

Давлетшин Искандер Олегович

Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет,

окончил бакалавриат

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Аннотация. В статье проведён анализ проблем и перспектив рекультивации земель, нарушенных при открытой добыче полезных ископаемых. Рассмотрен комплекс техногенных изменений ландшафтов, включая уничтожение почв, формирование токсичных отвалов и трансформацию гидрологического режима. Систематизированы основные барьеры восстановления: методологическая неопределённость, высокая стоимость и длительность почвообразовательных процессов, социально-экономические ограничения. Обоснована необходимость перехода от формальных технических решений к адаптивным биогеоэкологическим стратегиям с применением инновационных биотехнологий и аборигенных видов-ремедиантов.

Ключевые слова: рекультивация земель, техногенные ландшафты, открытая добыча, фиторемедиация, отвальные породы, биогеоэкологический подход, техноземы, устойчивое развитие.

Annotation. The article analyzes the problems and prospects of recultivation of lands disturbed by open-pit mining. The complex of man-made changes in landscapes is considered, including soil destruction, formation of toxic dumps and transformation of the hydrological regime. The main barriers to restoration are systematized: methodological uncertainty, high cost and duration of soil-forming processes, socio-economic constraints. The necessity of transition from formal technical solutions to adaptive biogeocenological strategies using innovative biotechnologies and native remediant species is substantiated.

Keywords: land reclamation, man-made landscapes, open-pit mining, phytoremediation, landfills, biogeocenological approach, technozems, sustainable development.

Горнодобывающая промышленность является фундаментальной основой современной цивилизации, обеспечивая человечество необходимыми минеральными ресурсами. Однако антропогенное воздействие, сопряженное с извлечением полезных ископаемых, особенно открытым способом, приводит к масштабной трансформации биосферы. Процессы разработки месторождений сопряжены с изъятием из хозяйственного оборота значительных земельных площадей, уничтожением почвенного покрова, формированием техногенных форм рельефа и глубоким изменением гидрогеологического режима территорий. Согласно современным оценкам, площади нарушенных земель в угледобывающих и горнорудных регионах продолжают расширяться, что актуализирует проблему их рекультивации как неотъемлемого элемента стратегии устойчивого развития. Восстановление таких ландшафтов представляет собой сложную междисциплинарную задачу, лежащую на стыке горного дела, почвоведения, экологии и экономики. В данной статье рассматриваются системные проблемы, препятствующие эффективной рекультивации, и анализируются перспективные направления развития этой области, основанные на передовых научных разработках и практическом опыте[1].

Техногенная трансформация ландшафтов при добыче полезных ископаемых носит комплексный характер. Нарушение земель включает в себя механическое уничтожение почвенного профиля, изменение физико-химических свойств пород, формирование обширных отвалов вскрышных пород и гидроотвалов, а также образование карьерных выемок, заполняемых водой. Эти процессы приводят к формированию специфических техногенных геосистем, лишенных плодородного слоя и обладающих уникальными, часто экстремальными, характеристиками. Исследования, проведенные на

месторождениях алмазов в Западной Якутии, демонстрируют, что техноземы на начальных стадиях развития классифицируются как литогенно неразвитые почвы с крайне низким почвенно-экологическим индексом. Аналогичные результаты получены при анализе карьерных разработок в Московской и Калининградской областях, где выявлена значительная трансформация химического состава и физических свойств грунтов.

Ключевой проблемой является высокая токсичность субстратов отвалов вследствие содержания тяжелых металлов, кислотных или щелочных соединений, а также их физическая незрелость, выражающаяся в отсутствии структуры и высокой плотности сложения. Важно отметить, что предприятия горнодобывающего сектора оказывают отрицательное воздействие не только на сами изымаемые участки, но и на прилегающие территории через аэрозольное загрязнение и изменение гидрологического режима.

Несмотря на законодательные требования и экономические стимулы, практика рекультивации сталкивается с рядом трудноразрешимых проблем. Одной из главных является методологическая неопределенность и недостаточная обоснованность выбора стратегии восстановления. Традиционно выделяют два основных подхода: техническая рекультивация (активное вмешательство с использованием инженерных и агротехнических методов) и биологическая рекультивация, включающая фиторемедиацию, а также пассивное восстановление, основанное на естественной сукцессии. Сравнительный анализ этих подходов, например, на пост-золотодобывающих ландшафтах Колумбии, показывает, что, хотя активные методы позволяют быстрее достичь целевых показателей по восстановлению растительного покрова, их эффективность в долгосрочной перспективе часто уступает спонтанному возобновлению, которое демонстрирует большее биоразнообразие[2].

Критической проблемой остается высокая стоимость и длительность рекультивационных работ. Восстановление плодородия почв и формирование устойчивых биогеоценозов в техногенных ландшафтах — процесс,

исчисляемый десятилетиями и даже столетиями. Эксперты отмечают, что возвращение экосистем к состоянию, близкому к исходному, в некоторых случаях может занять до 300 лет. Более того, применение таких технологий, как фиторемедиация, для очистки от специфических загрязнителей требует десятков тысяч лет, что делает их экономически неприемлемыми для бизнеса, ориентированного на краткосрочные результаты. Существует также разрыв между декларируемыми целями рекультивации (восстановление продуктивных угодий) и реальными возможностями. Часто под рекультивацией понимается лишь грубое планирование поверхности отвалов с посевом быстрорастущих трав, что создает иллюзию благополучия, но не формирует устойчивых экосистем. В научной литературе справедливо указывается на то, что оценка успешности рекультивации часто базируется на краткосрочных индикаторах, что не позволяет судить о долгосрочной устойчивости формирующихся ландшафтов и полноте восстановления их экологических функций[3].

Кроме того, социально-экономические барьеры, включая конфликт интересов между горнодобывающими компаниями, местными сообществами и государством, существенно осложняют процесс. Пример из Ганы иллюстрирует ситуацию, когда местное население противодействовало преобразованию отработанных карьеров в рыбоводческие хозяйства, что делает невозможным реализацию даже экологически безопасных проектов рекультивации без учета социокультурных факторов. Наконец, остается острой проблема так называемых «исторических нарушений» — территорий, оставленных без рекультивации после закрытия предприятий в советский период, финансирование восстановления которых сегодня является серьезным бременем для государства.

Современная наука предлагает ряд перспективных путей преодоления существующих проблем, смещая акцент с плоскостного восстановления на формирование устойчивых техно-экосистем. Одним из ключевых трендов является переход к биогеоэкологическому принципу рекультивации, который

предполагает не просто создание растительного покрова, а воссоздание целостной системы с замкнутыми циклами вещества и энергии. В этом контексте особый интерес представляют исследования по использованию аборигенных видов растений для фиторемедиации и ускорения почвообразования. Проект ReMOSS, реализованный в Швеции, демонстрирует успешное применение местных мхов для восстановления нарушенных горных ландшафтов. Ранние наблюдения показывают, что использование мохового «праймера» способствует быстрейшему развитию растительности, снижению пылеобразования и стабилизации склонов отвалов, что указывает на высокий потенциал этой биотехнологии .

Критически важным направлением является адаптация методов рекультивации к конкретным климатическим и литологическим условиям. Исследования, проведенные в криолитозоне Западной Якутии, обосновывают применимость модифицированных подходов для оценки почвенно-экологического статуса техногенных ландшафтов. Установлено, что в условиях многолетней мерзлоты, даже при нанесении потенциально плодородного материала в первые 10-20 лет, показатель почвенно-экологического статуса повышается с «неудовлетворительного» до «удовлетворительного» уровня . Это позволяет прогнозировать эффективность рекультивационных работ и выбирать оптимальные технологии. Значительное влияние на улучшение состояния субстрата оказывает содержание физической глины и органического углерода, в то время как высокая плотность сложения пород оказывает негативный эффект[4].

Инновационным вектором также является интеграция горно-планировочных работ с рекультивацией. Предложены новые технологии формирования отвалов, при которых процесс складирования пород изначально ведется с учетом будущего ландшафтного дизайна. Такой подход, основанный на применении специального горнотранспортного оборудования, позволяет одновременно достичь высокой экологической эффективности и снизить затраты на последующую рекультивацию . Важным аспектом становится

диверсификация посттехногенного использования земель. Вместо попыток вернуть территории в их исходное состояние (что часто невозможно или экономически нецелесообразно), предлагаются альтернативные сценарии. Карьерные выемки могут трансформироваться в водоемы для аквакультуры или гидроаккумулирующие электростанции, а спланированные отвалы — использоваться для создания рекреационных зон или промышленных площадок нового типа[5].

Таким образом, проблематика рекультивации земель в районах добычи полезных ископаемых характеризуется высокой сложностью, обусловленной масштабностью антропогенной трансформации, инерционностью природных процессов и несовершенством экономических механизмов. Традиционные подходы, ориентированные на формальное выполнение нормативов, не обеспечивают восстановления биопродуктивности и устойчивости нарушенных ландшафтов. Преодоление текущих проблем видится на пути перехода к адаптивно-ландшафтным стратегиям, базирующимся на детальном учете региональных геохимических и климатических особенностей, а также на использовании инновационных биотехнологий, в частности, фиторемедиации с применением аборигенных видов. Основой для успешной рекультивации должна стать не разовая акция, а долгосрочный управляемый процесс, интегрированный в жизненный цикл горного проекта. Для этого необходимо дальнейшее совершенствование методов индикативной оценки состояния восстановленных территорий, внедрение экономических стимулов для применения передовых технологий и разработка гибких правовых механизмов, позволяющих находить компромисс между экологическими требованиями и социально-экономическими интересами регионов.

Только комплексный, научно обоснованный подход, сочетающий технические, биологические и социальные инструменты, способен обеспечить переход от формальной рекультивации к подлинному экологическому восстановлению техногенно нарушенных территорий, минимизируя

долгосрочный экологический ущерб и создавая основу для нового устойчивого землепользования.

Список источников:

1. Тюкленкова Е.П., Белкина А.И., Красилич О.А., Тюнькова Н.А. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6-2. С. 323-326; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6898> (дата обращения: 08.08.2026).
2. Е. В. Винниченко, В. С. Федчук. Проблемы вовлечения нарушенных горными работами земель в хозяйственный оборот: оценка эффективности рекультивации, новые подходы // Горный журнал: науч. журнал, выпуск № 5 (12). Издательский дом Руда и металлы. – М., 2013. – стр. 46–50.
3. Истомина, А. А. Рекультивация земель, нарушенных горными работами и складированием отходов производств / А. А. Истомина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 26.1 (316.1). — С. 19-21.
4. Осинцева М.А. Особенности рекультивации отработанных территорий угольных разрезов в Кузбассе / М.А. Осинцева, Н.В. Бурова, Е.А. Жидкова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — №9 (123). — URL: <https://research-journal.org/archive/9-123-2022-september/10.23670/IRJ.2022.123.48> (дата обращения: 08.08.2026).
5. Петин А. Н., Толстопятова О. С., Петина М. А. Проблемы рекультивации земель, нарушенных горнодобывающим комплексом: Российский и зарубежный опыт // Sciences of Europe. 2017. №13-1 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-rekultivatsii-zemel-narushennyh-gornodobyvayuschim-kompleksom-rossiyskiy-i-zarubezhnyy-opyt> (дата обращения: 08.08.2026).