

**Мелкомасштабное ТТОР-моделирование среднегодовой температуры многолетнемерзлых пород (на примере Западной и Средней Сибири)**

**Научный руководитель – Энтин Андрей Львович**

***Алексеева Анастасия Ивановна***

*Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Кафедра картографии и геоинформатики, Москва, Россия

*E-mail: tima-and-nastya@yandex.ru*

Оценка мерзлотных условий, в частности, температуры многолетнемерзлых пород (ММП), является важной задачей, так как от этого зависят особенности проектирования и строительства объектов промышленной и транспортной инфраструктуры. Большинство методик оценки температуры ММП на глубине нулевых годовых колебаний предполагает использование большого объёма данных, полученных в полевых условиях, а также трудоёмких вычислений, поэтому актуальным становится использование методики ТТОР-моделирования (*temperature at the top of permafrost equilibrium approach*) [2], которое позволяет получить температуры грунтов на основе данных климатического моделирования, дистанционного зондирования и эмпирических коэффициентов. В качестве методической основы для исследования была принята работа [1], в которой представлено применение ТТОР-моделирования для территории Северного полушария.

Целью работы является вычисление среднегодовой температуры подошвы деятельного слоя ММП на территории Западной и Средней Сибири на основе разных исходных данных с использованием ТТОР-модели. В качестве исходных данных были использованы климатические данные, полученные по стационарным метеонаблюдениям ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и климатическим моделям ERA5-Land и WorldClim, а также карта наземного растительного покрова «Land Cover Map», созданная Европейским космическим агентством по мозаике спутниковых снимков. В качестве основных параметров модели по данным WorldClim путём осреднения были получены положительные и отрицательные суммы отклонений среднесуточной температуры от 0 °С в градусоднях за период с 2000 г. по 2021 г. К этим параметрам для получения температуры ММП применялись корректирующие коэффициенты, основанные на отношении теплопроводности грунта в мерзлом и талом состоянии, а также на свойствах растительного покрова. Для вычисления коэффициентов теплопроводности по данным метеонаблюдений и сведениям о высоте снежного покрова из ERA5-Land применялась интерполяция методом кригинга. Ландшафтная дифференциация территории в модели отражена при помощи коэффициентов, выявленных другими исследователями по карте наземного растительного покрова «Land Cover Map» [1].

В ходе реализации расчётов по модели были получены покрытия средних температур ММП в пределах сезонномёрзлого и сезонноталого слоёв. Для территорий Западной и Средней Сибири минимальная температура составила –15,6 °С, а максимальная – +11,6 °С. При сопоставлении с результатами предыдущих исследований оказалось, что в среднем отличия составляют около 1,2 °С. В ходе дальнейшей работы планируется использовать другие комбинации исходных данных, что необходимо для изучения чувствительности модели к входным параметрам.

**Источники и литература**

- 1) Obu J. et al. Northern Hemisphere permafrost map based on ТТОР modelling for 2000–2016 at 1 km<sup>2</sup> scale // Earth-Science Rev. 2019. V. 193. P. 299–316.

- 2) Smith M. W., Riseborough D. W. Permafrost monitoring and detection of climate change  
// Permafrost Periglacial Process. 1996. V. 7. No. 4. P. 301–309.