

УДК 502.63:631.6

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТИПА ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
МЕРЗЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО ВЕРХОЯНЬЯ  
ПРИ СОВРЕМЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА  
И АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Иванова Р.Н.**

*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, e-mail: r.n.ivanova@mpi.ysn.ru*

Оценивается изменение характеристик термического и влажностного режимов деятельного слоя в естественных ландшафтах Северного Верхоянья при естественных колебаниях климата и их антропогенном преобразовании. При изменениях климатических параметров происходят ежегодные потери или накопления влаги в почвогрунтах в зависимости от ландшафтных условий. При антропогенном воздействии гидротермический режим почвогрунтов северного редколесья смягчается, а криоаридной степи – ухудшается.

**Ключевые слова:** Северное Верхоянье, гидротермический режим, мерзлотный ландшафт, изменение климата, антропогенное преобразование

**MODIFICATION OF THE HYDROTHERMAL REGIME TYPE IN PERMAFROST  
LANDSCAPES UNDER CONTEMPORARY CLIMATE VARIATION AND  
ANTHROPOGENIC INFLUENCE, NORTHERN VERKHOYANSK AREA**

**Ivanova R.N.**

*Permafrost Institute. PI Melnikov RAS, Yakutsk, e-mail: r.n.ivanova@mpi.ysn.ru*

This paper estimates the changes in the thermal and moisture regimes of the active layer in natural landscapes of the northern Verkhoyansk area caused by natural climate variations and anthropogenic modification. The study shows that with changes in the climatic parameters yearly losses or accumulations of moisture in the grounds depending on the landscape conditions occur. Anthropogenic impacts lead to moderation of the soil hydrothermal regime in northern open woodlands and to its deterioration in cryoarid steppes.

**Keywords:** Northern Verkhoyansk Area, hydrothermal regime, permafrost landscape, climate change, anthropogenic influence

Экспериментальные исследования теплового режима криогенных ландшафтов в современных условиях глобального изменения климата и усиления антропогенного воздействия дают достоверную картину сложных изменений и трансформаций деятельного слоя, необходимую для разработки рациональных подходов их использования в хозяйственной деятельности.

Климатические условия Северного Верхоянья, отличающиеся суровостью и резкой континентальностью, которая четко проявляется в контрастных изменениях радиационного и метеорологического режимов по сезонам года. Годовые величины суммарной температуры воздуха выше 10 °С составляет только 800–1200 °С, средняя годовая температура воздуха –14–16 °С; годовая сумма осадков 150–250 мм. Средняя годовая температура почвы на глубине 20 см – 8,3 °С, максимальная + 18 °С, минимальная –31 °С.

Не только чрезвычайная суровость холодного периода и непродолжительность теплого сезона создают исключительную обстановку для формирования специфического гидротермического режима мерзлотных почв, но еще большее значение

имеет сложное сочетание атмосферного климата с близко залегающими к деятельной поверхности многолетнемерзлыми породами.

Регион Северного Верхоянья является районом рискованного земледелия. Несмотря на такое обстоятельство, здесь в 1980–1990-е годы прошлого столетия были приложены большие усилия для создания возделываемых пашен для обеспечения свежими овощами местных промышленных предприятий и населенных пунктов.

**Материал и методы исследования**

Институт мерзлотоведения СО РАН в 1989–1992 гг. организовал мониторинговые наблюдения особенностей микроклимата и тепловых условий, а также экологического состояния ландшафтов в естественной и антропогенной среде в центральной части долины р. Яны.

Для оценки современных изменений климата мы проанализировали показатели средней месячной температуры воздуха и атмосферных осадков по метеостанции Верхоянск с 1891 по 2010 гг. Чтобы иметь представление об экстремальных колебаниях климата нужно выделить климатическую норму, присущую для данной территории. По общепринятой методике климатическая норма выводится в среднем за 30 лет. Так, мы разбили рассматриваемый отрезок на 4 тридцатилетия: 1891–1920, 1921–1950, 1951–1980 и 1981–2010 гг.

**Результаты исследования  
и их обсуждение**

Для современного режима деятельного слоя представляет интерес период последнего тридцатилетия 1981–2010 гг. Не вызывает сомнения, что именно в этот период наблюдается процесс глобального потепления климата на Земле. Для метеостанции Верхоянск данный период также примечателен беспрецедентным повышением температуры зимнего сезона. В этот период количество твердых атмосферных осадков понизилось, что можно рассматривать как выравнивающий фактор для возможного потепления мерзлотного режима. Атмосферные осадки мая-месяца значительно увеличились (на 4 мм), июня в пределах климатической нормы, июля понизились. Отдельно нужно оценить показатели осадков августа, которые за последний период повысились на 6 мм. Эти осадки в совокупности с осадками сентября, которые тоже повысились на 2–3 мм, оказывают скорее охлаждающее действие, чем обогревающее. Таким образом, можно констатировать, что изменение климата в Северном Верхоянье за последнее тридцатилетие не оказало существенных нарушений мерзлотного режима ландшафтов, вследствие выравнивающего воздействия уменьшения твердых атмосферных осадков и связанного с этим умень-

шения высоты снежного покрова, а также повышения количества жидких атмосферных осадков, оказывающих охлаждающий эффект.

В отличие от природных процессов антропогенное преобразование ландшафтов сопровождается значительным нарушением поверхностных условий, изменением структуры радиационно-теплового баланса, температурного и водного режимов деятельного слоя, изменением показателей криогенных процессов и явлений.

Составляющие теплового баланса поверхности и их структура являются энергетической основой формирования мерзотно-гидротермического режима деятельного слоя мерзлотных ландшафтов.

Ранее нами предпринимались попытки систематизации термического и водного режима различных мерзлотных ландшафтов на примере Спасской Пади в Центральной Якутии [1].

По сочетанию нескольких основных характеристик –

- а) величине сезонного протаивания;
- б) по температуре (°С) на глубине 20 см (в июне-июле), по глубине проникновения активных температур;
- в) выше 5°С;
- г) выше 10°С – выделены 5 подтипов термического режима (таблица).

Критерии определения подтипов гидротермического режима деятельного слоя

*I. По сочетанию нескольких основных характеристик*

Подтип термического режима	Величина сезонного протаивания, м	Температура (°С) на глубине 20 см (в июне-июле)	Глубина проникновения активных температур, м	
			> 5°С	> 10°С
Умеренный	> 2,0	10–20	до 0,65–1,2	до 0,25–0,7
Умеренно-холодный	1,6–2,0	6–16	0,55–1,1	0,2–0,6
Холодный	1,0–1,5	4–12	0,3–0,9	0,1–0,5
Сильно-холодный	0,5–1,0	3–10	0,1–0,5	0,05–0,3
Чрезмерно-холодный	< 0,5	0–3	0,03–0,2	не проникает

*II. По величине (запасу) продуктивной влаги в слое 0–0,5 м*

Подтип водного режима	Влагозапас, мм
Избыточно влажный	> 125
Влажный	75–125
Умеренно влажный	50–75
Недостаточно влажный	30–50

Используя вышеизложенные критерии, мы провели типизацию гидротермического режима для ландшафтов Северного Верхоянья.

Гидротермический режим почвогрунтов естественных ландшафтов:

– северной тайги Северного Верхоянья относится к чрезмерно холодному переув-

лаженному типу (величина сезонного протаивания < 0,5 м; температура на глубине 0,2 м менее 3°С; глубина проникновения активной температуры меньше 0,1 м; величина продуктивной влаги в слое 0–0,5 м выше 100 мм),

– лугов в межгорных впадинах Северного Верхоянья – к сильно-холодному избы-

точно-влажному типу (величина сезонного протаивания 0,55 м; температура на глубине 0,2 м около 6°C; глубина проникновения активной температуры преимущественно 0,1 м и менее; величина продуктивной влаги в слое 0–0,5 м > 125 мм).

Гидротермический режим почвогрунтов антропогенных ландшафтов:

– орошаемой пашни, возделываемой в криоаридной степи относится к холодному умеренно-влажному типу (величина сезонного протаивания 1,1 м; температура на глубине 0,2 м стабильно выше 10°C и в среднем составляет 16°C; глубина проникновения активной температуры 0,4 м; величина продуктивной влаги в слое 0–0,5 м более 50 мм),

– пашни, освоенные путем расчистки северного редколесья – к холодному переувлажненному типу (величина сезонного протаивания 0,9–1,25 м; температура на глубине 0,2 м около 10°C; глубина проникновения активной температуры 0,2 м; величина продуктивной влаги в слое 0–0,5 м > 100 мм).

#### Выводы

1. При антропогенном воздействии гидротермический режим почвогрунтов

северного редколесья смягчается (изменяется от чрезмерно холодного переувлажненного до холодного переувлажненного).

2. Гидротермический режим криоаридной степи – ухудшается (изменяется от умеренно-холодного недостаточно-влажного до холодного умеренно-влажного).

3. Эти преобразования могут вызвать локальные изменения структуры естественных фитоценозов (продуктивности и видового состава), обратимую и необратимую смену фитоценозов, а также региональную динамику растительности и состава флоры. Уникальные коренные естественные фитоценозы криоаридных степей имеют регрессивный тип ареала и с легкостью могут быть полностью захвачены сорно-полевыми (синантропными) или инвазивными (чужеродными) видами с сопредельных территорий.

#### Список литературы

1. Гаврильев П.П., Иванова Р.Н. Особенности обмена тепла и воды между деятельным слоем и атмосферой в Якутии // Влияние климатических и экологических изменений на мерзлотные экосистемы: труды Третьей международной конференции «Роль мерзлотных экосистем в глобальном изменении климата». 27-31 августа 2006 г., г. Якутск. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2007. – С. 127–133.