



АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА НЕДР «КУРЬЯН-2» В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Липина Л. Н. ORCID ID 0000-0003-0725-5017

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Российская Федерация,
e-mail: geo-lipina@rambler.ru*

В работе анализируется воздействие горнодобывающей промышленности на окружающую среду. Показано, что удельная землеемкость горных работ в России растет, а общая площадь нарушенных земель превышает 3 млн га. При открытой добыче создаются карьеры, которые полностью изменяют ландшафт местности. Целью исследования является анализ воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду и разработка мероприятий по рекультивации земель на участке недр «Курьян-2», расположенном на территории Тындинского муниципального округа Амурской области (приравнен к районам Крайнего Севера). Показано, что для рекультивации карьера «Курьян-2» выбрано лесохозяйственное направление восстановления нарушенных земель. Подчеркнута необходимость комплексного подхода, с учетом климатических условий в сочетании горнотехнических и биологических мероприятий, а также соблюдения требований законодательства. Восстановление почвенного слоя в условиях многолетней мерзлоты представляет собой довольно сложную задачу на фоне крайне медленных процессов почвообразования. Для ускорения восстановления почвенного слоя предлагается использование термоизолирующих материалов в виде специального покрытия. После внесения удобрений площадь карьера будет засеяна семенами кедрового стланика и лиственницей Гмелина.

Ключевые слова: геоэкология, горнодобывающая промышленность, нарушенные земли, рекультивация, гранодиориты, Амурская область

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE MINING INDUSTRY AND DEVELOPMENT OF LAND RECLAMATION MEASURES (USING THE EXAMPLE OF THE KURYAN-2 SUBSOIL SITE IN THE AMUR REGION)

Lipina L. N. ORCID ID 0000-0003-0725-5017

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Pacific State University",
Khabarovsk, Russian Federation, e-mail: geo-lipina@rambler.ru*

This paper analyzes the environmental impact of the mining industry. It demonstrates that the specific land intensity of mining operations in Russia is increasing, and the total area of disturbed land exceeds 3 million hectares. Open-pit mining creates quarries that completely alter the local landscape. The objective of the study is to analyze the environmental impact of mining and develop measures for land reclamation at the Kuryan-2 subsoil site, located in the Tynda Municipal District of the Amur Region (equivalent to regions of the Far North). It is shown that a forestry approach to land restoration has been chosen for the reclamation of the Kuryan-2 quarry. The need for an integrated approach, taking into account climatic conditions, combining mining engineering and biological measures, and compliance with legal requirements is emphasized. Restoring the soil layer in permafrost conditions is a complex task, given the extremely slow processes of soil formation. The specifics of such zones are addressed and the application of modern technologies are discussed. To accelerate soil regeneration, the use of thermal insulation materials in the form of a special coating is proposed. After fertilization, the quarry area will be seeded with dwarf pine and Gmelin larch seeds.

Keywords: geoecology, mining industry, disturbed lands, reclamation, granodiorites, Amur region

Введение

Горнодобывающая промышленность оказывает существенное воздействие на окружающую среду. В связи с ухудшением горнотехнических условий разработки месторождений ежегодно растет удельная землеемкость (м²/т) горных работ, в результате чего в настоящее время общая площадь нарушенных открытыми горными работами земель в России превышает 3 млн га (что сопоставимо с территорией некоторых евро-

пейских стран, например Бельгии или Армении). Открытые и подземные разработки полезных ископаемых приводят к изменению рельефа, уничтожению растительного и почвенного покрова, нарушению гидрологического режима, загрязнению поверхностных и подземных вод, выбросам пыли и парниковых газов в атмосферу, а также к потере биоразнообразия и фрагментации естественных сред обитания. В конце 1980-х гг. в зарубежной литературе в области экономики

и экологии, социологии и политологии, глобалистики и права обширное распространение получил термин «устойчивое развитие», которым обозначалось социально-экономическое и экологическое развитие, направленное на разумное удовлетворение потребностей людей при одновременном улучшении качества жизни ныне живущих и будущих поколений, на бережное использование ресурсов планеты и сохранение природной среды. Рекультивация – это важнейший механизм сохранения природы, который способствует не только восстановлению природного баланса, но и обеспечивает устойчивое развитие территорий, жизнь отработанным карьерам, свалкам и загрязненным территориям, предотвращая деградацию почв и восстанавливая биоразнообразие.

Рекультивация земель рассматривается как основной способ воспроизводства земельных ресурсов, создания оптимальных культурных антропогенных ландшафтов в конкретных природно-климатических условиях данного района.

При открытой добыче создаются карьеры, которые полностью изменяют ландшафт местности [1]. Практика эксплуатации месторождений указывает, что обеспечение необходимых условий охраны недр и окружающей среды возможно при соблюдении определенных условий:

- комплексное и экономически целесообразное извлечение из недр запасов основных и совместно залегающих с ними полезных ископаемых;
- рациональное использование вскрышных пород при открытом способе добычи полезных ископаемых.

Отвалы занимают огромные территории, часто превышая размеры самого карьера, при этом до разработки с территории будущего карьера и прилегающих зон полностью уничтожаются леса, кустарники и травяной покров. При буровзрывных работах и транспортировке породы до дробления и переработки – в атмосферу выбрасывается огромное количество пыли. Мелкодисперсная пыль, практически невидимая для невооруженного глаза человека, состоит из микроскопических частиц горных пород, часто содержащих кремнезем. По данным экологов, уровень концентрации пыли в воздухе на карьерах может превышать предельно допустимые нормы в сотни и даже тысячи раз, а содержание свободной двуокиси кремния в некоторых случаях может достигать 60–80 % [2,3]. Производственная пыль – одна из наиболее распространенных профессиональных вредностей, которая мо-

жет вызывать пылевые заболевания. Опасность легочных заболеваний возрастает с увеличением содержания в пылевом аэрозоле свободной двуокиси кремния.

Строительство крупных карьеров, размещение отвалов пустых пород, хвостов обогатительных фабрик и др. приводит к образованию техногенных земель, требующих, в свою очередь, рекультивации.

Цель исследования – анализ воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду и разработка мероприятий по рекультивации земель (на примере участка «Курьян-2» в Амурской области)

Объект исследования – карьер «Курьян-2», расположен на территории Тындинского муниципального округа Амурской области, в 6 км от г. Тынды. Предмет исследования – процессы восстановления земель, реализуемые на этой территории.

Материалы и методы исследования

В данном исследовании использованы методы исследования:

- теоретические (теоретико-методологический анализ, правовой анализ и др.);
- эмпирические (наблюдение, метод моделирования, картографические анализ и др.).

Информационной базой исследования послужили материалы нормативных документов в области экологической безопасности России и субъектов Дальневосточного федерального округа (ДФО), данные Росстата, которые имеются в открытом доступе.

Несмотря на ужесточение законодательства в плане восстановления нарушенных земель количество этих земель остается высоким из-за масштабной деятельности горнодобывающих комбинатов. На территории ДФО ведут деятельность более 200 горнодобывающих предприятий, обеспечивая высокую долю добычи важнейших полезных ископаемых России.

Научные труды по проблеме продуктивности нарушенных горными работами земель в процессе добычи строительных материалов свидетельствует о том, что в настоящее время недостаточно применяются меры по восстановлению этих земель [4–6].

Важнейший экологический аспект рекультивации представлен в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», который вводит понятие рекультивации в контексте защиты природной среды. Статья 42 прямо указывает, что предприятия и организации всех форм собственности, ведущие деятельность, сопровождающуюся разру-

шением основных компонентов природной среды, обязаны осуществлять работы по рекультивации [7, 8]. Деграция земель является движущей силой изменения климата через выбросы парниковых газов (ПГ) и сниженные нормы поглощения углерода. С 1990 г. во всем мире площадь лесов уменьшилась на 3 %.

Результаты исследования и их обсуждение

Участок недр (объект «Курьян-2») расположен на территории Тындинского муниципального округа Амурской области (район приравнен к районам крайнего Севера), в 6 км от г. Тынды. Вдоль южной границы месторождения проходит автомобильная дорога Тында – Ларба и Байкало-Амурская железнодорожная магистраль (БАМ). Вблизи находится дачный поселок. Разработкой месторождения занимается ведущая производственно-инжиниринговая компания ОАО «Бамстроймеханизация», которая специализируется на выполнении строительно-монтажных работ в сегменте транспортного строительства [9].

Общая площадь участка составляет 15,3 га. Рельеф территории преимущественно низкогорный с абсолютными отметками от 643 до 1100 м, относительные превышения водоразделов над долинами рек достигают 110–230 м, склоны водоразделов в основном пологие (рисунок).



Расположение карьера «Курьян-2»
Примечание: фрагмент карты
с Google Earth Pro

Воздействия на природную среду карьера месторождения магматических пород (гранит) «Курьян-2» – это изменение ландшафта, почвенного и растительного покрова, атмосферное и шумовое воздействие. Известно, что отработка карьера производилась валовым способом, что привело в первую очередь к полному нарушению ландшафта. При валовой выемке гранита на месторождении «Курьян-2» происходит коренная трансформация территории, формируется глубокая техногенная чаша карьера и внешние отвалы вскрышных пород, что полностью меняет естественный рельеф.

Плодородный слой и растительность уничтожаются на всей площади земельного отвода, что ведет к потере биологической продуктивности земель.

Буровзрывные работы и работа тяжелой техники создают постоянное пылевое загрязнение и высокий уровень звукового давления, воздействуя на прилегающие экосистемы. Взвешенные частицы (пыль), диоксид азота (NO_2), оксид углерода (CO), диоксид серы (SO_2) и др. превосходят ПДК в разы и отрицательно действуют на персонал и жителей близлежащих поселений. Работы в суровых климатических условиях Севера и Дальнего Востока требуют особых подходов к реабилитации, так как природные экосистемы здесь восстанавливаются крайне медленно.

Процессы рекультивации часто не успевают за темпами образования отвалов и карьеров, требуя комплексных мер по восстановлению почвенного покрова. Устранение этой проблемы начинается с вопросов обеспечения экологической и социальной безопасности, восстановления продуктивности нарушенных земель. В связи с этим необходимо создание ускоренного формирования оптимальных культурных ландшафтов продуктивным почвенно-растительным покровом.

Согласно действующему законодательству выбрано лесохозяйственное направление: посадка деревьев и кустарников для закрепления склонов и восстановления биогеоценоза.

Предлагаемый комплексный подход к рекультивации нарушенных горными работами земель представляет собой систему последовательных мероприятий, направленных на восстановление территорий с учетом специфических природно-климатических условий региона. Каждый из основных этапов – технический и биологический – имеет свои особенности и требования к восстановлению исследуемой территории.

Таблица 1

Мероприятия технического этапа рекультивации карьера в условиях северных районов Амурской области

Технологический процесс	Технические параметры	Предполагаемый результат
Планировка поверхности	Уклон не более 3–5°	Формирование устойчивого рельефа
Формирование откосов	Угол до 25–30°	Предотвращение эрозии
Нанесение плодородного слоя	Мощность 20–40 см	Создание основы для растительности

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 2

Основные характеристики термоизолирующих материалов

Характеристика	Геотекстиль	Агротекстиль
Терморегуляция	Сглаживает резкие перепады температур, защищая семена от вымерзания ночью и перегрева днем	Обязательна, так как материал постоянно находится под солнцем
Удержание влаги	Пропускает воду, но задерживает частицы грунта (фильтрация)	Пропускает воду, воздух и (часто) солнечный свет
Прочность	Очень высокая. Выдерживает давление щебня, песка и строительной техники	Относительно низкая. Легко рвется при механическом воздействии
Плотность	Обычно от 100 до 600 г/м ²	Обычно от 17 до 60 г/м ² (белый) и до 100 г/м ² (черный)

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.

При выполнении технического этапа рекультивации земель после завершения разработки месторождения выполняется планировка территории (выравнивание поверхности дна карьера, устранение остаточных техногенных образований). Для укрепления откосов и защиты от осыпания предлагается использовать гибкие системы из противозерозионных средств и сеток из высокопрочной стальной проволоки. Это современное решение для укрепления откосов и склонов, сложенных рыхлыми и выветриваемыми скальными грунтами. Стабилизация поверхности откосов техническими средствами с целью уменьшения их эрозии. Основные мероприятия технического этапа рекультивации в условиях северных районов Амурской области приведены в табл. 1.

Планировка поверхности включает выравнивание поверхности дна карьера использованием тяжелой строительной техники, устранение остаточных техногенных образований и подготовку территорий для дальнейшего биологического восстановления.

Исследования свидетельствуют о том, что при разработке комплексной схемы реабилитации горнопромышленных территорий необходимо предусмотреть технические регламенты на уровне законов или нормативных актов. Определены общие

требования к рекультивации земель [10–12], которые при выполнении биологического этапа (возобновление растительного покрова) позволят вернуть выбывшие земли в хозяйственный оборот и восстановить биоразнообразие. Поскольку общие требования задают лишь вектор, для реального восстановления биоразнообразия важна детальная проработка именно биологического этапа.

Восстановление почвенного слоя в условиях многолетней мерзлоты представляет собой довольно сложную задачу на фоне крайне медленных процессов почвообразования, измеряемых десятилетиями и столетиями [13–15]. Такие территории требуют особого подхода и применения современных технологий. В связи с этим для ускорения восстановления почвенного слоя предлагается использование специального термоизолирующего покрытия

В табл. 2 дан сравнительный анализ термоизолирующих материалов – геотекстиля и агротекстиля.

Учитывая дополнительные факторы (как частично завезенный плодородный слой), лучшим вариантом будет геотекстиль с плотностью 200–300 г/м², который защитит от выветривания и вымывания, пока молодая растительность не окрепнет. Одним из основных подходов к восстановлению

почвенного слоя в условиях многолетней мерзлоты является использование органических удобрений и мелиорантов.

Полученные результаты позволили сделать предварительный вывод о том, что на рекультивируемых территориях нужно создавать сложные фитоценозы. После внесения удобрений площадь карьера будет засеяна семенами кедрового стланика и лиственницей Гмелина (имеет мощную корневую систему). Эти растения устойчивы к условиям Крайнего Севера и особенностям данных почв, выдерживают экстремальные морозы (до -60°C). После достижения определенного процента приживаемости саженцев (обычно через 1–3 года после посадки) работы по восстановлению утраченных земель на исследуемой территории считаются завершенными.

Таким образом, комплексный подход к рекультивации земель карьера Курьян-2 – это основной этап недропользования, направленный на восстановление нарушенных земель, экологическое и экономическое восстановление ландшафтов.

Заключение

Обоснована экологическая реабилитация горнопромышленных территорий, сформировавшихся в результате открытых горных работ предприятием АО «Бамстроймеханизация». Предложен комплексный подход, базирующийся на современных технологиях, принципах устойчивого развития, приоритета охраны окружающей среды и рационального природопользования. Полученные результаты могут быть полезны специалистам в области геоэкологии, горного дела и природопользования.

Список литературы

1. Усиков В. И., Липина Л. Н., Александров А. В., Корнеева С. И. Оценка влияния отходов горного производства на окружающую среду с применением ГИС технологий // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 12. С. 114–126. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-12-0-114-126. EDN: DWCNQV.
2. Калаева С. З. К., Чистяков Я. В., Мурагова К. М., Чеботарев П. В. Влияние мелкодисперсной пыли на биосферу и человека // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 3. С. 40–63. EDN: WWMROH.
3. Папичев В. И. Опасность открытой горной разработки для атмосферы и почв прилегающих территорий // Но-

вые идеи в науках о Земле: материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7 т. (г. Москва, 02–05 апреля 2019 г.). Т. 4. М.: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе. 2019. С. 149–152. EDN: AIDQLC.

4. Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П., Калабин Г. В. Экологизация технологической парадигмы недропользования – локальный ответ на глобальные вызовы // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93. № 1. С. 58–66. DOI: 10.31857/S0869587323010103. EDN: ENJENA.

5. Галченко Ю. П. Интегральная экологическая оценка геомеханического состояния литосферы при устойчивом развитии минерально-сырьевого комплекса // Горный журнал. 2024. № 1. С. 4–8. DOI: 10.17580/gzh.2024.01.01. EDN: BYECBL.

6. Мирзеханова З. Г., Климина Е. М. Показатель «сохранение ландшафтного разнообразия» в региональных экологических программах: структура и алгоритм использования // Развитие территорий. 2025. № 3. С. 55–66. DOI: 10.32324/2412-8945-2025-3-55-66. EDN: KSVGVM.

7. Канакова Е. В., Вдовенко А. В., Липина Л. Н. Рекультивация хвостохранилища № 1 обогатительной фабрики месторождения Албазино // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. № 12–2. С. 64–74. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_122_0_64. EDN: IEIXQO.

8. Остапенко С. П., Месяц С. П. Исследование динамики восстановления природных экосистем, нарушенных при освоении георесурсов, по данным спутниковых наблюдений // Горная промышленность. 2024. № 6. С. 52–58. DOI: 10.30686/1609-9192-2024-6-52-58. EDN: WSGACZ.

9. Сайт Тындинского муниципального округа. [Электронный ресурс]. URL: <https://atrtynda.ru> (дата обращения: 17.03.2026).

10. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ [в ред. от 30.01.2026 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026)]. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773 (дата обращения: 17.03.2026).

11. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (последняя редакция). [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823 (дата обращения: 17.03.2026).

12. Об утверждении Правил проведения рекультивации и консервации земель: Постановление Правительства РФ № 781 от 29.05.2025 г. URL: https://www.consultant.ru/cons_doc_LAW_506469 (дата обращения: 17.03.2026).

13. Баранов А. Б., Наполов О. Б. Методика контроля адаптации рекультивированных и загрязненных территорий к местным природным условиям Крайнего Севера // Газовая промышленность № 3 (765). 2018. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-kontrolya-adaptatsii-rekultivirovannyh-i-zagryaznennyh-territoriy-k-mestnym-prirodnym-usloviyam-kraynego-severa/viewer> (дата обращения: 01.03.2026).

14. Миков Л. С., Счастливец Е. Л., Андроханов В. А. Оценка эффективности рекультивации на участках разреза «Назаровский» с помощью дистанционного зондирования // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. № 1. С. 70–83. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_1_0_70.

15. Недбаев И. С., Елсукова Е. Ю. Изучение мирового и российского опыта по разработке оптимальных путей рекультивации нарушенных земель // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 6. URL: <https://esj.today/PDF/27NZVN621.pdf> (дата обращения: 01.03.2026).

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

Финансирование: Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.