

Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 711.2.025

ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ ПОСЛЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Шатило Т.Ф.¹, Сидорова В.В.²

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и архитектуры»,
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181
E-mail:¹ tih.schatilo@yandex.ru,² nucikBBC@yandex.ru,

Аннотация. Данное исследование посвящено проблемам, связанным с рекультивацией карьеров после открытых горных работ, а также рассматривает возможные пути их решения. Открытые горные работы, вносящие значительный вклад в экономическое развитие, оставляют за собой ландшафты, сталкивающиеся с экологическими, социальными и экономическими проблемами. Основное внимание исследования уделяется всестороннему анализу проблем, связанных с процессом рекультивации, включая долгосрочные экологические последствия, отсутствие стандартов восстановления и социально-экономическую сложность.

Существенной частью исследования является изучение потенциальных путей эффективного решения этих проблем. Это включает в себя глубокий анализ инновационных технологий, устойчивых стратегий градостроительства и инициатив по вовлечению общественности. Анализ современных методологий и успешных кейс-стади позволяет предложить практические рекомендации для заинтересованных сторон, градостроителей и экологов, стремящихся к устойчивым решениям проблем рекультивации карьеров. Результаты исследования способствуют более глубокому пониманию сложных динамик, связанных с рекультивацией после горных работ, и предоставляют рекомендации для создания экологически устойчивых и социально гармоничных ландшафтов.

Предмет исследования: эффективность методов рекультивации, воздействие горнодобывающей деятельности на окружающую среду, технологии и практики восстановления почв и растительности, а также возможные экологические последствия и вызовы при попытках восстановить природные условия на этих территориях.

Материалы и методы: проводилось изучение научных материалов и статей по теме восстановление нарушенных земель. Для выявления закономерностей развития различных территорий с поврежденными почвами используется метод сравнительного анализа. В данной работе были рассмотрены теоретические и практические аспекты, связанные с объектом исследования, и сделаны соответствующие выводы. В процессе отбора материалов, связанных с темой публикации, а также в ходе анализа полученных результатов, были использованы следующие методы: дедукция, теоретический анализ, синтез и метод аналогии.

Результаты Проанализировав международный опыт, было выявлено, что во-первых есть проблема исчезновения природной растительности, а именно горные работы могут привести к полной утрате естественного растительного покрова, что создает трудности при восстановлении биосистемы. Во-вторых есть почвенные проблемы, а именно процессы горных работ могут нарушить природные слои почвы, что влияет на ее структуру, плодородие и способность поддерживать растительность.

В третьих есть проблемы связанные с геологическими изменениями, а именно добыча полезных ископаемых может изменить геологическую структуру местности, влияя на гидрологические процессы, рельеф и даже геохимические свойства почв. В четвертых есть проблема загрязнение почвы и воды, а именно горные работы могут привести к выбросам токсичных веществ в почву и водные системы, создавая проблемы для растений и животных. В пятых есть проблема эрозии и обвалов, а именно изменение рельефа и структуры грунта может вызывать эрозию и обвалы, что усугубляет проблемы рекультивации. В шестых есть проблема неустойчивость грунта, а именно процессы горных работ могут сделать грунт менее устойчивым, что приводит к трудностям при создании устойчивых растительных сообществ. В седьмых есть проблемы связанные с остаточными техногенными объектами, а именно проблема заключается в наличие остаточных структур, оборудования или отходов от горных работ создает препятствия для нормального развития экосистемы.

Также имеются проблемы с восстановлением биоразнообразия заключается это в затруднения в восстановлении естественных сообществ растений и животных, включая редкие и уязвимые виды.

Эти проблемы могут потребовать комплексных и долгосрочных усилий для эффективной рекультивации карьеров после горных работ.

Выводы: на основании проведенного анализа литературных и нормативных документов по теме исследования сделан вывод о том, что для успешного восстановления поврежденных участков земли сначала необходимо сформировать почвенный слой, способный удерживать семена трав и предотвращать перемещение частиц техногенных материалов на соседние территории. Чтобы ускорить процесс формирования почвенного покрова, рекомендуется провести отсыпку на поврежденных участках. Толщина рекомендуемого почвенного слоя должна составлять не менее 30–40 см.

Подбор растительных видов для посадки на рекультивированной территории должен осуществляться с учетом ландшафтного подхода, чтобы обеспечить наилучшую приживаемость и сходство с естественными аналогами, а также учитывать функции растительности в укреплении необходимых биогенных веществ в почве, таких как азот. Примерно через 40 лет на рекультивированной территории может сложиться стабильное сообщество (экосистема), хотя оно не обязательно будет структурно аналогичным природным экосистемам. Эффект антропогенного воздействия, выраженный в составе и обилии видов в травяно-кустарничковом ярусе, может сохраняться.

Ключевые слова: рекультивация, карьеры, нарушенные земли.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного развития городов и интенсивного использования природных ресурсов, проблемы рекультивации карьеров после открытых горных работ становятся актуальным и важным аспектом градостроительства. Открытые горные работы, несмотря на свой значительный вклад в экономическое развитие, оставляют за собой значительные территории с нарушенной экосистемой, что представляет собой серьезные вызовы для устойчивости и гармоничного развития современных городов.

Проблемы рекультивации карьеров охватывают широкий спектр аспектов, начиная от экологических и социальных вопросов и заканчивая экономическими и архитектурными вызовами. Отсутствие эффективных механизмов восстановления и интеграции этих обширных территорий может привести к деградации окружающей среды, утрате биоразнообразия и созданию социальных неравенств в городских сообществах.

Целью данного исследования является глубокий анализ проблем рекультивации карьеров после открытых горных работ в контексте градостроительства. Мы стремимся выявить основные трудности, с которыми сталкиваются города при попытке восстановления нарушенных территорий, а также предложить конструктивные решения для создания устойчивых и эстетически привлекательных городских пространств. Анализ этих проблем не только расширит наше понимание вызовов в области рекультивации, но и поможет сформировать стратегии для более эффективного градостроительного развития в будущем.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время накоплен обширный объем теоретического и практического материала по вопросам восстановления нарушенных ландшафтов, причем часть этого материала представлена в существующих нормативных документах. Современные исследования в этой области отличаются комплексным подходом, включающим анализ экологических, экономических и социальных аспектов. Одним из ключевых моментов при восстановлении ландшафтов является определение их будущего функционального назначения.

В данной работе проанализирована научноисследовательская литература. Для исследования

принципов и проблем рекультивации карьеров после открытых горных работ были изучены зарубежные и отечественные работы следующих авторов: В.С. Коваленко [1], Брыжко В.Г. [2], Недбаев И.С. [3], Harshani H.M.D.[4], Вайсман Я.И. [5], Dilly O. [6], Левит С.Я. [7], Тюкленкова Е.П. [8], Костин А.С.[9], Bruno S.S. [10].

В научно-исследовательской работе «Изучение мирового и российского опыта по разработке

оптимальных путей рекультивации нарушенных земель» автора Недбаева И.С. и Елсуковой Е.Ю. опубликованной в журнале «Вестник Евразийской науки» [3] рассмотрены основные проблемы рекультивации карьеров после открытых горных работ и этапы рекультивации нарушенных земель.

Рамочные нормы в отношении лиц, деятельность которых привела к нарушению или ухудшению качества земель (в т.ч. в результате их загрязнения) на всех этапах жизненного цикла производственных объектов, по обязательному обеспечению рекультивации таких земель установлены многими федеральными законами:

- ст. 13 ЗК РФ;
- ст. 13, 21, 60.12, 60.14, 121 Лесного кодекса РФ;
- ст. 34, 39, 46, 78 Закона № 7-ФЗ;
- ст. 11 Закона № 174-ФЗ;
- ст. 9, 12, 22, 23.4, 23.5 Закона «О недрах».

Общие правила проведения рекультивации земель утверждены Постановлением Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (в ред. от 07.03.2019) [11] и регламентируют:

- основные требования к рекультивации земель с обязательной разработкой, согласованием (в определенных случаях) и утверждением проекта рекультивации земель в соответствии с утвержденным содержанием;
- порядок определения лиц, обязанных разрабатывать, согласовывать и утверждать проекты рекультивации земель;
- основные процедуры разработки, согласования и утверждения проектов рекультивации земель и сроки их выполнения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данном разделе описываются процесс организации эксперимента, примененные методики, использованная аппаратура; даются подробные сведения об объекте исследования; указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов (наблюдение, тестирование, эксперимент, лабораторный опыт, анализ, моделирование, изучение и обобщение и т. д.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Одной из основных технических проблем является необходимость восстановления нарушенных почв и ландшафтов. Открытые карьеры оставляют после себя глубокие ямы и измененные геологические формации, что создает сложности в процессе их восстановления [6]. Это включает в себя не только восстановление физической структуры местности, но и восстановление природной флоры и фауны, что может занять десятилетия [6]. Следующей проблемой является экологическое воздействие,

вызванное горными работами. Это включает в себя загрязнение почвы и воды тяжелыми металлами, химикатами и другими вредными веществами. Экосистемы вокруг карьеров могут подвергаться долгосрочному отрицательному воздействию, что создает проблемы для биоразнообразия и здоровья окружающих сред. Социальные и экономические проблемы также играют важную роль [5]. Закрытие карьеров может привести к утрате рабочих мест и сокращению доходов местных сообществ, что может вызвать социальные напряжения. Кроме того, стоимость рекультивации и долгосрочного управления карьерами может быть финансово непосильной для многих компаний [12].

Решение этих проблем требует комплексного подхода, включая разработку эффективных технологий рекультивации, строгие экологические нормы, активное участие общественности и разработку устойчивых моделей управления. Однако, несмотря на сложность задач, рекультивация карьеров открытого типа остается важным направлением для сохранения природных ресурсов и обеспечения устойчивого будущего. При восстановлении техногенных объектов важно учесть, что процессы ландшафтной рекультивации требуют комплексного и согласованного подхода. Основной целью рекультивации должно быть снижение затрат при одновременном достижении максимального экологического эффекта, включая уменьшение водной эрозии и дефляции, а также улучшение общей экологической обстановки [5]. Современные стратегии рекультивации учитывают три ключевых аспекта: экологический, социальный и экономический. Исследование данной проблемы, ориентированное только на один или два из этих направлений, может предоставить неполное представление о происходящем [6]. Применение методов ландшафтного дизайна в процессе рекультивации открывает возможности для развития уникальности региона и формирования положительного имиджа восстановленной территории.

Основными проблемами рекультивации нарушенных земель является в первую очередь полная утрата естественного растительного покрова, что создает трудности при восстановлении биосистемы как единого целого [1]. Сами процессы горных работ нарушают природные слои почвы, что влияет на ее структуру, и, следовательно, на её плодородие и способность поддерживать растительность. Так же есть проблема эрозия и обвалов, а именно изменение рельефа и структуры грунта может вызывать эрозию и обвалы, что усугубляет проблемы рекультивации. проблема неустойчивость грунта, а именно процессы горных работ могут сделать грунт менее устойчивым, что

приводит к трудностям при создании устойчивых растительных сообществ [5].

Для успешной рекультивации в первую очередь требуется сформировать почвенный слой, способный удерживать семена трав и предотвращать распространение частиц техногенного материала на соседние участки [1]. Химический состав формирующихся почв на техногенных объектах существенно зависит от состава подстилающих пород, в данном случае, от материалов промышленных отходов [7]. Вместе с тем, основное внимание исследователей и исполнителей рекультивационных работ следует направить на восстановление плодородия почвы [7]. Большинство исследователей отрицательно относится к естественному зарастанию промышленных отходов и предпочитает применение почвенного слоя [1]. Некоторые считают, что для эффективной рекультивации достаточно слоя толщиной 30 см, так как при такой мощности достигается максимальное накопление органического вещества [1]. В то время как другие утверждают, что для достижения эффективных результатов необходимо не менее 40 см, а лучше около 50 см почвенного слоя [7]. Существует и третье мнение, согласно которому нанесение даже 30–40 см почвенного слоя не обеспечивает значительного эффекта.

Исследователи выражают мнение, что нецелесообразно ожидать естественного зарастания техногенных объектов, даже если они покрыты почвенным слоем, поскольку это не приведет к формированию биологически активной среды [8]. Для стимулирования роста растений на рекультивированных участках предлагается использовать растворы гуминовых веществ, которые можно извлекать из компостов из твердых коммунальных отходов [28]. Исследователи, включая Егорова А.А. и др., подчеркивают, что инновационные методы рекультивации, такие как выбор коренных видов данного ландшафта для засева и посадки на месте техногенных объектов, могут ускорить процесс зарастания [27]. С целью ускорения зарастания на участках отвалов горных пород рекомендуется сохранять пространственную неоднородность территории, поскольку небольшие перепады высот будут способствовать формированию аккумулятивных форм рельефа, сглаживая колебания экологических факторов [30]. Следует отметить, что специальные фитоценозы, созданные для восстановления ландшафтов, используются не только при рекультивации техногенных объектов, но также для озеленения городских территорий в некоторых регионах России,

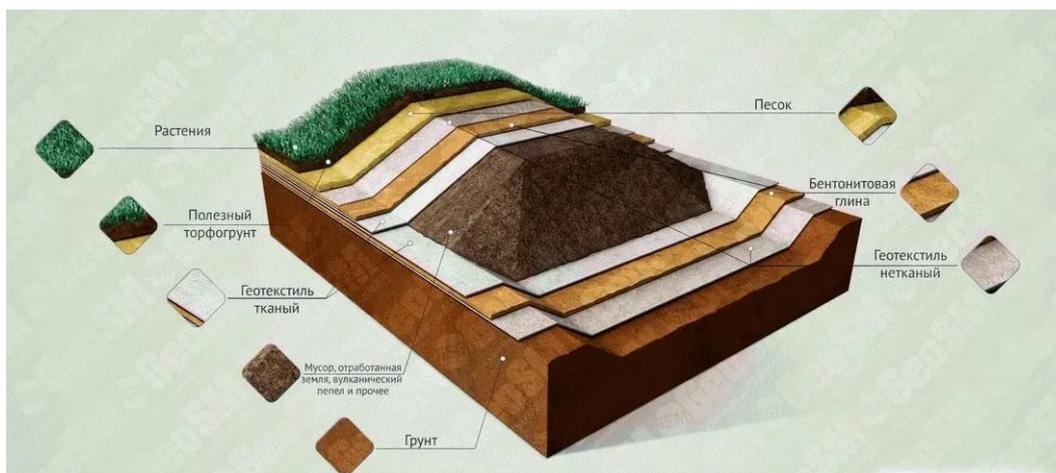


Рис. 1. Схема формирования почвенного и растительного покровов с помощью геотекстиля [15].

Rice. 1. Scheme of formation of soil and vegetation cover using geotextiles [15].

Исследования Bungart и Huttl [14] указывают на возможность создания плантаций с коротким севооборотом на первой стадии биологической рекультивации, ещё до формирования лесных экосистем (засев травами). Это позволяет достичь экономической прибыли и, параллельно, способствует формированию почвенных горизонтов. Этот подход привлекателен тем, что предоставляет возможность получить дополнительные выгоды. Однако необходимо учитывать, что рекультивационные работы должны проводиться так, чтобы не нанести ущерб формированию почвенно-растительного слоя. Около 3 лет необходимо, чтобы сформировался плотный травяной покров [3]. Дальше необходимо произвести посев лесных культур, и в течение 5–6 лет будет происходить адаптация и приживаемость семян [3]. Далее для формирования полноценного сообщества необходимо несколько десятков лет.

Существуют различные типы карьеров, классифицируемые по нескольким основным характеристикам. Одной из таких характеристик является крепость горных пород, разделяющая месторождения на два основных типа: те, которые не требуют предварительного рыхления (например, песчаные гравийно-песочные и гравийные), и те, которые подвергаются предварительному рыхлению (такие как песчаник, известняк, гранит и другие). Вторая характеристика - характер залегания полезного ископаемого - разделяет карьеры на холмистые (где полезное ископаемое находится выше основных откатных путей и разрабатываемая порода транспортируется к местам переработки вниз под уклон), глубинные (где полезное ископаемое залегает ниже дневной поверхности), обводненные (где полезное ископаемое расположено под водой) и комбинированные. Другие типы карьеров определяются углом падения горных пород: горизонтальные, пологопадающие и крутопадающие. Наконец, различают карьеры по виду разрабатываемого полезного ископаемого, такие как каменные, гравийные, песчаные, песчано-

гравийные, валунные (где ископаемое представлено отдельными обломками размером до 8-10 м) и шлаковые металлургические.

Одной из ключевых характеристик выбора метода рекультивации является тип добываемых природных ресурсов. Например, после извлечения угля, открытые угольные бассейны часто засыпают и на его месте формируют зелёные насаждения. В случае известняковых карьеров подход к рекультивации может включать сохранение части горного массива для защиты зеленых насаждений, которые будут восстановлены на месте добычи с использованием геотекстиля. Также часто известняковые карьеры преобразуют в искусственные водоемы или озера, способствуя не только восстановлению природной влажной среды, но и формированию привлекательных ландшафтов.

Что касается основных функциональных направлений использования рекультивированных карьеров, которые могут быть применены и для Крыма, включают следующие:

1. рекреационные зоны т.е. преобразование рекультивированных карьеров в парки, заповедники или другие места для активного отдыха, прогулок и пикников.

2. водоемы для рыболовства и отдыха: создание искусственных водоемов для рыболовства и отдыха, что станет привлекательным местом для любителей рыбной ловли и спокойного отдыха.

В целом, актуальность решения проблем рекультивации нарушенных территорий не вызывает сомнений. Следующим этапом исследования авторов будет попытка обобщить возможные варианты архитектурно-градостроительного освоения карьеров разных типов и их благоустройства для современной эксплуатации.

ВЫВОДЫ

Рекультивация карьеров после открытых горных работ представляет собой важное звено в современной градостроительной парадигме, где устойчивость, экологичность и социальная ответственность становятся приоритетами в формировании городской среды. Этот процесс не просто восстанавливает земельные участки, затронутые горными работами, но и предоставляет возможность трансформировать эти территории в устойчивые и функциональные пространства для городской жизни.

Одним из ключевых выводов является необходимость интеграции понятия рекультивации в общую стратегию градостроительного развития нарушенных территорий в целом. Разработка и применение комплексных планов рекультивации с учетом местных особенностей способствует созданию гармоничных городских ландшафтов, способных сочетать в себе природные элементы и современные инфраструктурные решения.

Важным моментом также является вовлечение жителей в процесс рекультивации. Создание общественных пространств, парков, и возможность участия граждан в формировании концепции восстановления способствует формированию позитивного восприятия проекта и укрепляет социальные связи в обществе.

Также стоит отметить, что рекультивация карьеров после горных работ предоставляет городам возможность диверсификации их функциональности. Создание рекреационных зон, инновационных кластеров или даже жилых кварталов на основе отреставрированных территорий может стать драйвером для привлечения новых инвестиций и улучшения общей экономической динамики города.

Таким образом, рекультивация карьеров в контексте градостроительства представляет собой не только экологическую необходимость, но и стратегически важное направление для создания устойчивых, жизнеспособных и вдохновляющих городских пространств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.С. Коваленко, Р.М. Штейнцайг, Т.В. Голик «Рекультивация нарушенных земель на карьерах : в 2 частях»// Московский горный университет [МГГУ], Москва 2008.
2. Брыжко В.Г. Восстановление нарушенных земель в условиях крупного города //Фундаментальные исследования. — 2016. — № 6—1.
3. Недбаев, И. С. Изучение мирового и российского опыта по разработке оптимальных путей рекультивации нарушенных земель / И. С. Недбаев, Е. Ю. Елсукова // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 6.— URL: <https://esj.today/PDF/27NZVN621.pdf>
4. Harshani H.M.D., Nawagamuwa U.P., Senanayake A. Evaluation of cover soil

properties of solid waste dumpsites in Colombo District, Sri Lanka // Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka. — 2015. — № 43(2). С. 189–194. — doi:10.4038/jnsfsr.v43i2.7946.

5. Вайсман Я.И., Коротаев В.Н., Армишева Г.Т. Территории полигонов ТБО:восстановление и использование // Твёрдые бытовые отходы. — 2014. — № 4(94).— С. 34–37.

6. Dilly O., Nii-Annang S., Schrautzer J., Schwartze P., Breuer V., Pfeiffer E.-M., Gerwin W., Schaaf W., Freese D., Veste M., Huttel R.F. Ecosystem manipulation and restoration on the basis of long-term conceptions // Long-Term Ecological Research:Between Theory and Application. — 2010. С. 411–428. — doi: 10.1007/978-90-481-8782-9_28.

7. Левит, С.Я. Шламохранилища предприятий черной металлургии и проблемы их рекультивации / С.Я. Левит, Г.М. Пикалова // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. / УрГУ. — Свердловск, 1984. — С. 85–91.

8. Тюкленкова Е.П., Акифьев И.В., Чурсин А.И. Рекультивация территорий овражно-балочной сети Пензенской области // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 12 (часть 1)— С. 210–215.

9. Костин А.С., Кречетов П.П. Трансформация почв в зоне влияния отвалов

Подмосковного бурогоугольного бассейна // Материалы международной научнопрактической конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения БГУ и 80-летию со дня рождения В.С. Аношко «Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование». — 2018. — С. 213–219.

10. Bruno S.S., Mariangela G.P. Assessment of rehabilitation projects results of a gold mine area using landscape function analysis // Applied Geography — Т. 108 — 2019.— С. 22–29.

11. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019).

12. Костин А.С., Кречетов П.П. Трансформация почв в зоне влияния отвалов

Подмосковного бурогоугольного бассейна // Материалы международной научнопрактической конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения БГУ и 80-летию со дня рождения В.С. Аношко «Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование». — 2018. — С. 213–219.

13. Шарапова А.В. Саморазвитие горнопромышленных ландшафтов старого района угледобычи в Тульской области / Шарапова А.В., Семенов И.Н., Леднев С.А., Карпачевский А.М., Королева Т.В. // Экология и промышленность России. —2017. — № 12(21). — С. 54–59

14. Bungart R., Huttel R.F. Production of biomass for energy in post-mining landscapes in Lusatia and nutrient dynamics // Biomass Bioenergy. — 2001. — № 20. — С. 181–187.

15.URL: <https://geo-sm.ru/products/geomaty/geomaty-v-ekaterinburge>.

REFERENCES

1. V.S. Kovalenko, R.M. Steinzeig, T.V. Golik "Reclamation of disturbed lands in quarries: in 2 parts" // Moscow Mining University [MSGU], Moscow 2008. (In Russian)
2. Bryzhko V.G. Restoration of disturbed lands in a large city // Fundamental Research. — 2016. — No. 6-1. (In Russian)
3. Nedbaev I.S., Elsukova E.Yu. The study of world and Russian experience in the development of optimal ways of recultivation of disturbed lands. The Eurasian Scientific Journal, 13(6): 27NZVN621. Available at: <https://esj.today/PDF/27NZVN621.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).
4. Harshani H.M.D., Nawagamuwa U.P., Senanayake A. Evaluation of cover soil properties of solid waste dumpsites in Colombo District, Sri Lanka // Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka. — 2015. — № 43(2). С. 189–194. — doi:10.4038/jnsfsr.v43i2.7946.
5. Vaisman Ya.I., Korotaev V.N., Armisheva G.T. Territories of solid waste landfills: restoration and use // Solid household waste. — 2014. — No. 4(94). — P. 34–37.
6. Dilly O., Nii-Annang S., Schrautzer J., Schwartze P., Breuer V., Pfeiffer E.-M., Gerwin W., Schaaf W., Freese D., Veste M., Huttel R.F. Ecosystem manipulation and restoration on the basis of long-term conceptions // Long-Term Ecological Research: Between Theory and Application. — 2010. С. 411–428. — doi: 10.1007/978-90-481-8782-9_28.
7. Levit, S.Ya. Sludge storage facilities of ferrous metallurgy enterprises and problems of their reclamation / S.Ya. Levit, G.M. Pikalova // Plants and industrial environment: collection. scientific tr. / Ural State University. - Sverdlovsk, 1984. - pp. 85–91.
8. Tyuklenkova E.P., Akifev I.V., Chursin A.I. Reclamation of territories of the ravine-beam network of the Penza region // Advances in modern natural science. — 2016. — No. 12 (part 1) — pp. 210–215.
9. Kostin A.S., Krechetov P.P. Transformation of soils in the zone of influence of dumps Lignite basin near Moscow // Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Department of Soil Science of BSU and the 80th anniversary of the birth of V.S. Anoshko "Soils and land resources: current state, problems of rational use, geoinformation mapping." — 2018. — pp. 213–219.
10. Bruno S.S., Mariangela G.P. Assessment of rehabilitation projects results of a gold mine area using landscape function analysis // Applied Geography — T. 108 — 2019.— С. 22–29.
11. Decree of the Government of the Russian Federation of July 10, 2018 N 800 (as amended on March 7, 2019).
12. Kostin A.S., Krechetov P.P. Transformation of soils in the zone of influence of dumps, Moscow 2008. (In Russian)
13. Sharapova A.V. Self-development of mining landscapes of the old coal mining area in the Tula region / Sharapova A.V., Semenov I.N., Lednev S.A., Karpachevsky A.M., Koroleva T.V. // Ecology and industry of Russia. — 2017. - No. 12(21). — pp. 54–59
14. Bungart R., Huttel R.F. Production of biomass for energy in post-mining landscapes in Lusatia and nutrient dynamics // Biomass Bioenergy. — 2001. — № 20. — С. 181–187.
- 15.URL: <https://geo-sm.ru/products/geomaty/geomaty-v-ekaterinburge>.

PROBLEMS OF QUARRY RESTORATION AFTER OPEN MINING

Shatilo T.F.¹, Sidorova V.V.².

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation
E-mail: 1 tih.schatilo@yandex.ru, 2 nucikBBC@yandex.ru,

Abstract. This research delves into the challenges associated with the reclamation of quarries following open-pit mining activities and explores viable solutions. Open-pit mining, while contributing significantly to economic development, leaves behind landscapes marred by environmental, social, and economic issues. The focus of the study involves a comprehensive examination of problems related to the reclamation process, including long-lasting ecological impacts, the absence of standardized restoration procedures, and social and economic complexities. A significant aspect of the research is the exploration of potential pathways to address these challenges effectively. This involves an in-depth analysis of innovative technologies, sustainable urban planning strategies, and community engagement initiatives. By scrutinizing contemporary methodologies and successful case studies, the study aims to provide practical insights and recommendations for stakeholders, urban planners, and environmentalists seeking sustainable solutions for quarry reclamation problems. The findings of this research contribute to a better understanding of the complex dynamics involved in post-mining reclamation and offer guidance for creating environmentally resilient and socially harmonious landscapes.

Materials and methods: a study of scientific materials and articles on the topic of restoration of disturbed lands was carried out. To identify patterns of development of various territories with damaged soils, a comparative analysis method is used. In this work, theoretical and practical aspects related to the object of study were considered and appropriate conclusions were drawn. In the process of selecting materials related to the topic of publication, as well as in the analysis of the results obtained, the following methods were used: deduction, theoretical analysis, synthesis and the method of analogy.

Results: After analyzing international experience, it was revealed that, firstly, there is a problem of the disappearance of natural vegetation, namely mining operations can lead to the complete loss of natural vegetation cover, which creates difficulties in restoring the biosystem. Secondly, there are soil problems, namely mining processes can disturb the natural layers of the soil, which affects its structure, fertility and ability to support vegetation.

Thirdly, there are problems associated with geological changes, namely, mining can change the geological structure of the area, affecting hydrological processes, topography and even geochemical properties of soils. Fourthly, there is the problem of soil and water pollution, namely mining can lead to toxic emissions substances into the soil and water systems, creating problems for plants and animals. Fifthly, there is the problem of erosion and landslides, namely changes in the topography and structure of the soil can cause erosion and landslides, which aggravates the problems of reclamation. Sixthly, there is the problem of soil instability, namely processes mining operations can make the soil less stable, which leads to difficulties in creating sustainable plant communities. Seventhly, there are problems associated with residual man-made objects, namely the problem is that the presence of residual structures, equipment or waste from mining creates obstacles to the normal development of the ecosystem.

There are also problems with the restoration of biodiversity; these include difficulties in restoring natural communities of plants and animals, including rare and vulnerable species.

These challenges may require comprehensive and long-term efforts to effectively reclaim quarries after mining operations.

Conclusions: Based on the analysis of literary and regulatory documents on the topic of the study, a conclusion was made: in order to successfully restore damaged areas of land, it is first necessary to form a soil layer capable of retaining grass seeds and preventing the movement of particles of technogenic materials to neighboring territories. To speed up the process of soil cover formation, it is recommended to carry out backfilling in damaged areas. The thickness of the recommended soil layer should be at least 30–40 cm. The selection of plant species for planting in reclaimed areas should be carried out taking into account a landscape approach to ensure the best survival rate and similarity to natural counterparts, and also take into account the functions of vegetation in strengthening essential nutrients in the soil, such as nitrogen. After about 40 years, a stable community may have developed in the reclaimed area, although it will not necessarily be structurally similar to natural ecosystems. The effect of anthropogenic impact, expressed in the composition and abundance of species in the herb-shrub layer, may persist.

Key words: : reclamation, quarries, and disturbed lands.