



ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.48>EDN: [QJGOCT](https://www.edn.ru/entry/qjgost)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ УДАЧНИНСКОГО ГОК

Научная статья

Бугаев Г.Г.^{1,*}¹ ORCID : 0009-0006-9054-7713;¹ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (zhorpey98[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассматриваются процессы трансформации поверхности и почвенно-растительного покрова в зоне влияния Удачинского горно-обогатительного комбината (ГОК). Интенсивное промышленное освоение территории приводит к существенным изменениям ландшафтов, обусловленным как прямым физическим воздействием (разработка карьеров, отвалы пустых пород), так и косвенным влиянием, связанным с загрязнением атмосферы, почв и водных объектов.

Представлены результаты многолетних исследований, направленных на изучение динамики растительного покрова и почвенного плодородия в различных зонах воздействия предприятия. Особое внимание уделено анализу химического состава почв и растений, выявлению критических уровней загрязнения тяжелыми металлами и другими токсичными элементами. Оценивается роль техногенных ландшафтов в формировании новых экосистем, анализируются процессы сукцессии на отвалах и нарушенных территориях.

Ключевые слова: Западная Якутия, техногенные ландшафты, карьеры, отвалы пустых пород, хвостохранилища, промышленные объекты, почвы, растительность.

TRANSFORMATION OF THE SURFACE AND SOIL-VEGETATION COVER IN THE CONDITIONS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE UDACHNINSK MPP TERRITORY

Research article

Bugaev G.G.^{1,*}¹ ORCID : 0009-0006-9054-7713;¹ North-Eastern Federal University after M.K. Ammosov, Yakutsk, Russian Federation

* Corresponding author (zhorpey98[at]mail.ru)

Abstract

The article examines the processes of surface and soil-vegetation cover transformation in the area affected by the Udachninsk Mining and Processing Plant (MPP). Intensive industrial development of the territory leads to significant changes in landscapes, caused both by direct physical impact (quarrying, refuse) and indirect impact associated with pollution of the atmosphere, soil and water bodies.

The results of many years of research aimed at studying the dynamics of vegetation cover and soil fertility in various areas affected by the enterprise are presented. Particular attention is paid to the analysis of the chemical composition of soils and plants, and the identification of critical levels of contamination with heavy metals and other toxic elements. The role of technogenic landscapes in the formation of new ecosystems is assessed, and succession processes on waste dumps and disturbed areas are analysed.

Keywords: Western Yakutia, technogenic landscapes, quarries, refuse, tailings ponds, industrial facilities, soils, vegetation.

Введение

Удачинский горно-обогатительный комбинат (ГОК) — структурное подразделение АЛРОСА в Западной Якутии. Комбинат добывает алмазы на кимберлитовых трубках «Удачная», «Зарница», а также Верхне-Мунском месторождении алмазов, россыпных месторождениях «Законтурная делювиальная россыпь трубки «Удачная» и «Пироповый ручей».

Промышленное освоение территории Удачинского ГОК, как и любого другого крупного горнодобывающего комплекса, неизбежно связано с масштабными преобразованиями поверхности и почвенно-растительного покрова. Эти изменения обусловлены необходимостью развертывания производственной инфраструктуры, добычи полезных ископаемых, а также складирования отходов производства. Цель работы является изучение степени техногенной нарушенности земель в зоне влияния карьера «Удачный» и определение их состояния.

Для достижения цели перед нами поставлены следующие задачи:

1. Провести исследование почвенного покрова и флоры на участках отвалов карьера «Удачный» и в пределах зоны воздействия Удачинского горно-обогатительного комбината.
2. Дать оценку текущему положению территорий, подвергшихся антропогенному воздействию и утративших свои первоначальные свойства.

Объектом исследования является Южный отвал карьера «Удачный» как отработанный в настоящее время и готовый к проведению рекультивационных работ.

Основная часть

Район находится в зоне сплошного развития многолетнемерзлых пород, мощность которых колеблется от 400 до 450 м. Ниже залегают отрицательно-температурные породы, содержащие в трещиноватых интервалах холодные высокоминерализованные воды. Глубина оттайки в летний период составляет до 1,5–2,0 м на ненарушенных залесенных участках склонов северной экспозиции и 3 м — южной. В местах, где снят растительный слой или был пожар, вследствие инфильтрации вод в летний период образуются радиационно-инфильтрационные несквозные талики глубиной до 10 м.

При разрушении почвенно-растительного покрова нарушается и мезо- и микрорельеф, изменяется режим снеготаяния и снегоотложения. Это приводит к резкому изменению мерзлотных и гидрологических условий и к развитию термокарста, солифлюкции, эрозии, оврагообразованию.

По геоморфологии район находится в пределах южного склона Анабарской антеклизы, сложенной комплексом карбонатных пород палеозоя, где климат более или менее однороден и отличается резкой континентальностью [4].

Естественные почвы характеризуются повышенным содержанием грубого перегноя органического происхождения, возникшего в результате пирогенных процессов. В связи с этим, содержание гумуса в почвах невысокое, а уровень обогащенности азотом крайне низок. В верхнем горизонте наблюдается повышенное содержание доступных форм фосфора и калия, которое резко снижается с глубиной почвенного профиля. Это является типичной чертой мерзлотных почв данного региона. Почвенный поглощающий комплекс не насыщен основаниями, при этом преобладает кальциево-магниево-содовая составляющая. Таким образом, естественный почвенный покров характеризуется крайне низким уровнем плодородия.

Растительность относится к среднетаежной и северотаежной подзонам таежной зоны, представленной светлохвойными лесами из лиственницы. Северная граница территории также охватывает подзону горнотаежных редколесий. Общая площадь лесов сокращается в направлении с запада на восток, что приводит к увеличению площади болот [12].

Развитие растительности обусловлено суровым резкоконтинентальным климатом, наличием сплошного распространения многолетнемерзлых пород, а также полого-увалистым рельефом водораздела (р. Далдын) с абсолютными отметками 280–450 м [1].

Основным лесообразующим видом является лиственница Гмелина, доля ели незначительна. Леса характеризуются низкими классами бонитета (V–V a-V б), хорошо развитым мохово-лишайниковым покровом под пологом. Древостои имеют низкую сомкнутость (0,2–0,3), деревья отличаются узкой кроной, угнетенным ростом и высоким содержанием сухостоя.

Преобладают мохово-лишайниковые голубично-багульниковые лиственничные редколесья. На междуречьях, сложенных карбонатными породами, встречаются моховые редколесья, занимающие меньшие площади по сравнению с лишайниковыми, располагаясь узкими полосами по мелким эрозионным ложбинкам. В этих местах отмечается более обильный подрост лиственницы.

Поймы рек слабо развиты, в них распространены ивовые и ерниковые сообщества, а также моховые лиственничники в комплексе с заболоченными участками.

В пониженных элементах рельефа выражены процессы заболачивания. Наряду с заболоченными луговыми и лесными сообществами, здесь встречаются типичные болота и кочкарные мари.

Таежные ландшафты характеризуются мозаичностью, что влияет на их способность к самовосстановлению. Наблюдается возрастание неустойчивости природных экосистем к антропогенному воздействию в направлении с запада на восток, что оказывает влияние на процессы формирования почвы и растительности. Однако степень изученности антропогенных нарушений снижается в том же направлении [3], [10].

Первоначальный этап воздействия характеризуется полным уничтожением растительности и почвенного слоя на площадях, отводимых под карьеры, отвалы пустых пород, хвостохранилища и другие промышленные объекты. Это приводит к нарушению естественного рельефа, изменению гидрологического режима и возникновению техногенных форм рельефа.

В дальнейшем, по мере эксплуатации месторождения, происходит прогрессирующее расширение зоны воздействия. Формируются обширные участки с нарушенным почвенным покровом, подверженные эрозии и деградации. Отвалы пустых пород становятся источником пыли и загрязняющих веществ, негативно влияющих на окружающую среду [11].

Влияние промышленного освоения на почвенно-растительный покров проявляется не только в физическом уничтожении, но и в изменении его химического состава. Загрязнение тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсичными веществами приводит к угнетению и гибели растительности, а также к снижению плодородия почв [8].



Рисунок 1 - Карта Удачинского ГОКа в 1998-м году
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.48.1>



Рисунок 2 - Карта Удачинского ГОКа 2022-м году
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.48.2>

По картам Удачинского ГОКа можно определить увеличение объема добычи полезных ископаемых в Удачинском ГОКе. Визуально это выражается в расширении границ карьеров «Удачный» и «Зарница», увеличении отвалов пустой породы. Сравнительный анализ карт демонстрирует более интенсивную разработку месторождения и, как следствие, увеличение объемов добываемой алмазоносной руды. С каждым годом объемы промышленности увеличиваются, что, в свою очередь, приводит к росту количества производимых отходов. Учитывая масштабы промышленного производства, становится очевидным, что без комплексного подхода к утилизации и переработке отходов нельзя говорить о стабильном и безопасном будущем для планеты. В частности, актуальность изучения промышленных отходов значительно возрастает в рамках концепции устойчивого развития, которая стремится сбалансировать экономические, экологические и социальные интересы [13].

В целом нарушенные территории Удачинского промышленного узла характеризуются повышенными концентрациями лития, галлия и марганца с коэффициентами концентрации относительно регионального фона 6,6–10; 2,6–7,5; 1,9–3,5 соответственно.

Накопительные ряды по видам нарушенности территории выглядят следующим образом (табл 1):

Таблица 1 - Накопительные ряды по видам нарушенности территории

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.48.3>

Отвал «Южный»	Li ₁₀ > Ga _{6,7} > Y _{4,8} > Ge _{4,3} > B _{3,3} > Sn _{3,2} > Sc _{2,9} > Mn _{2,7} > Pb _{2,6} > Ti _{2,3} > Cu _{2,1} > Be _{2,0} > Cr _{1,9}
Борт карьера	Li _{9,9} > Ga _{7,5} > Mn _{3,5} > V _{3,4} > Ag (Pb) _{2,7} > Sn _{2,1} > Cu _{1,7} > Ge (Y) _{1,6}
Дороги	Li _{12,2} > Ga _{4,2} > Pb _{3,4} > Ge _{2,3} > Ag(Cr) _{2,0} > Sn _{1,9}
ЛЭП	Li _{6,0} > Ga _{2,6} > Ag _{2,0} > Sn _{1,6}



Отвал «Южный»	Li ₁₀ > Ga _{6,7} > Y _{4,8} > Ge _{4,3} > B _{3,3} > Sn _{3,2} > Sc _{2,9} > Mn _{2,7} > Pb _{2,6} > Ti _{2,3} > Cu _{2,1} > Be _{2,0} > Cr _{1,9}
Площадки скважин	Li _{10,4} > Mn _{3,9} > Ga _{3,3} > Sn _{2,1} > Pb _{2,0} > Ge _{1,9} > B (Sc, Zn-Ag-Co) _{1,6}
Хвостохранилища	Li _{9,9} > Ga _{7,4} > Sn _{3,0} > V _{2,7} > Ag _{2,6} > Pb _{2,2} > Mn (Ge, Y) _{1,9} > Ni _{1,8} > Cu _{1,5}
Селитебные территории	Pb _{9,2} > Li _{6,5} > Ga _{4,4} > V _{2,1} > Ag _{2,0} > Sn _{1,8} > Mn _{1,5}

В целом в почвенном покрове Западной Якутии на уровне токсичных концентраций находятся бор и хром. Участок локального фона характеризуется высокими концентрациями бора, хрома и цинка. Селитебные территории обладают фитотоксичными концентрациями ванадия и существует тенденция к накоплению свинца. Площадки гидрологических скважин характеризуются высокими концентрациями цинка, марганца, хрома и бора. В почво-грунтах бортов хвостохранилищ отмечено высокое содержание цинка, хрома и бора, а также токсичные концентрации ванадия и никеля. В грунтах карьера в фитотоксичных концентрациях находятся талий, хром и ванадий, а так же наблюдается высокое содержание цинка, меди, марганца и бора. В грунтах отвала «Южный» в фитотоксичных концентрациях обнаружены хром, ванадий и бор. Высокими концентрациями обладают кобальт, молибден, галлий, цинк, марганец и бериллий. Необходимо отметить, что цинк, свинец, висмут, талий и бериллий — это элементы-токсиканты первого класса опасности.

Объект исследования отвал Южный Удачинского ГОКа имеет высоту более 70 метров, угол откоса отвала составляет 35–40° (местами 60–70°).

На территории района исследования большое распространение получили антропогенные комплексы, как площадного распространения, так линейного и локального воздействия. К площадным антропогенным комплексам относятся селитебные участки, карьеры, отвалы, гари, хвостохранилища и т.д. Линейные антропогенные комплексы — это дороги, линии ЛЭП и газопроводы. Локальные антропогенные комплексы включают территории небольших хозяйств, участки ГРС, котельных и т.д.

Породы отвалов представляют собой крупно-глыбистые горные породы с примесью глины (суглинков). Зарастания отвалов идет медленно, описаны единичные виды растений на более пологих и затененных участках, причем часто лишь на поверхности старых отвалов.

Грунты, слагающие отвал «Южный», характеризуются как средне- и крупнообломочные с размером плохо окатанных частиц от 10 см и более 20 см. В составе грунтов присутствует до 5% глинистого заполнителя. Реакция среды средне-, сильнощелочная. Содержание биогенных элементов по отчету на 2021 году очень низкая, т.е. о преобразовании органики в гуминовые вещества речь пока не идет.

Обсуждение

По фоновым материалам Института грунты Южного отвала характеризуются щелочной рН, ближе к подошве отвала и на бровке, там, где существует вероятность попадания песчано-суглинистого материала, реакция среды становится ближе нейтральной. В составе мелкозема определено некоторое количество органики, но т.к. обогащенность азотом очень низкая, то о преобразовании органики в гуминовые вещества речь не идет. Содержание подвижного фосфора очень низкое, а содержание подвижного калия чрезвычайно высокое, что связано с высоким содержанием калия во вмещающих породах и высоко минерализованных рассолах, которыми пропитаны породы. В составе обменных оснований преобладает кальций, но при этом достаточно высокое содержание калия, что говорит о засоленности пород [5].

Биотестирование почв предполагает комплекс экспериментальных мероприятий, которые направлены на проверку ее токсичности. Она выражается в степени воздействия тех или иных отходов/других веществ, содержащихся в почве, на организмы, которые в ней существуют [9].

Таким образом, промышленное освоение территории Удачинского ГОК оказывает существенное и многоплановое воздействие на поверхность и почвенно-растительный покров, требующее проведения комплекса мероприятий по рекультивации и восстановлению нарушенных земель [2].

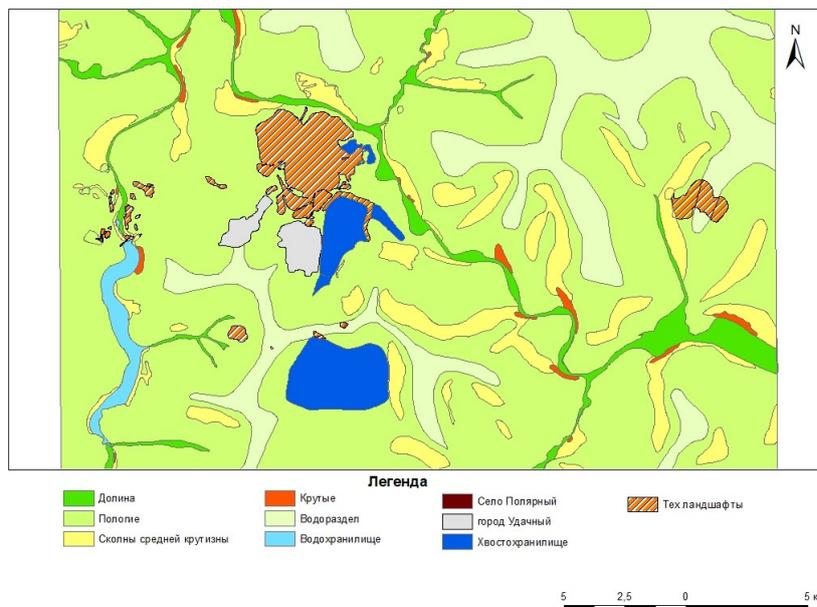


Рисунок 3 - Карта ландшафтов Удачинского ГОКа
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.48.4>

По карте можно увидеть что, работа Удачинского ГОКа неуклонно сопровождается формированием деградированных территорий, требующих пристального изучения в рамках экологического контроля и восстановления. Состояние земель, подвергшихся влиянию добычи, напрямую отражает степень воздействия комбината на окружающую среду и сигнализирует о необходимости корректировки технологических процессов и стратегий управления ресурсами.

В процессе извлечения минеральных ресурсов возникают обширные зоны с нарушенным почвенным покровом, представленные эродированными карьерами, отвалами пустой породы и шламохранилищами. Эти земли утрачивают естественную способность к восстановлению, а экосистемы в окрестностях испытывают негативные последствия в виде сокращения видовой разнообразия, загрязнения и ухудшения характеристик почвы. Согласно статистическим данным, область деградированных земель, возникших из-за деятельности УГОКа, охватывает значительные пространства, что вызывает серьезную озабоченность в научных и общественных кругах.

Для минимизации негативных последствий промышленного освоения необходимо проведение тщательного экологического мониторинга, включающего в себя регулярные замеры загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, а также почвенного покрова. Полученные данные позволяют своевременно выявлять очаги загрязнения и разрабатывать меры по их устранению.

Важным направлением является разработка и внедрение технологий, направленных на снижение объема отходов производства и повышение степени их переработки. Это позволит уменьшить площадь, занимаемую отвалами пустых пород и хвостохранилищами, а также снизить риск загрязнения окружающей среды. Кроме того, необходимо внедрение эффективных систем пылеподавления и очистки сточных вод [7].

Рекультивация нарушенных земель является неотъемлемой частью процесса промышленного освоения. Она включает в себя комплекс мероприятий, направленных на восстановление плодородия почв и воссоздание растительного покрова. На первом этапе проводится техническая рекультивация, включающая планировку поверхности, создание дренажных систем и внесение органических и минеральных удобрений. На втором этапе осуществляется биологическая рекультивация, заключающаяся в посадке растений, устойчивых к неблагоприятным условиям.

Эффективность рекультивационных мероприятий во многом зависит от правильно подобранного ассортимента растений. Необходимо использовать местные виды, адаптированные к климатическим условиям региона и способные расти на бедных и загрязненных почвах. При этом следует учитывать не только экологические, но и экономические аспекты, выбирая растения, имеющие хозяйственную ценность.

Для создания устойчивого растительного покрова необходимым элементом является плодородный или потенциально плодородный слой. Снятый плодородный верхний слой почвы используется для рекультивации нарушенных земель или улучшения малопродуктивных угодий. Использование его для целей, не связанных с сельским и лесным хозяйством, допускается только в исключительных случаях, при экономической нецелесообразности или отсуствии возможностей его использования для улучшения земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда. Для озеленения и благоустройства территорий населенных пунктов и других целей, не связанных с сельским и лесным хозяйством, преимущественно используются соответствующие санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям потенциально-плодородные слои и породы, а также плодородный слой почвы, снимаемый в черте населенных пунктов при проведении строительных и иных работ.

Особое внимание следует уделять разработке и внедрению экологически безопасных технологий добычи и переработки полезных ископаемых. Это предполагает использование альтернативных методов, позволяющих снизить



воздействие на окружающую среду, таких как кучное выщелачивание, подземная газификация углей и другие. Важно также учитывать возможность использования возобновляемых источников энергии для обеспечения производственных процессов, что позволит снизить выбросы парниковых газов и других загрязняющих веществ [6].

Заключение

Для обеспечения эффективного контроля за соблюдением экологических требований необходимо внедрение системы экологического менеджмента на предприятиях, осуществляющих промышленное освоение. Эта система должна включать в себя разработку экологической политики, определение целей и задач в области охраны окружающей среды, а также разработку и внедрение процедур и процессов, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Важным элементом системы экологического менеджмента является проведение регулярных экологических аудитов, позволяющих оценивать эффективность реализованные меры и определение областей для улучшения.

Не менее важным является повышение экологической культуры и ответственности всех участников процесса промышленного освоения. Необходимо проводить обучение и повышение квалификации персонала в области охраны окружающей среды, а также информировать население о проблемах и перспективах экологического развития региона. Важно вовлекать общественность в процесс принятия решений, касающихся промышленного освоения, и учитывать ее мнение при разработке экологических программ и проектов.

В целом, минимизация негативных последствий промышленного освоения требует комплексного подхода, включающего в себя проведение тщательного экологического мониторинга, разработку и внедрение экологически безопасных технологий, рекультивацию нарушенных земель, внедрение системы экологического менеджмента и повышение экологической культуры всех участников процесса. Только при соблюдении этих условий возможно обеспечить устойчивое развитие региона и сохранить окружающую среду для будущих поколений.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. — Москва: ГУГК при СМ, 1989. — 115 с.
2. Бугаев Г.Г. Добыча алмазов и ее воздействие на ландшафты Удачинского ГОКа / Г.Г. Бугаев. — Якутск, 2022. — С. 73.
3. Дружинина О.А. Динамика растительности в районах интенсивного освоения Крайнего Севера / О.А. Дружинина // Сообщества Крайнего Севера и человек. — Москва: Наука, 1985. — С. 205–230.
4. Лукичева А.Н. Растительность Северо-Запада Якутии и ее связь с геологическим строением местности / А.Н. Лукичева. — Москва; Ленинград: АН СССР, 1963. — 168 с.
5. Миронова С.И. Подбор методов биологической рекультивации отвалов Удачинского ГОКа АК «АЛРОСА» (ПАО) без применения потенциально плодородных почв / С.И. Миронова. — Якутск, 2021. — 40 с.
6. Миронова С.И. «Рекультивация земель при разработке месторождений полезных ископаемых Якутии» / С.И. Миронова, В.В. Иванов // Учебно-методическое пособие. — Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2005. — 66 с.
7. Миронова С.И. Опыт рекультивации отвалов алмазных карьеров Якутии / С.И. Миронова // Экология и промышленность России. — 2009. — № 12. — С. 40–43.
8. Никифоров А.А. Экологические основы биологической рекультивации отвалов карьера Айхал (Западная Якутия) / А.А. Никифоров. — Якутск, 2018. — 154 с.
9. Петров А.А. Молодые почвы, сформированные на отвалах вскрышных пород разработки коренных месторождений алмазов на Северо-Западе Якутии / А.А. Петров // Проблемы региональной экологии. — 2022.
10. Подшведкин В.В. Влияние техногенных факторов (загрязнение атмосферы) на растительность и животный комплекс тундровых ландшафтов / В.В. Подшведкин // Освоение Севера и проблема рекультивации. — Сыктывкар, 1994. — С. 47–52.
11. Поисеева, С.И. Современное состояние растительности в зоне техногенеза / С.И. Поисеева // Проблемы региональной экологии. — 2008. — № 2. — С. 83–86.
12. Лукичева А.Н. Растительность северо-запада Якутии ее связь с геологическим строением местности / А.Н. Лукичева. — Москва: Изд-во АН СССР, 1963. — 168 с.
13. Щадов И.М. О результатах и перспективах использования ресурсов ДЗЗ в решении прикладных задач угледобывающей отрасли в формате мировой экономики / И.М. Щадов, Е.Я. Франк // Ugol. — 2018. — URL: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201807058> (дата обращения: 16.03.2025). — DOI: 10.18796/0041-5790-2018-7-58-61.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Atlas selskogo khozyaistva Yakutskoi ASSR [Atlas of Agriculture in the Yakut ASSR]. — Moscow: State Committee for Geodesy and Cartography under the Council of Ministers, 1989. — 115 p. [in Russian]
2. Bugaev G.G. Dobichaalmazov i yee vozdeistvie na landshafti Udachninskogo GOKa [Diamond mining and its impact on the landscapes of the Udachninsk MPP] / G.G. Bugaev. — Yakutsk, 2022. — P. 73. [in Russian]
3. Druzhinina O.A. Dinamika rastitelnosti v raionakh intensivnogo osvoeniya Krainego Severa [Vegetation dynamics in areas of intensive development in the Far North] / O.A. Druzhinina // Soobshchestva Krainego Severa i chelovek [Communities of the Far North and People]. — Moscow: Nauka, 1985. — P. 205–230. [in Russian]
4. Lukicheva A.N. Rastitelnost Severo-Zapada Yakutii i yee svyaz s geologicheskimi stroeniyami mestnosti [The vegetation of north-western Yakutia and its connection with the geological structure of the area] / A.N. Lukicheva. — Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 1963. — 168 p. [in Russian]
5. Mironova S.I. Podbor metodov biologicheskoi rekultivatsii otvalov Udachninskogo GOKa AK «ALROSA» (PAO) bez primeneniya potentsialnogo plodorodnykh pochv [Selection of biological reclamation methods for the tailings of the Udachninsk MPP of 'ALROSA' (PJSC) without the use of potentially fertile soils] / S.I. Mironova. — Yakutsk, 2021. — 40 p. [in Russian]
6. Mironova S.I. «Rekultivatsiya zemel pri razrabotke mestorozhdenii poleznykh iskopaemikh Yakutii» [‘Land reclamation during the development of mineral deposits in Yakutia’] / S.I. Mironova, V.V. Ivanov // Study guide. — Yakutsk: Yakutsk University Publishing House, 2005. — 66 p. [in Russian]
7. Mironova S.I. Opyt rekultivatsii otvalov almaznykh karerov Yakutii [Experience in the reclamation of diamond mine dumps in Yakutia] / S.I. Mironova // Ekologiya i promyshlennost Rossii [Ecology and Industry in Russia]. — 2009. — № 12. — P. 40–43. [in Russian]
8. Nikiforov A.A. Ekologicheskie osnovy biologicheskoi rekultivatsii otvalov karera Aikhal (Zapadnyaya Yakutiya) [Ecological foundations of biological reclamation of the Aikhal quarry dumps (Western Yakutia)] / A.A. Nikiforov. — Yakutsk, 2018. — 154 p. [in Russian]
9. Petrov A.A. Molodie pochvy, sformirovannye na otvalakh vskrishnykh porod razrabotki korenykh mestorozhdeniialmazov na Severo-Zapade Yakutii [Young soils formed on spoil heaps from the development of primary diamond deposits in north-western Yakutia] / A.A. Petrov // Problemy regionalnoi ekologii [Problems of Regional Ecology]. — 2022. [in Russian]
10. Podshvedkin V.V. Vliyaniye tekhnogennykh faktorov (zagryazneniye atmosfery) na rastitelnost i zhivotnyy kompleks tundrovnykh landshaftov [The impact of anthropogenic factors (atmospheric pollution) on vegetation and fauna in tundra landscapes] / V.V. Podshvedkin // Osvoeniye Severa i problema rekultivatsii [Development of the North and the problem of reclamation]. — Siktivkar, 1994. — P. 47–52. [in Russian]
11. Poiseeva, S.I. Sovremennoye sostoyaniye rastitelnosti v zone tekhnogeneza [The current state of vegetation in the technogenic zone] / S.I. Poiseeva // Problemy regionalnoi ekologii [Problems of Regional Ecology]. — 2008. — № 2. — P. 83–86. [in Russian]
12. Lukicheva A.N. Rastitelnost severo-zapada Yakutii yee svyaz s geologicheskimi stroeniyami mestnosti [The vegetation of north-western Yakutia and its connection with the geological structure of the area] / A.N. Lukicheva. — Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1963. — 168 p. [in Russian]
13. Shchadov I.M. O rezultatakh i perspektivakh ispolzovaniya resursov DZZ v reshenii prikladnykh zadach ugledobivayushchei otrasli v formate mirovoi ekonomiki [On the results and prospects of using remote sensing resources in solving applied problems in the coal mining industry in the global economy] / I.M. Shchadov, Ye.Ya. Frank // Ugol. — 2018. — URL: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201807058> (accessed: 16.03.2025). — DOI: 10.18796/0041-5790-2018-7-58-61. [in Russian]