

более интенсивной скоростью деструкции органического вещества в березняках.

Под хвойным древостоем достигает значительной мощности и темной окраски гумусово-элювиальный горизонт (30 см), который характеризуется мелкокомковато-ореховатой структурой. В противоположность этому, под листовыми породами мощность гумусового горизонта не превышает 10 см.

Подзолистый горизонт A_2 под листовыми породами имеет большую мощность (14 см) с процессом оподзоливания, проявляющегося в виде ярко выраженных языков, проникающих в нижележащие горизонты. Под хвойными породами, несмотря на меньшую мощность горизонта (9 см), процесс подзолообразования протекает более интенсивно и является ведущим почвообразовательным процессом, определяющим морфологию всего профиля.

В условиях дополнительного увлажнения, особенно в переходном горизонте A_2B , наблюдаются признаки оглеения, проявляющиеся в виде железомарганцевых конкреций, каменистых включений и сизоватых пятен на них, а также сизых глеевые затеков, интенсивность которых увеличивается вниз по профилю.

Можно сделать вывод, что видовой состав древостоя оказывает значительное влияние на изменение мощности отдельных генетических горизонтов в дерново-подзолистых почвах южной тайги. Даже в пределах одного типа почв и сходных физико-географических условий смена доминирующих пород в лесном биоценозе приводит к формированию отличительных особенностей почвенных профилей.

Список литературы

1. Баканина Ф.М. Ландшафтные районы // Географический атлас Нижегородской области. – Нижний Новгород: Верхневолжское АГП, 2005. 21 с.
2. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: Учеб. – М.: Высш. шк., 1991. – 366 с.
3. Наумов, В.Д. География почв (Почвы России): Учебник с грифом / В.Д. Наумов. - Изд-во Проспект, 2016. – 344 с.
4. Шейко С.Н. Почвенный покров заповедника «Керженский» // Труды Государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Т. 3. – Нижний Новгород, 2006. 12–18 с.

ПОСЛЕДСТВИЯ РАСПАШКИ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ: ДЕГРАДАЦИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Мельников Николай Сергеевич – студент 1 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева
n.meln1kow@yandex.ru

*(Научный руководитель: **Мартынова Полина Николаевна**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, lina.martynova25@mail.ru)*

Аннотация: на основе анализа научных публикаций показано, что сельскохозяйственное освоение тундровых экосистем (в частности, распашка) ускоряет деградацию многолетнемерзлых пород. Разрушение естественного теплоизолирующего покрова приводит к увеличению глубины сезонного протаивания, потеплению криолитозоны и активизации криогенных процессов. Сделан вывод о необратимой трансформации почвенно-мерзлотных условий, которую необходимо учитывать при разработке стратегий землепользования в Арктике.

Ключевые слова: многолетняя мерзлота, криолитозона, тундровые экосистемы, распашка, глубина сезонного протаивания, термокарст, деградация мерзлоты, геоэкологические опасности.

Современные климатические изменения, характеризующиеся повышением температур, оказывают значительное влияние на криолитозону, что документируется исследованиями в различных регионах, от севера Ямало-Ненецкого АО до Центральной Якутии. Мерзлота играет важную роль в глобальных изменениях климата, балансе парниковых газов, изменениях арктических экосистем и условий природопользования в арктических регионах.

На этом фоне антропогенные воздействия, в частности сельскохозяйственное освоение территорий, становятся мощным дополнительным фактором дестабилизации многолетнемерзлых пород. Тундровые экосистемы, обладающие определенным потенциалом адаптации к естественным изменениям, крайне уязвимы к интенсивным механическим воздействиям, таким как распашка.

Исследования, проведенное Ю. Шур и Т. Йоргенсон (Shur, Jorgenson, 2007), посвящено сценариям деградации мерзлотных толщ в контексте глобального потепления и усиления техногенного процесса. Специалисты выделили, что в ответ на внешнее воздействие возможны два основных направления разрушения мерзлоты: вертикальное и латеральное.

На основании этого можно утверждать, что, несмотря на обилие в научных кругах оценочных данных и модельных расчетов, посвященных реакции криолитозоны на изменение климата, существует выраженный дефицит реальных наблюдений за процессом деградации в разных биоклиматических условиях.

Целью данного исследования является обобщение данных о влиянии сельскохозяйственной деятельности на термический режим и устойчивость почв тундры в условиях деградации мерзлоты. Необходимо изучить динамику и механизмы таяния льда в мерзлотных почвах тундр в результате пашни, и оценить экологические последствия.

Тундровые зоны занимают огромную площадь России — свыше 3 млн км², что составляет около 18 % территории страны. Почвы этих регионов обладают рядом уникальных свойств, среди которых особенно выделяется наличие вечной мерзлоты.

Характерная особенность тундровых криозёмов — залегающий на глубине от 1 до 2 метров слой льда, который не тает полностью даже в самые тёплые месяцы. Это явление кардинально влияет на водный режим почв. В тундре выпадает сравнительно мало осадков — всего 150 – 300 мм в год. Из-за водоупорного слоя мерзлоты вода не просачивается в грунтовые горизонты, а задерживается в верхних слоях почвы, что приводит к её переувлажнению и заболачиванию.

Сохранение вечной мерзлоты обусловлено совокупностью взаимосвязанных факторов. Прежде всего, это климатические условия: тёплый период длится лишь 2 – 3 месяца в году, а летние температуры редко поднимаются выше +10 °С. Зимой же столбик термометра опускается до –30...–40 °С, а общая продолжительность морозного периода достигает 250–280 дней в году.

Гидрологический режим почв играет ключевую роль в экосистеме. Из-за высокой плотности и заболачиваемости почвы вода и воздух в них плохо циркулируют, что затрудняет теплообмен между различными слоями и мешает прогреву глубоких горизонтов. Замерзший слой служит естественным водоупором, что усугубляет застой влаги в верхних слоях.

Физические свойства поверхности также способствуют сохранению мерзлоты. Высокий уровень альбедо — отражательной способности — существенно уменьшает поступление солнечной радиации. Например, зимний снежный покров отражает до 80 – 90% солнечных лучей, тогда как летний мохово-лишайниковый покров — около 30 – 40%.

Кроме того, растительность функционирует как теплоизолятор, ограничивая прогрев почвы. Биологические факторы дополняют эту цепь взаимодействия. Растительность тундры в основном состоит из стелющихся кустарников и трав с крайне коротким вегетационным периодом, составляющим всего 60 – 90 дней. Эти растения улавливают значительную часть солнечной энергии, тем самым экранируя поверхность и сокращая нагрев грунта. Зимний снежный покров, достигающий толщины до 50 – 70 см, хоть и защищает почву от сильного охлаждения, весной тормозит её прогрев из-за медленного процесса таяния.

Таким образом, вечная мерзлота в тундровых почвах сохраняется благодаря прочному взаимодействию климатических, гидрологических, физических и биологических факторов. Эта система показывает высокую стойкость к кратковременным изменениям, но остаётся уязвимой к долгосрочным климатическим изменениям.

Культивирование сельскохозяйственных культур в тундровых биомах России представляет собой серьезную агроэкологическую проблему, вызванную совокупностью ограничивающих факторов. Криогенная структура почвенного профиля (наличие многолетнемёрзлых пород на глубине 0,5 – 2,0 м), укороченный вегетационный период (50 – 70 дней) и низкий термический потенциал почв исключают возможность традиционного земледелия. Тем не менее, в южных границах лесотундры и в регионах с благоприятным микроклиматом возможно ограниченное выращивание сельскохозяйственных культур.

Агротехнические подходы основываются на использовании специализированных адаптивных методов, направленных на преодоление термического дефицита. Основным элементом является создание искусственных геоморфологических структур — приподнятых гряд, заполняемых привозными почвенными субстратами. Такой подход увеличивает мощность сезонно-талого слоя и усиливает тепловой поток в корнеобитаемой зоне.

На экспериментальных площадках, таких как Полярная опытная станция в Апатитах, Мурманская область, проводятся селекционные работы по созданию скороспелых сортов картофеля (*Solanum tuberosum*), капусты (*Brassica oleracea*) и моркови (*Daucus carota*) с сокращённым периодом онтогенеза (60 – 75 дней).

Урожайность агроценозов поддерживается за счёт регулирования водно-воздушного режима и оптимизации питания в условиях постоянного криогенного давления. Мониторинг показывает, что урожайность картофеля в таких системах колеблется в пределах 8-12 т/га, что на 40-60% ниже стандартных показателей для средней полосы России.

Таким образом, пахотное земледелие в тундровой зоне остаётся нишей экспериментальной агрономии с локальным значением для обеспечения свежими растительными продуктами населения арктических территорий. Освоение тундровых почв под пашню инициирует комплекс процессов, связанных с деградацией многолетнемёрзлых пород через несколько взаимосвязанных механизмов.

Первопричиной служит разрушение естественного теплоизолирующего слоя: во время распахки разрушаются мохово-лишайниковые покровы и дернина с низкой теплопроводностью (0,2 – 0,3 Вт/(м·К)), что значительно увеличивает тепловой поток в активном слое. Нарушается также радиационный баланс — тёмная поверхность пашни с альбедо 10 – 15% (по сравнению с 80 – 90% у естественной тундры) поглощает на 70% больше солнечной энергии.

Существенное значение имеет изменение гидротермического режима: нарушения микрорельефа и разрушение почвенных агрегатов приводят к перераспределению влаги, а увеличение температурной проводимости почвы на 25 – 40% ускоряет прогрев слоя сезонного оттаивания. Дополнительный фактор

— изменение структуры снежного покрова: в открытых пространствах формируется более равномерный и плотный слой снега, обладающий выраженными теплоизолирующими свойствами, что замедляет зимнее промерзание и сокращает продолжительность сохранения отрицательных температур в почве.

В совокупности, эти процессы приводят к увеличению мощности сезонно-талого слоя на 30 – 80 см в первые 3 – 5 лет освоения, активизации термокарстовых явлений и произрастанию поверхности, что в конечном счёте вызывает необратимую трансформацию криогенной структуры почвенного профиля и полное утрачивание его изначальных характеристик.

Влияние распахки на теплообмен в системе «атмосфера-мерзлота». Естественный растительный покров тундры, особенно мохово-лишайниковый ярус, выполняет ключевую роль природного термоизолятора, ограничивающего проникновение летнего тепла в грунты. Мониторинговые исследования показывают устойчивую тенденцию к росту температуры верхних горизонтов криолитозоны в естественных условиях на 1,5 – 2,5 °С за последние десятилетия.

Распахка кардинально меняет этот баланс. Уничтожение растительности и органической подстилки приводит к увеличению альбедо поверхности и резкому усилению поглощения солнечной радиации. Одновременно изменяются гидрологические свойства территории – нарушается естественный сток и возрастает испаряемость. В совокупности это обуславливает значительное увеличение глубины сезонного протаивания (активного слоя). На пашне этот показатель может превышать таковой на ненарушенных участках в 1,5–2 раза.

Изменение термического состояния мерзлоты и активизация геокриологических опасностей. Деградация многолетнемерзлых пород (ММП) не ограничивается сезонным протаиванием. Под пашней многолетнемерзлые породы переходят из стабильного состояния в неустойчивое или талое, что фиксируется данными мониторинга. Среднегодовая температура мерзлоты приближается к 0 °С или становится положительной, запуская долгосрочные и зачастую необратимые изменения.

Этот процесс напрямую связан с активизацией геокриологических опасностей. Увеличение мощности активного слоя и оттаивание подстилающих льдистых пород ведет к:

1. Развитию термокарста – просадкам поверхности с образованием озерков и западин.
2. Интенсификации эрозионных процессов – водная и ветровая эрозия на лишенных растительности и разрыхленных почвах протекает значительно интенсивнее.
3. Солифлюкции – на склоновых землях повышается пластичность протаивающих грунтов, что стимулирует их сползание.

Адаптационный потенциал тундровых экосистем и его исчерпание. Следует отметить, что тундровые экосистемы обладают определенным естественным потенциалом адаптации к повышению температур почв и деградации мерзлоты, который может проявляться в смене растительных сообществ и перестройке биогеохимических циклов. Однако распашка представляет собой настолько интенсивное вмешательство, что оно превышает порог устойчивости экосистемы. Естественные адаптационные механизмы подавляются, а скорость криогенных процессов (протаивания, эрозии, термокарста) на несколько порядков опережает скорость восстановления растительного покрова.

Последствия для почвенного покрова и сельского хозяйства. Преобразование мерзлотных условий напрямую ведет к деградации почвенного покрова. Криоземы тундры, характеризующиеся малой мощностью и невысоким содержанием органического вещества, при распашке быстро теряют гумус ускоренной минерализации. Происходящие просадки и эрозия делают такие земли малопригодными для сельскохозяйственного использования в долгосрочной перспективе. Это подтверждается особенностями сельского хозяйства в Арктике, которое носит очаговый характер и требует применения специальных агротехнологий, минимизирующих воздействие на мерзлоту.

На основании анализа научной литературы, можно сделать *вывод*, что тундровые экосистемы обладают значительной чувствительностью к антропогенному воздействию. Поэтому крайне важно разрабатывать специальные меры по охране природы при освоении северных регионов. Это включает в себя запрет на сельскохозяйственное вспахивание в районах с постоянной мерзлотой, а также создание защитных буферных зон и мониторинг состояния криолитозоны.

Список литературы

1. Петржик Н.М. Адаптация тундровых экосистем к деградации мерзлоты и повышению температур почв/ Петржик Н.М., Бобрик А.А., Петров Д.Г. /Актуальные проблемы биологии и экологии : сборник научных трудов. – 2019. С. 96–98.
2. В. А. Юрченко, А. В. Манько Вечная мерзлота: геокриологические опасности и региональная деградация мерзлых грунтов // ИВД. 2023. №8 (104).
3. Барашков А. Е. Особенности сельского хозяйства в Арктической зоне // Интерактивная наука. 2023. №7 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-selskogo-hozyaystva-v-arkticheskoy-zone> (дата обращения: 18.11.2025).
4. Бабкина Е. А. Мониторинг глубины протаивания и температуры многолетнемерзлых пород на севере Ямало-Ненецкого АО / Бабкина Е. А.,

Хомутов А. В., Бабкин Е. М., Лейбман М. О // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2022. №9.

5. Варламов С.П. Многолетняя изменчивость термического состояния верхних горизонтов криолитозоны Центральной Якутии / Варламов С.П., Скачков Ю.Б., Скрябин П.Н., Балута В.И // Природные ресурсы Арктики и Субарктики . 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoletnyaya-izmenchivost-termicheskogo-sostoyaniya-verhnih-gorizontov-kriolitozony-tsentralnoy-yakutii> (дата обращения: 20.11.2025).

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДРЕВОСТОЯМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» ИМЕНИ М.Г. СИНИЦЫНА

Рахимов Андрей Фарходович – студент 4 курса института Агробиотехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, andreyrahimov12@gmail.com

Мартынова Полина Николаевна – аспирант 1 г.о. кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, lina.martynova25@mail.ru

Каменных Наталья Львовна – к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, nl-provetkina@mail.ru

(Научный руководитель: **Наумов Владимир Дмитриевич** – д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, naumovsoil@rgau-msha.ru)

Аннотация: проведены почвенные и таксационные обследования участков естественного возобновления таежных лесов и на территории реликтовых массивов, дана сравнительная характеристика морфогенетических особенностей подзолистых почв в условиях Государственного природного заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына под древостоями различного породного состава.

Ключевые слова: подзолистые почвы, морфогенетическая характеристика, лиственный древостой, хвойный древостой, почвенный профиль, подзолистый процесс.

Исследования проводились на территории заповедника «Кологривский лес», представляющим собой уникальный объект – один из немногих в Европейской России массивов коренных южно-таежных лесов. Почвы таких территорий являются эталонными и в полной мере отражают природу почвообразовательных процессов. Изучение их морфологии позволяет углубить теоретические представления о генезисе и эволюции подзолистых почв.