

$n=0,7$ (коэффициент, зависящий от континентальности климата);

W_n – влажность за счет незамерзшей воды.

Пучение грунтов в слое сезонного промерзания будет происходить тогда, когда их влажность превысит значение влажности порога пучения.

Грунты, залегающие в слое сезонного промерзания-оттаивания в инженерно-геокриологическом районе Б, представлены крупнообломочными насыпными грунтами.

Заключение. Проведенные исследования были направлены на изучение многолетней мерзлоты промышленной зоны города Норильска и криогенных процессов в условиях антропогенного вмешательства человека.

На основе анализа и обобщения фактических данных, полученных в ходе полевых и экспедиционных исследований в районе, были сделаны следующие выводы:

1. Антропогенная нагрузка в условиях многолетней мерзлоты значительно нарушила естественное состояние грунтов и, тем самым, оказала воздействие на криогенные условия участка;
2. Были построены геотермические карты на глубине 5 и 15 м;
3. При проведении инженерно-геологического картографирования были выявлено, что в процессе освоения и эксплуатации данной территории произошла деградация мерзлоты и началось формирование техногенного талика;
4. Процессам морозного пучения подвержена большая часть площади изысканий, что является опасным по категории опасности.

Библиографический список

1. Баранов И.Я. Географическое распространение сезонно промерзающих почв и многолетнемерзлых пород // Основы геокриологии. Ч. 1. Общая геокриология. М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 193 – 218.

2. Ершов Э.Д., Орлов В.О., Булдевич С.Н., Медведев А.В., Чеведев В.Г. Морозное пучение грунтов и его воздействие на сооружения. // Основы геокриологии. Ч.5. Инженерная геокриология // Под ред. Ершова Э.Д. – М.: МГУ, 1999. – 526 с.

3. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям промышленной площадки города Норильск, АО «Красноярская буровая компания», 2013-2019 гг.

МОРФОЛОГИЯ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ГЛЯЦИАЛЬНО-МЕРЗЛОТНЫХ КАМЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ АЛТАЯ (НА ПРИМЕРЕ КАМЕННОГО ПОТОКА В ДОЛИНЕ Р. ДЖЕЛО)

¹Г.С. Дьякова, ²А.А. Горевачева, ^{2,3}В.В. Потапов, ¹Д.С. Лобачев, ^{2,3}А.Н. Шеин, ¹М.В. Ковалев, ¹Р.Д. Бурым

¹Алтайский государственный университет, г. Барнаул, ²Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, ³Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Аннотация. В 2018-2019 гг. проводилось комплексное исследование морфологии и внутреннего строения каменного потока в долине р. Джело (Северо-Чуйский хребет). Морфология поверхности гляциально-мерзлотного каменного образования и прилегающей территории исследовалась с помощью аэрофотосъемки; выявление внутреннего строения осуществлялось с помощью электротомографии. Выявлено, что глубина залегания каменно-ледяного ядра варьирует от 5 до 15 м, а мощность – от 7 до 30 м. Ядра консолидации каменно-ледяного материала приурочены к межрядовым понижениям в теле гляциально-мерзлотного каменного образования.

Ключевые слова: Алтай, гляциально-мерзлотные каменные образования, каменные глетчеры, электротомография, аэрофотосъемка.

MORPHOLOGY AND INTERNAL STRUCTURE OF GLACIAL-PERMAFROST STONE FORMATIONS OF ALTAI (ON THE EXAMPLE OF A STONE STREAM IN THE VALLEY OF THE JELO RIVER)

¹G.S. Dyakova, ²A.A. Goreyavcheva, ^{2,3}V.V. Potapov, ¹D.S. Lobachev, ^{2,3}A.N. Shane,
¹M.V. Kovalev, ¹R.D. Burym

¹Altay state University, Barnaul, ²Novosibirsk national research state University, ³Trofimuk Institute of oil and gas Geology and Geophysics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

Abstract. In 2018-2019, a comprehensive study of the morphology and internal structure of the rock glacier in the Dzhelo river valley was carried out (North Chuysky Range). The morphology of the surface of the glacial-permafrost rock formation and the adjacent territory was studied using aerial photography; the identification of the internal structure was carried out using electrical resistivity tomography. It was revealed that the depth of the rock-ice core varies from 5 to 15 m, and the thickness – from 7 to 30 m. The consolidation cores of the rock-ice material are confined to inter-ridge depressions in the body of the glacial-permafrost rock formation.

Keywords: Altai, glacial-permafrost rock formations, talus rock glacier, electrical resistivity tomography, aerial photography.

Гляциально-мерзлотные каменные образования (далее – ГМКО) представляют собой скопления сцементированного льдом каменного материала в горах, по форме напоминающие ледники и обладающие способностью к самостоятельному движению под действием силы тяжести. Особый интерес данные образования вызывают в свете того, что они содержат значительное количество запасов пресной воды (до 50% от своего объема), а также способны накапливать лед даже в периоды дегляциации. Летом 2018 и 2019 гг. проводились комплексные исследования морфологии поверхности и внутреннего строения активного присклонового (осыпного) ГМКО в долине р. Джело (Центральный Алтай, Южно-Чуйский хребет). Исследование морфологии поверхности ГМКО и прилегающей территории проводилось с помощью аэрофотосъемки квадрокоптером DJI Phantom 4. Съемка проводилась в автоматическом режиме. Обработка осуществлялась в программе Agisoft Photoscan, где была построена цифровая модель рельефа ГМКО (рис. 1). Исследование внутреннего строения ГМКО проводилось методом электротомографии с помощью многоэлектродной электроразведочной станции «Скала-48». Для получения данных электротомографии использовались трёхэлектродная прямая и встречная установки с шагом по профилю 5 м.

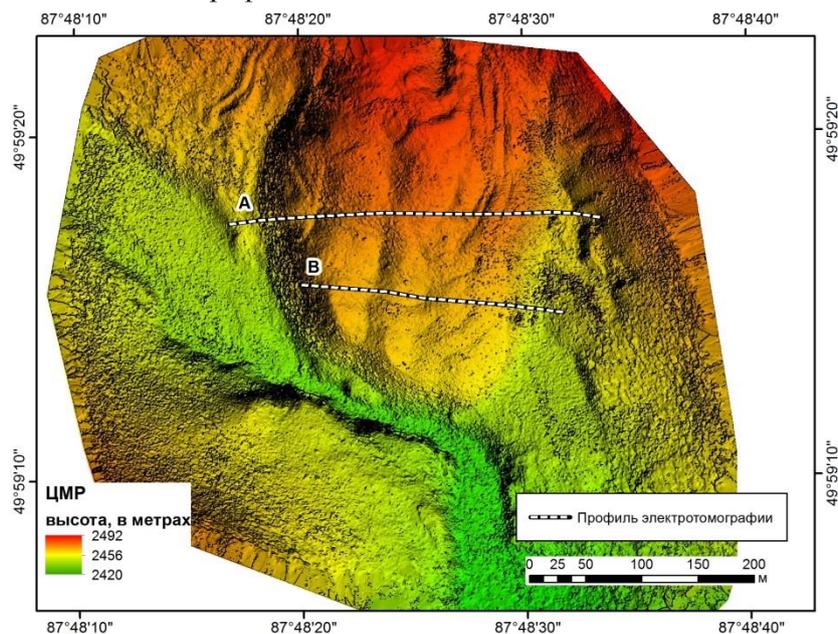


Рисунок 1 – Цифровая модель рельефа ГМКО и прилегающей территории и линии профилей электротомографии

Результаты. На рисунке 2 представлены два геоэлектрических разреза, проложенных перпендикулярно вектору движения ГМКО.

Геоэлектрический разрез А (рис. 2, А) имеет протяженность 355 м и проходит в центральной части ГМКО поперек его структуры. В верхней части геоэлектрического разреза А можно выделить высокоомный слой каменно-ледяного материала мощностью от 15 до 22 м и с удельным электрическим сопротивлением (далее – УЭС) порядка 6-40 кОм.м. Кроме того, в приповерхностной части профиля, с 60 по 75 м, наблюдаются аномалии с УЭС 0,5-1 кОм.м, которые можно интерпретировать как ниши протаивания. В нижней части разреза есть несколько проводящих аномалий с УЭС менее 0,2 кОм.м, расположенных непосредственно под нишами протаивания; данные аномалии предположительно являются зонами разгрузки талых вод.

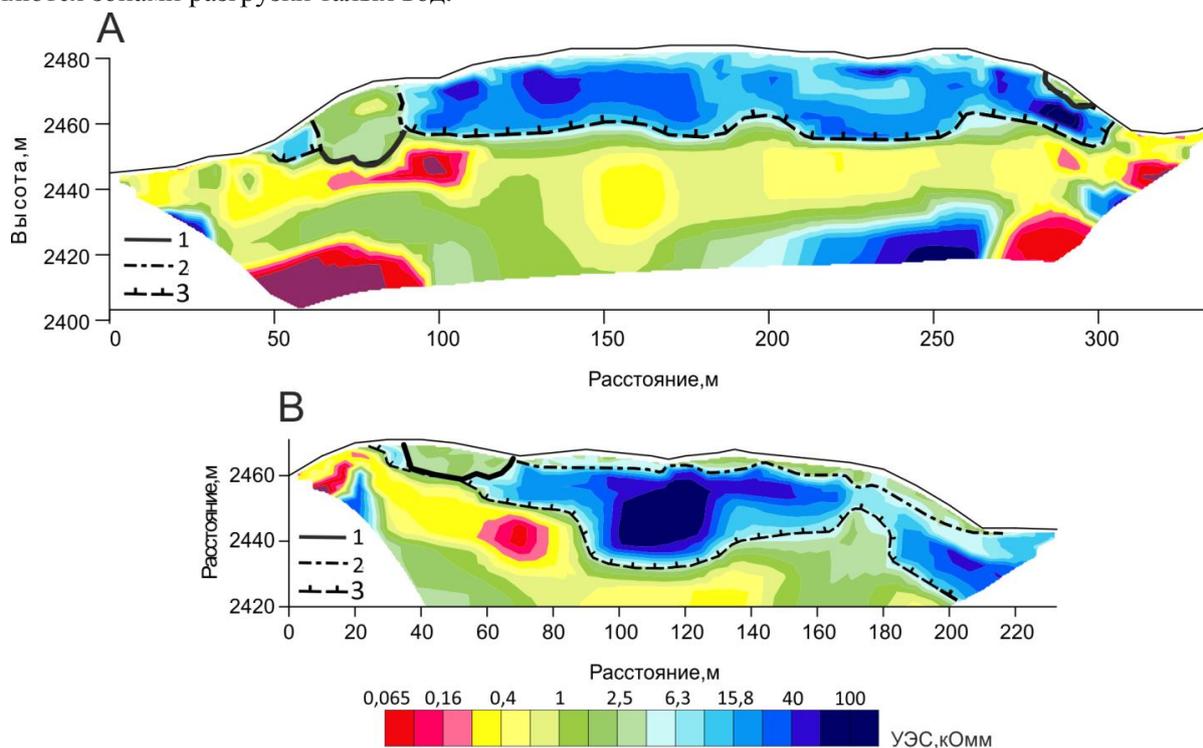


Рисунок 2 – Геоэлектрические разрезы ГМКО в долине р. Джелло:

1 – ниши протаивания; 2 – кровля каменно-ледяного материала; 3 – подошва каменно-ледяного материала

Геоэлектрический разрез В (рис. 2, В) расположен гипсометрически ниже разреза А (ближе к фронтальному уступу ГМКО) и имеет меньшую протяженность (235 м). В верхней части разреза В наблюдается слой каменно-ледяного материала мощностью от 7 до 30 м, удельное электрическое сопротивление которого превышает 6,3 кОм.м и достигает 100 кОм.м в центральной части ледяного ядра. В приповерхностной части с 60 м и до конца профиля выделяется низкоомный активный слой, кроме того, с 35 по 65 м профиля можно выделить нишу протаивания, под которой наблюдается зона разгрузки талых вод.

Выводы. Таким образом, было проанализировано распределение каменно-ледяного материала в теле ГМКО в долине р. Джелло. На геоэлектрических разрезах выделена мощность каменно-ледяного материала – от 7 до 30 м, локализованы ниши протаивания и зоны разгрузки талых вод. Анализ морфологии поверхности ГМКО показал, что, вопреки предположению о том, что высокоомные ядра консолидации ледяного материала будут приурочены к валам, осложняющим поверхность образования, ядра консолидации оказались приурочены к межрядовым понижениям.

Исследование выполнено в рамках проекта РФФИ № 18-35-00463\19 «Исследование внутреннего строения гляциально-мерзлотных каменных образований Алтая на основе геофизических данных».