потоки в Олекминско-Витимской горной стране // Геологический вестник.– 1916.– Т. 2, № 5–6.– С. 247–256.

Фрадкина А.Ф. Выделение отложений времени климатического оптимума миоцена на Северо-Востоке СССР по палинологическим данным / А.Ф. Фрадкина, Л.П. Жарикова // Проблемы современной палинологии.– Новосибирск : Наука, 1984.– С. 136–139.

Черский Д.И. Отчёт о геологическом исследовании береговой полосы Байкала, проведённом по поручению Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества // Записки Восточно-Сибирского Отдела Императорского Русского Географического Общества / Под редакцией правителя дел М.Я. Писарева.– 1886.– Т. XII, № 3.– Иркутск, 1886.– 405 с.

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,

электронная почта: igpug@mail.ru.

Kovalenko Sergey Nikolaevich,

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,

664003 Irkutsk, Lenin str., 3,

Irkutsk State University, Faculty of Geology,

Associate Professor of the Department of Dynamic Geology,

tel.: (3952)20-16-39,

email: igpug@mail.ru.

Гергенов Игорь Иванович,

студент 2 курса,

664011 Иркутск, ул. Нижняя Набережная, д. 6,

Педагогический институт Иркутского государственного университета,

тел.: 89016680809,

электронная почта: tantal14igor@mail.ru.

Gergenov Igor Ivanovich,

2nd year student,

664011 Irkutsk, ul. Nizhnyaya Naberezhnaya, d. 6,

Pedagogical Institute of Irkutsk State University,

tel.: 89016680809,

email: tantal14igor@mail.ru.