

УДК 631.436

ОСОБЕННОСТИ МИКРОТОПОГРАФИИ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ПОЧВ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГА КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Г. И. Истигечев, С. В. Лойко, Т. В. Раудина

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
пр. Ленина, 36, 634050, г. Томск, Россия, istigechev.g@yandex.ru*

Повышение среднегодовых температур особенно сильно сказывается на ландшафты юга криолитозоны. Север Западной Сибири характеризуется выположенным рельефом, водоразделы слабо эродированы и имеют разветвленную сеть стока, что приводит к сложному перераспределению тепла в почвах. В исследовании показано различие почвенных температурных режимов основных ландшафтов Ханымейского плоскоместья, где было отмечено яркое влияние рельефа верхней границы деятельного слоя, внутрпочвенных потоков влаги, а также характер сложения почвенных горизонтов.

Ключевые слова: термометрия; плоскобугристые болота; многолетняя мерзлота; микрорельеф.

FEATURES OF MICROTOPOGRAPHY AND TEMPERATURE REGIMES OF SOILS IN WATERFLOWED LANDSCAPES OF THE SOUTH CRYOLITHOZONE OF WESTERN SIBERIA

G. I. Istigechev, S. V. Loyko, T. V. Raudina

*National Research Tomsk State University, Lenin Av., 36, 634050, Tomsk, Russia,
istigechev.g@yandex.ru*

An increase in average annual temperatures has a particularly strong impact on the landscapes of the southern permafrost zone. The north of Western Siberia is characterized by flat topography, watersheds have weak erosion and an extensive runoff network, which leads to complex redistribution of heat in soils. The study shows the difference in soil temperature regimes of the main landscapes of the Hanymey flatland, where a clear influence of the topography of the upper topography of the active layer, intrasoil moisture flows, as well as the nature of the composition of soil horizons was noted.

Key words: thermometry; flat-mound bogs; permafrost; microtopography.

С начала голоцена на территории севера Западной Сибири практически повсеместно шли процессы торфонакопления [1, 2, 3]. И хотя после окончания оледенения образовался тренд на постепенное увеличение

температур [4], сформировавшаяся органогенная подушка сыграла роль термоизоляции, и позволила многолетнемерзлым породам не только сохраниться, но и даже отвоевать часть деятельного слоя у вышележащих почв. Юг криолитозоны отличается наибольшей динамичностью ландшафтов. «Теплая» мерзлота наиболее чувствительна к колебаниям температуры и повышению количества осадков. Особенно интересна в этом смысле территория ханымейского плоскоместья — междуречье Пякупупра и Чучуяхи. Здесь на дне древнего высохшего озера, на чрезвычайно плоской поверхности формируются плоскобугристые мерзлые болота. Эта местность изобилует большим количеством термокарстовых озер, площадь которых доходит до 50 % от площади всей территории, а также хасыреями — спущенными термокарстовыми озерами.

Анализ космических снимков, соотношения количества и площадей старых и молодых хасыреев, а также радиоуглеродных дат показал, что активность дренажа термокарстовых озер увеличилась за последние 100 лет в 10 раз в сравнении с предыдущими двумя тысячами лет. Это свидетельствует о более активном протаивании мерзлых пород [5, 6]. В связи с этим увеличивается внутрипочвенный сток, с которым идет распределение тепла, что в свою очередь вносит свой вклад в разнообразие температурных режимов изучаемой территории. Для сравнения температурных профилей изучаемых ландшафтов были установлены 3 автоматические станции мониторинга температуры почвенного профиля на основных ключевых участках. На территории молодого хасырея — две автоматические станции мониторинга температуры почвенного профиля с GSM модулем, позволяющие получать данные дистанционно. Измерительные приборы представляют собой щупы длиной 150 см, с расположенными каждые 10 см датчиками температуры. Первая станция установлена в заболоченном березняке на береговом вале внутри котловины, вторая — в пушицево-осоковой топи между береговым валом и берегом котловины. В сравнение к температурным данным хасырея взяты данные с измерительной станции в лишайнико-сфагново-кустарничковой проточной топи на плоскобугристом болоте между мерзлыми буграми, измеряющей температуру до глубины 160 см.

По полученным данным были построены температурные хроноизоплеты, позволившие сравнить скорость и характер промерзания/оттаивания почв разных элементов рельефа хасыреев. Данные графиков показывают, что по всей глубине измеряемого профиля в почвах хасырея наблюдается изотермия вплоть до начала октября, а также до середины октября значительно температура меняется лишь в верхних 10 см почвы. После чего, со второй половины октября, наблюдается плавное снижение температуры почвенного профиля, начиная с поверхности.

Стоит отметить, что в топи почвенный профиль охлаждается заметно медленнее. Так охлаждение до околонулевых температур в верхних 10 см почвы в березняке произошло в последней декаде октября, а в топи лишь в первой половине декабря. Однако, глубина промерзания близкая – 36 и 31 см в березняке и в топи соответственно, суммы отрицательных температур поверхности $-53\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-66\text{ }^{\circ}\text{C}$. Верхние 10 см почвы березняка так же остыли незначительно сильнее – $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ против $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в топи. Положительные температуры в верхних 20 см почвы установились практически одновременно в конце апреля, но на графиках видно, что в топи более глубокие горизонты отепляются из глубины профиля.

Наиболее яркие различия наблюдаются между почвами хасыреев и проточной топью в мерзлом плоскобугристом болоте. В болотном профиле отсутствует изотермия, верхние 10 см профиля остывают до $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, что можно связать с меньшим количеством снега на болоте, а весь профиль в 160 см промерзает полностью. Причем, на графике видно, как снизу профиля поднимается фронт отрицательных температур, который встречается с фронтом с поверхности, что говорит о залегании мерзлоты глубже 160 см. Несмотря на эти различия, верхние 10 см почвы замерзают и оттаивают примерно в одно время. Поверхность почвы остается замерзшей с середины октября до первой декады апреля — 175 дней, а сумма отрицательных температур поверхности почвы равна $-505\text{ }^{\circ}\text{C}$. На глубине 50 см почва замерзает в начале декабря и остается замерзшей 164 дня до первой декады мая. В середине марта почвенный профиль промерзает полностью, однако в диапазоне глубин 100–150 см наблюдается область тепловой завесы с температурой $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ввиду малых перепадов высот и слабой расчлененности рельефа на исследуемой территории развивается сложная сеть стока. Почвенная влага с мерзлых бугров по поверхности мерзлоты стекает в просадки, откуда попадает в мочажины, а далее в ручьи и реки. Ситуацию осложняет то, что невооруженным глазом зачастую невозможно определить направление стока, и даже подробная топографическая съемка не всегда может указать направление внутрипочвенных потоков. На мерзлых участках направление стока определяет рельеф верхней границы многолетней мерзлоты. Для более полного понимания экологического функционирования ландшафтов Ханымейского плоскоместья необходим комплексный подход, где будут учитываться топография поверхности почвы и поверхности многолетней мерзлоты, мощность торфа и мощность снежного покрова, а также экспериментальное определение солевыми метками направлений и скоростей потока почвенных вод.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-17-00281.

Библиографические ссылки

1. *Frolking S., Roulet N. T., Moore T. R., Richard P. J., Lavoie M., Muller S. D.* Modeling northern peatland decomposition and peat accumulation // *Ecosystems*. 2001. Vol. 4. P. 479–498.
2. *Kleinen T., Brovkin V., Schuldt R. J.* A dynamic model of wetland extent and peat accumulation: results for the Holocene // *Biogeosciences*. 2012. Vol. 9, iss. 1. P. 235–248.
3. *Borren W., Bleuten W., Lapshina E. D.* Holocene peat and carbon accumulation rates in the southern taiga of western Siberia // *Quaternary research*. 2004. Vol. 61, iss. 1. P. 42–51.
4. *Shakun J. D., Carlson A. E.* A global perspective on Last Glacial Maximum to Holocene climate change // *Quaternary Science Reviews*. 2010. Vol. 29. iss. 15-16. P. 1801–1816.
5. *Хомутов А. В., Бабкин Е. М., Тихонравова Я. В., Хайруллин Р. Р., Дворников Ю. А., Бабкина Е. А., Каверин Д. А., Губарьков А. А., Слагода Е. А., Садуртдинов М. Р., Судакова М. С., Королёва Е. С., Кузнецова А. О., Факащук Н. Ю., Сощенко Д. Д.* Комплексные исследования криолитозоны северо-восточной части Пур-Тазовского междуречья // *Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа*. 2019. № 1. С. 53–64.
6. *Каверин Д. А., Пастухов А. В., Новаковский А. Б.* Динамика глубины сезонного протаивания тундровых мерзлотных почв (на примере площадки циркумполярного мониторинга деятельного слоя в Европейской России) // *Криосфера Земли*. 2017. Т. 21. №. 6. С. 35–44.