

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-269-270

# КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МНОГОЛЕТНЕГО ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ КАРАКУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ

## CLIMATE CHARACTERISTICS OF PERENNIAL GROUND FREEZING OF KARAKUL BASIN

Никитин К.А.

Nikitin K.A.

e-mail: nikitin.kirill@yandex.ru

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Аннотация.** В работе рассматриваются климатические условия промерзания грунтов в пределах Каракульской котловины в Таджикистане. Используются данные, полученные в ходе многолетних наблюдений на ближайших метеостанциях. Показано, что в условиях потепления климата промерзание грунтов продолжает происходить при отрицательной среднегодовой температуре воздуха, малом количестве атмосферных осадков, малоснежных или бесснежных зимах.

**Abstract.** The article considers the climatic conditions of ground freezing of Karakul basin in Tajikistan. The data obtained in the course of long-term observations at the nearest meteorological stations were used. It is shown that in the conditions of climate warming ground freezing continues to occur at negative mean annual air temperature, little precipitation, little snowy or snowless winters.

**Ключевые слова:** Каракуль; Таджикистан; промерзание грунтов; изменение климата; горная криолитозона.

**Keywords:** Karakul; Tajikistan; ground freezing; climate change; mountain permafrost.

Озеро Каракуль расположено на высоте более 3500 м в котловине шириной до 30 км и длиной до 50 км на северо-востоке Таджикистана [1]. Изучение криолитозоны этого региона важно не только для общего изучения возникновения и развития криогенной толщи, но и для исследования эволюции природной среды горных стран в позднем плейстоцене-голоцене.

История изучения криолитозоны Каракульской котловины берет начало с конца XIX века [2]. Установлена относительно небольшая мощность мерзлых пород. Пространственные закономерности промерзания горных пород отличаются значительной пестротой [7]. Промерзание во многом определяется локальными условиями. На современном этапе повышается важность исследования мерзлых пород в условиях климатических изменений, установленных в регионе по данным многолетних метеонаблюдений и наземного изучения горного оледенения [6].

Целью работы является исследование климатических условий многолетнего промерзания грунтов в пределах Каракульской котловины.

Используются данные многолетних наблюдений на метеостанции Каракуль. Среднемесячные значения температуры воздуха в 1933-1990 гг. взяты с портала Goddard Institute for Space Studies (NASA) [8]. С портала RP5 получены срочные данные о температуре воздуха и количестве осадков в 2010-2022 гг. [5]. На их основе рассчитаны среднемесячные и среднегодовые значения.

Имеющиеся пробелы в ряде данных метеостанции Каракуль в 1991-2009 гг. заполнены на основе данных с метеостанции Акбайтал, ближайшей высокогорной станции с продолжительными рядами наблюдений [4]. Сравниваются среднемесячные значения температуры воздуха в 1934-1990 гг. Для каждого месяца находятся коэффициенты, представляющие отношение значений температуры на метеостанции Каракуль к ее значению на станции Акбайтал. Далее для каждого месяца за период 1934-1990 гг. найдено среднее значение коэффициента. Принимается, что соотношение значений температуры на обеих метеостанциях сохраняется после 1990 г. С помощью этих коэффициентов и наблюдений на метеостанции Акбайтал в 1991-2009 гг. заполняются пробелы в ряде данных на метеостанции Каракуль.

С 1934 г. отмечается изменение среднегодовой температуры воздуха в пределах Каракульской котловины с тенденцией к потеплению с скоростью 0,2 °C/10 лет. За период наблюдений наиболее низкая среднегодовая температура -5,6 °C фиксируется в 1965 г. Наиболее высокая температура воздуха -1,6 °C отмечается в 2010 г. Среднегодовая температура воздуха в 1991-2020 гг. составляла -2,9 °C, что на 0,5 °C выше ее значения в 1961-1990 гг. Среднемесячная температура наиболее теплого месяца находится в пределах 7,2...12,0 °C. Температура воздуха наиболее холодного месяца достигает -25,7...-12,6 °C. В период наблюдений оба значения температуры повышались с одинаковой скоростью – на 0,2 °C/10 лет.

В 1934-2022 гг. сумма положительных градусочасов воздуха находилась в пределах 14711...28315 °C/ч. Сумма отрицательных градусочасов составляла -64743...-35411 °C/ч. В 2010-2022 гг. количество дней с отрицательной среднесуточной температурой воздуха достигало 190-210, с положительной температурой – 155-175 дней.

Промерзание грунтов происходит в условиях малоснежных или бесснежных зим. В 2010-2022 гг. максимальная измеренная за год высота снега достигала 12 см в 2017 г. Годовая сумма осадков за аналогичный период менялась от 0 мм до 39 мм.

Рассматривая изменение температуры воздуха в качестве гармонических колебаний, для каждого года рассчитана продолжительность теплого и холодного периодов [3]. За период 1934-2022 гг. про-

должительность периода оттаивания составляла 3285...4005 ч, периода промерзания 4755...5475 ч.

Рассмотренные закономерности характеризуют условия многолетнего промерзания грунтов, происходящего в суровом аридном климате Каракульской котловины. В течение продолжительного периода регионального потепления сохраняются климатические причины формирования и сохранения мерзлых пород – отрицательная среднегодовая температура воздуха, малое количество атмосферных осадков, малоснежные или бесснежные зимы. Полученные данные являются начальным этапом в исследовании криолитозоны Каракульской котловины в условиях изменения климата.

### Литература

1. Геология СССР. Том XXIV. Таджикская ССР. Часть I. Геологическое описание / Под ред. Антропова П.Я. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1959. С. 24-43.
2. Горбунов А.П., Сусликов В.Н., Сулержицкий Л.Д. К эволюции криолитозоны Каракульской котловины на Памире: плейстоцен и голоцен // Криосфера Земли. 2000. Т. 4, № 4. С. 41-48.
3. Ершов Э. Д. Методы геофизиологических исследований. М.: Изд-во МГУ, 2004. С. 273-279.
4. Погода и климат. [pogodaiklimat.ru](http://pogodaiklimat.ru). Дата обращения 15.10.2022.
5. Расписание погоды. [rp5.ru](http://rp5.ru). Дата обращения 29.01.2023.
6. Finaev A., Shiyin L., Weijia B., Li J. Climate change and water potential of the Pamir mountains // Geography, Environment, Sustainability. 2016. Vol. 9, № 3. P. 88-105.
7. Gorbunov A. Permafrost investigations in high-mountain regions // Arctic and alpine research. 1978. Vol. 10, № 2. P. 283-294.
8. National Aeronautics and Space Administration. Goddard Institute for Space Studies. GISS Surface temperature analysis. [data.giss.nasa.gov/gistemp](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/). Дата обращения 10.02.2023.