

Мария Алексеевна Осинцева<sup>1✉</sup>, Надежда Владимировна Булова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

<sup>1</sup>stas-asp@mail.ru

<sup>2</sup>centrla@mail.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Цель исследования – изучение способов использования плодородного слоя почвы для рекультивации. Задачи: изучить требования к рекультивации земель, нарушенных при подземных горных работах; изучить способы хранения плодородного слоя почвы; изучить методы нанесения плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород. Объектами данного исследования являлись научные публикации и патенты российских и зарубежных авторов, касающиеся негативного воздействия угледобывающей промышленности и путей минимизации данного воздействия. Рекультивация земель включает подготовительный, технический и биологический этапы. В подготовительный этап входит обследование территорий и определение направлений рекультивации. В технический этап входит процесс снятия плодородного слоя и формирование рекультивационного слоя. Биологический этап включает посев трав и посадку древесно-кустарниковых насаждений. Плодородный слой почвы может храниться в буртах в течение 20 лет. Под бурты должны быть отведены непригодные для сельского хозяйства участки или малопродуктивные угодья, на которых исключается подтопление, засоление и загрязнение промышленными отходами, твердыми предметами, камнем, щебнем, галькой, строительным мусором. Нанесение плодородного или потенциально-плодородного слоя почвы предусматривает использование средств гидротранспорта или других способов транспортировки с навесным оборудованием, обеспечивающим нанесение слоя почвы заданной мощности без планировочных работ. Мощность наносимого плодородного слоя дифференцируется в зависимости от степени эродированности почв. В целях возвращения нарушенных земель для использования в различных отраслях народного хозяйства и ликвидации их воздействия на окружающую среду необходимо провести мелиоративные работы путем разработки проектов мелиоративных работ в составе земельных отвалов горнодобывающим предприятиям.

**Ключевые слова:** техногенно нарушенные земли, рекультивация, плодородный слой, горнодобывающие предприятия, Кемеровская область – Кузбасс

**Для цитирования:** Осинцева М.А., Булова Н.В. Использование плодородного слоя почвы для рекультивации // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1. С. 18–25.

**Благодарности:** работа ведется в рамках Распоряжения Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 № 1144-р, комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» («Чистый уголь – зеленый Кузбасс»), мероприятие 3.1 «Экополигон мирового уровня технологий рекультивации и ремедиации» (соглашение № 075-15-2022-1200 от 28.09.2022).

Maria Alekseevna Osintseva<sup>1✉</sup>, Nadezhda Vladimirovna Burova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

<sup>1</sup>stas-asp@mail.ru

<sup>2</sup>centrla@mail.ru

## FERTILE SOIL LAYER USE FOR RECLAMATION

The purpose of research is to study ways to use fertile soil layer for reclamation. Objectives: to study the requirements for the reclamation of lands disturbed during underground mining; to study ways to store fertile soil layer; to study methods of applying topsoil and potentially fertile rocks. The objects of this study were scientific publications and patents of Russian and foreign authors concerning the negative impact of the coal mining industry and ways to minimize this impact. Land reclamation includes preparatory, technical and biological stages. The preparatory stage includes surveying the territories and determining directions for reclamation. The technical stage includes the process of removing the fertile layer and forming a reclamation layer. The biological stage includes sowing herbs and planting trees and shrubs. The fertile layer of soil can be stored in piles for 20 years. Areas unsuitable for agriculture or unproductive land should be allocated for the piles, where flooding, salinization and pollution by industrial waste, solid objects, stone, crushed stone, pebbles, and construction waste are excluded. The application of a fertile or potentially fertile soil layer involves the use of hydraulic transport or other transportation methods with attachments that ensure the application of a soil layer of a given thickness without leveling work. The thickness of the applied fertile layer is differentiated depending on the degree of soil erosion. In order to return disturbed lands for use in various sectors of the national economy and eliminate their impact on the environment, it is necessary to carry out reclamation work by developing projects for reclamation work as part of land dumps for mining enterprises.

**Keywords:** technogenically disturbed lands, reclamation, fertile layer, mining enterprises, Kemerovo Region – Kuzbass

**For citation:** Osintseva M.A., Burova N.V. Fertile soil layer use for reclamation // Bulliten KrasSAU. 2024;(1): 18–25. (In Russ.).

**Acknowledgments:** the work has been carried out within the framework of the Decree of the Government of the Russian Federation dated May 11, 2022 № 1144-r, a comprehensive scientific and technical program of the full innovation cycle "Development and implementation of a set of technologies in the areas of exploration and production of solid minerals, ensuring industrial safety, bioremediation, creating new products of deep processing from coal raw materials while consistently reducing the environmental burden on the environment and risks to the life of the population" ("Clean Coal – Green Kuzbass"), event 3.1 "Eco world-class testing ground for reclamation and remediation technologies" (agreement № 075-15-2022-1200 dated September 28, 2022).

**Введение.** В настоящее время в Кемеровской области – Кузбассе выявлено множество различных типов месторождений полезных ископаемых. Более 150 горнодобывающих предприятий работают на основе разведанных запасов полезных ископаемых. Такой мощный техногенный процесс приводит к динамичному развитию и расширению ареалов добычи полезных ископаемых и техногенных ландшафтов, а площади природных ландшафтов соответственно сокращаются. Поэтому комплексное изучение формирования горных и техногенных ландшафтов, устойчивое динамическое развитие и их морфологическая структура, а также разработка физико-географических основ их восстановления имеют приоритетное научное и прикладное значение в условиях Кемеровской области – Кузбасса [1, 2].

Проводятся научные исследования по восстановлению нарушенных земель, реализуются проекты мелиоративных, агротехнических и других мероприятий, направленных на восстановление биологической продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель [3]. В настоящее время использование ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования может помочь отслеживать и обнаруживать изменение нарушенных земель и мелиорированных территорий. Опыт Китая и Германии в этой области имеет особое место в мире [4].

Актуальность работы состоит в следующем. В рамках деятельности современной промышленности законодательство Российской Федерации требует при ухудшении качества земель в результате загрязнения обеспечить их рекультивацию, а именно: провести мероприятия по предотвращению деградации земель и восста-

новлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для дальнейшего использования в соответствии с целевым назначением [5]. Решение многих задач, связанных с проведением рекультивации, адаптацией общепринятых методов к конкретным условиям, находит широкое отражение в научной литературе [6]. При всем многообразии подходов к восстановлению земель из-за ограничений и сложности физико-химических методов исследователи в настоящее время больше внимания уделяют биологической рекультивации [6]. Часто предлагается комбинирование существующих методов (фиторемедиация, микробиологическая композиция и др.) при восстановлении загрязненных территорий [7].

В результате интенсивной урбанизации, индустриализации, роста технического прогресса увеличивается количество земель, подвергающихся техногенному воздействию [8]. Развитие промышленности, в частности горнодобывающих и перерабатывающих отраслей, приводит к отторжению значительных площадей сельскохозяйственных и лесных угодий в связи с возникновением карьеров, отвалов пустой породы, хвостохранилищ и золоотвалов, провалов поверхности при подземной добыче полезных ископаемых [9]. Все это приводит к загрязнению естественных ландшафтов отходами промышленных предприятий, наносит непоправимый ущерб флористическим и фаунистическим природным богатствам. Нарушенные земли становятся очагами загрязнения воздуха, воды и почв, прилегающих территорий, ухудшают санитарно-гигиенические условия жизни населения [10]. На месте ценных сельскохозяйственных и лесных угодий часто создаются бесплодные, а иногда фитотоксичные грунты, остающиеся в течение многих лет лишенными какой-либо растительности. В результате нарушений происходят ухудшение гидрологического и гидрогеологического режимов окружающей местности, снижение урожайности сельскохозяйственных культур, усыхание и гибель насаждений на прилегающих к промышленным разработкам территориях [11].

Проблемы предотвращения и ликвидации последствий негативного влияния промышленных технологий на природные ресурсы занимают в последнее время центральное место

среди важнейших теоретических и прикладных проблем в области охраны и воспроизводства природных ресурсов и являются актуальными для всех стран [12].

Для восстановления техногенно нарушенных земель используется рекультивация с использованием плодородного слоя почвы. В связи с этим изучение использования плодородного слоя почвы имеет большую теоретическую и практическую значимость при рекультивации почв, как составной части природообустройства и природоохранного вида деятельности при разработке проектов природопользования: устранение последствий их разрушения и загрязнения, предупреждение и снижение вредного воздействия на земельные ресурсы.

**Цель исследования** – изучение способов использования плодородного слоя почвы для рекультивации.

**Задачи:** изучить требования к рекультивации земель, нарушенных при подземных горных работах; изучить способы хранения плодородного слоя почвы; изучить методы нанесения плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород.

**Объекты и методы.** Объектами данного исследования являлись научные публикации и патенты российских и зарубежных авторов, касающиеся негативного воздействия угледобывающей промышленности и путей минимизации данного воздействия. Для поиска информации были использованы базы данных Scopus, Web of Science, PubMed, Elibrary за период с начала 1990-х гг. (появление первой публикации по теме) до 01.07.2022. Отобраны и проанализированы доступные обзорные и исследовательские статьи о воздействии угледобывающих предприятий на почву, путях его снижения и восстановления биоразнообразия обработанных земель, и отдельные статьи, связанные с обоснованием актуальности темы, пониманием свойств и механизмов действия плодородного слоя при рекультивации, определением перспективных направлений исследований в этой области, на английском и русском языках. Основное внимание уделялось статьям, опубликованным в научных рецензируемых журналах с высоким индексом цитирования за последние пять лет. При проведении анализа использовали также материалы конференций и главы из книг. В системе

Pub Med был проведен поиск исследований, опубликованных в период 1990–2022 гг., с использованием следующих комбинаций ключевых слов: техногенно нарушенные земли, рекультивация, плодородный слой, горнодобывающие предприятия, Кемеровская область – Кузбасс. При этом были исключены статьи, доступные только в виде рефератов, а также библиографии, редакционные материалы и статьи, опубликованные не на английском и русском языках. Основным методом служило обобщение. Были проанализированы статистические и исследовательские данные, относящиеся к исследованию различных путей снижения негативного воздействия угледобывающих предприятий на природу Кузбасса и экологию планеты, изучению принципов использования плодородного слоя почвы в промышленных регионах Сибири для восстановления биоразнообразия оработанных земель и ремедиации. Авторами были рассмотрены аргументы на основе гипотез ведущих ученых об использовании плодородного слоя почвы, сформировано собственное мнение на основе доказательства данных гипотез.

#### **Результаты и их обсуждение**

##### **Требования по рекультивации земель, нарушенных при подземных горных работах**

При рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых подземным способом, должны быть выполнены следующие требования:

- обеспечение сохранности земной поверхности и сведение к минимуму деформации земельных участков;
- снятие плодородного слоя почвы с земельных участков, предназначенных для размещения шахтных отвалов и подверженных деформации;
- планировка поверхности прогибов, заполнение провалов горной породой с последующей планировкой и нанесением плодородного слоя почвы;
- проведение мероприятий по предотвращению иссушения, заболачивания, развития эрозийных процессов;
- террасирование или вылаживание склонов при подготовке шахтных отвалов для биоло-

гической рекультивации с учетом обеспечения возможности проведения работ по их озеленению и уходу;

- создание водоемов в шахтных прогибах или провалах в соответствии с требованиями.

Подбор видов древесных, кустарниковых растений и трав должен осуществляться с учетом степени химического и физического выветривания поверхностного слоя отвалов шахтных пород [13].

##### **Основные положения технической рекультивации выработанных месторождений полезных ископаемых**

Техническую рекультивацию выработанных месторождений выполняют в три этапа:

- подготовительный;
- создание осушительно-увлажнительной системы, обеспечивающей быстрый отвод воды с площадей во влажные периоды и увлажнение корнеобитаемого слоя почвы в засушливые периоды;
- технической рекультивации – проведение культурно-технических и планировочных работ.

К рекультивации желателно приступать не позднее чем через год после окончания добычи полезных ископаемых.

В подготовительный период отлавливают и переселяют в специальные места обитания ценные породы животных (бобров, ондатру и т. д.). Создание осушительно-увлажнительной системы включает переустройство существующей осушительной сети. Магистральные, валовые каналы или коллекторы, как правило, не переустраивают. Каналы-осушители при необходимости углубляют и расширяют, а ненужные засыпают. При сельскохозяйственном направлении рекультивации расстояние между осушителями принимают 80, 120, 160, 200 м, а при лесохозяйственном – 100 и 200 м. При углублении существующих каналов ширину по дну принимают равной полуторной длине ковша экскаватора. Устойчивое состояние откосов каналов зависит от вида грунтов и глубины канала.

В рекультивируемых землях часто содержатся химические примеси. Основные химические примеси разреза «Талдинский» Кемеровской области – Кузбасса и их ПДК представлены в таблице [14].

**ПДК химических веществ в почве и допустимые уровни  
их содержания по показателям вредности, мг/кг**

Вещество	ПДК с учетом фона (кларка)	Показатель вредности (ПВ)			
		Транс-локационный	Миграционный		Общесанитарный
			водный	воздушный	
Подвижная форма					
Медь	3	3,5	72	–	3
Никель	4	6,7	14	–	4
Цинк	23	23	200	–	37
Кобальт	5	25	> 1000	–	5
Водорастворимая форма					
Фтор	10	10	10	–	25
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	–	50
Марганец	1500	3500	1500	–	1500
Ванадий	150	170	350	–	150
Свинец	32	35	260	–	32
Мышьяк	2	2	15	–	10
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5
Нитраты	130	180	130	–	225
Бенз(а)пирен	0,02	0,2	0,5	–	0,02
Бензол	0,3	3,0	10	0,3	50
Толуол	0,3	0,3	100	0,3	50

На рекультивированных почвах при допустимой категории загрязнения можно выращивать любые культуры, но обязательно проведение мероприятий по снижению возможности поступления загрязняющих веществ в растения. Поэтому рекультивацию надо начинать при допустимой категории.

Для умеренно опасной и опасной категории набор методов и способов рекультивации одинаков, отличие заключается лишь в объемах и продолжительности работ.

При чрезвычайно опасной – восстанавливают утраченные объекты.

При совместном поступлении тяжелых металлов содержание их в растениях возрастает. Загрязнение растений оценивают, сравнивая исходное содержание конкретного вещества с его предельно допустимой концентрацией.

#### **Хранение плодородного слоя почвы**

Плодородный слой почвы, не использованный сразу в ходе работ, должен быть сложен в бурты, соответствующие требованиям ГОСТ Р 59057-2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель».

Поверхность бурта и его откосы должны быть засеяны многолетними травами, если срок хранения плодородного слоя почвы превышает 2 года. Откосы бурта допускается засеивать гидроспособом [15].

Плодородный слой почвы может храниться в буртах в течение 20 лет. Под бурты должны быть отведены непригодные для сельского хозяйства участки или малопродуктивные угодья, на которых исключается подтопление, засоление и загрязнение промышленными отходами, твердыми предметами, камнем, щебнем, галькой, строительным мусором.

#### **Нанесение плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород**

Нанесение плодородного или потенциально плодородного слоя почвы предусматривает использование средств гидротранспорта или других способов транспортировки с навесным оборудованием, обеспечивающим нанесение слоя почвы заданной мощности без планировочных работ [16].

Плодородный слой почвы для землевания следует использовать с учетом приоритетности нужд сельскохозяйственного производства [17].

Плодородный слой почвы наносится на малопродуктивные угодья в состоянии оптимальной его влажности – влажности крошения.

Пригодность плодородного слоя почвы для землевания определяется по ГОСТ 17.4.2.02-83 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания».

Изменения свойств вскрышных и вмещающих пород, связанные с зонально-климатическими условиями, должны быть учтены при проектировании рекультивационных работ [18].

Допускается использовать плодородный слой почвы с содержанием гумуса, равным или несколько более низким (но не менее 1 %), чем в мелиорируемых малопродуктивных угодьях, а также плодородный слой почвы супесчаного механического состава [19].

Плодородный слой почвы не должен содержать радиоактивные элементы, тяжелые металлы, остаточные количества пестицидов и другие токсичные соединения в концентрациях, превышающих предельно допустимые уровни, установленные для почв, не должен быть опасным в эпидемиологическом отношении и не должен быть загрязнен и засорен отходами производства, твердыми предметами, камнями, щебнем, галькой, строительным мусором.

Землевание малопродуктивных угодий бывает сплошным или выборочным. Сплошное землевание проводят на участках с однородными почвами. Выборочное землевание проводят на участках с комплексным почвенным покровом и выраженным микрорельефом [20].

Мощность наносимого плодородного слоя дифференцируется в зависимости от степени эродированности почв [21].

Землевание выработанных торфяников с мощностью остаточного торфа меньше 0,5 м включает следующие работы:

- выполнение необходимых мелиоративных и рекультивационных работ;
- глубокое рыхление;
- известкование;
- внесение макро- и микроудобрений;
- внесение органических удобрений в зависимости от мощности остаточного торфа, но не менее 30–40 т на 1 га.

#### **Эффективность рекультивации земель**

При рекультивации важно определить наиболее эффективное направление использования нарушенных земель, обеспечивающее

своевременный возврат инвестиций и устойчивое функционирование техноприродных геосистем. При этом возможны различные варианты проектов: создание сельскохозяйственных угодий, малых ГЭС, водохранилищ, полносистемных рыбоводных хозяйств, нагульно-нерестовых прудов, зон рекреации, лесопитомников, лесных массивов, садово-дачных участков и т. д. [14].

Общественной эффективности проекта рекультивации достигают за счет повышения степени экологической безопасности проживания на рекультивируемой территории, качества производимой сельскохозяйственной продукции, снижения заболеваемости населения и за счет повышения кадастровой стоимости земельных участков.

Коммерческая эффективность содержит организационно-экономический механизм реализации проекта, состав участников инвестиций, схему финансирования, затраты и доходы от рекультивации нарушенных земель.

Эффективность реализации проекта зависит от вида нарушения, современного состояния и направления использования этих земель (например затраты при создании сенокосов окупаются в первый год после рекультивации) [14].

**Заключение.** Таким образом, нарушенные земли теряют свою хозяйственную ценность или резко снижают ее. Они являются источником загрязнения почв, воды, воздуха на прилегающих территориях, ухудшают условия жизни населения.

В данном исследовании изучены требования к рекультивации земель, нарушенных при подземных горных работах, способы хранения плодородного слоя почвы, методы нанесения плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород.

Установлено, что рекультивация земель включает подготовительный, технический и биологический этапы. Плодородный слой почвы может храниться в буртах в течение 20 лет. Под бурты должны быть отведены непригодные для сельского хозяйства участки или малопродуктивные угодья. Нанесение плодородного или потенциально-плодородного слоя почвы предусматривает использование средств гидротранспорта или других способов транспортировки, обеспечивающих нанесение слоя почвы заданной мощности.

Эффективность рекультивации достигается за счет повышения степени экологической безопасности проживания, качества производимой сельскохозяйственной продукции, снижения заболеваемости населения.

#### Список источников

1. Volkov S.N. Land Management. Land management design. Interfarm (territorial) land management. Moscow: Kolos, 2002. 384 p.
2. Sharipov S. Working projects for recultivation of disturbed lands. Collection of Articles of the International Scientific-Practical Conference: Tashkent. 2018. P. 19–20.
3. Sharipov S. The need for recultivation of disturbed lands and the role of land management in its implementation // Agro Science 2019. № 6. С. 94–95.
4. Further development of the lemon industry in Uzbekistan and further improvement of the introduction of innovative technologies in this area / A. Shuhrat [et al.] // E-Conference Globe. 2021. № 7. С. 261–263.
5. Опыт использования плодородного слоя почв для рекультивации отходов цветной металлургии (Кемеровская область) / А.В. Еделев [и др.] // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2022. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-ispolzovaniya-plodorodnogo-sloya-pochv-dlya-rekultivatsii-othodov-tsvetnoy-metallurgii-keмеровskaya-oblast> (дата обращения: 19.09.2023).
6. El Rasafi T., Nouri M., Haddioui A. Metals in mine wastes: environmental pollution and soil remediation approaches—a review // Geosystem Engineering. 2021. Vol. 24, № 3. P. 157–172.
7. Асякина Л.К., Дышлюк Л.С., Просеков А.Ю. Мировой опыт в области рекультивации пост-техногенных ландшафтов // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 4. С. 805–818.
8. Белоусова Н.А., Протасова Н.Н. Мероприятия и этапы проведения рекультивации нарушенных земель, планировочные работы в условиях горного участка краснобрдский Южный // Рекультивация выработанного пространства: проблемы и перспективы: сб. ст. IV междунар. науч.-практ. Интернет-конф. (Белово, 14–18 декабря 2018 г.) / Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева. Белово, 2019. С. 1.4.1–1.4.4.
9. Космаков В.И., Бадмаева С.Э., Бакач А.А. Этапы лесохозяйственной рекультивации земель, нарушенных при открытой добыче полезных ископаемых // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64, № 6. DOI: 10.24412/2588-0209-2021-10430.
10. Klimova O.A., Kupriyanov A.N. Influence of environmental conditions on seed infusion and forest regeneration at coal mine dumps of Kuzbass // Siberian Journal of Forest Science. 2018. № 5. P. 45–53.
11. Insect diversity in post-mining areas: Investigating their potential role as bioindicator of reclamation success / D. Buchori [et al.] // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 2018. V. 19, № 5. P. 1696–1702.
12. Копытов А.И., Шаклеин С.В. Угольные ресурсы Кузбасса как фактор выбора стратегии развития отрасли // ЭКО. 2018. № 11 (533). P. 76–83.
13. Правила проведения рекультивации и консервации земель, утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 10.07.2018 г. № 800 (в ред. от 07.03.2019).
14. Васильченко А.В. Рекультивация нарушенных земель: учеб. пособие: в 2 ч. / Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2017. Ч. 2. 158 с.
15. Miyamoto M., Takeuchi K. Climate agreement and technology diffusion: Impact of the Kyoto Protocol on international patent applications for renewable energy technologies // Energy Policy. 2019. V. 129. P. 1331–1338.
16. Сидорова А.А. Особенности технического этапа рекультивации на примере ООО «Барзаский карьер» // Развитие науки, национальной инновационной системы и технологий: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. (13 мая 2020 г.). Белгород, 2020. С. 16–18.
17. Manakov Y., Kupriyanov A. The best available techniques for disturbed lands reclamation in Kuzbass // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2018. V. 41. P. 02006.
18. Renewable energy based mine reclamation strategy: a hybrid fuzzy-based network analysis / E. Bakhtavar [et al.] // Journal of Cleaner Production. 2019. V. 230. P. 253–263.
19. Earth observation in service of the 2030 agenda for sustainable development / K. Anderson

- [et al.] // *Geo-Spatial Information Science*. 2017. V. 20, № 2. P. 77–96.
20. Several basic scientific issues related to mined land remediation / Z. Bian [et al.] // *Journal of the China Coal Society*. 2018. V. 43. № 1. P. 190–197.
  21. An Overview of the Emergence and Challenges of Land Reclamation: Issues and Prospect / K.E. Ukhurebor [et al.] // *Applied and Environmental Soil Science*. 2022. Article ID 5889823.
- ### References
1. Volkov S.N. Land Management. Land management design. Interfarm (territorial) land management. Moscow: Kolos, 2002. 384 p.
  2. Sharipov S. Working projects for recultivation of disturbed lands. Collection of Articles of the International Scientific-Practical Conference: Tashkent. 2018. P. 19–20.
  3. Sharipov S. The need for recultivation of disturbed lands and the role of land management in its implementation // *Agro Science* 2019. № 6. S. 94–95.
  4. Further development of the lemon industry in Uzbekistan and further improvement of the introduction of innovative technologies in this area / A. Shuhrat [et al.] // *E-Conference Globe*. 2021. № 7. S. 261–263.
  5. Opyt ispol'zovaniya plodorodnogo sloya pochv dlya rekul'tivacii othodov cvetnoj metallurgii (Kemerovskaya oblast') / A.V. Edelev [i dr.] // *Inter`ekspos Geo-Sibir*. 2022. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-ispolzovaniya-plodorodnogo-sloya-pochv-dlya-rekultivatsii-othodov-tsvetnoy-metallurgii-kemerovskaya-oblast> (data obrascheniya: 19.09.2023).
  6. El Rasafi T., Nouri M., Haddioui A. Metals in mine wastes: environmental pollution and soil remediation approaches-a review // *Geosystem Engineering*. 2021. Vol. 24, № 3. P. 157–172.
  7. Asyakina L.K., Dyshlyuk L.S., Prosekov A.Yu. Mirovoj opyt v oblasti rekul'tivacii post-tehnogennyh landshaftov // *Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv*. 2021. T. 51, № 4. S. 805–818.
  8. Belousova N.A., Protasova N.N. Meropriyatiya i `etapy provedeniya rekul'tivacii narushennyh zemel', planirovochnye raboty v usloviyah gornogo uchastka krosnobrodskij Yuzhnyj // *Rekul'tivaciya vyrabotannogo prostranstva: problemy i perspektivy: sb. st. IV mezhdunar. nauch.-prakt. Internet-konf. (Belovo, 14–18 dekabrya 2018 g.) / Kuzbas. gos. tehn. un-t im. T.F. Gorbacheva. Belovo, 2019. S. 1.4.1–1.4.4.*
  9. Kosmakov V.I., Badmaeva S.`E., Bakach A.A. `Etapy lesohozyajstvennoj rekul'tivacii zemel', narushennyh pri otkrytoj dobyche poleznyh iskopaemyh // *International Agricultural Journal*. 2021. T. 64, № 6. DOI: 10.24412/2588-0209-2021-10430.
  10. Klimova O.A., Kupriyanov A.N. Influence of environmental conditions on seed infusion and forest regeneration at coal mine dumps of Kuzbass // *Siberian Journal of Forest Science*. 2018. № 5. P. 45–53.
  11. Insect diversity in post-mining areas: Investigating their potential role as bioindicator of reclamation success / D. Buchori [et al.] // *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 2018. V. 19, № 5. P. 1696–1702.
  12. Kopytov A.I., Shaklein S.V. Ugol'nye resursy Kuzbassa kak faktor vybora strategii razvitiya otrasli // `EKO. 2018. № 11 (533). P. 76–83.
  13. Pravila provedeniya rekul'tivacii i konservacii zemel', utv. postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj federacii ot 10.07.2018 g. № 800 (v red. ot 07.03.2019).
  14. Vasil'chenko A.V. *Rekul'tivaciya narushennyh zemel': ucheb. posobie: v 2 ch.* / Orenburgskij gos. un-t. Orenburg: OGU, 2017. Ch. 2. 158 s.
  15. Miyamoto M., Takeuchi K. Climate agreement and technology diffusion: Impact of the Kyoto Protocol on international patent applications for renewable energy technologies // *Energy Policy*. 2019. V. 129. P. 1331–1338.
  16. Sidorova A.A. Osobennosti tehničeskogo `etapa rekul'tivacii na primere OOO «Barzaskij kar'er» // *Razvitie nauki, nacional'noj innovacionnoj sistemy i tehnologij: sb. nauch. tr. po mat-lam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (13 maya 2020 g.)*. Belgorod, 2020. S. 16–18.
  17. Manakov Y., Kupriyanov A. The best available techniques for disturbed lands reclamation in Kuzbass // *E3S Web of Conferences. EDP Sciences*, 2018. V. 41. P. 02006.
  18. Renewable energy based mine reclamation strategy: a hybrid fuzzy-based network analysis / E. Bakhtavar [et al.] // *Journal of Cleaner Production*. 2019. V. 230. P. 253–263.

19. Earth observation in service of the 2030 agenda for sustainable development / K. Anderson [et al.] // *Geo-Spatial Information Science*. 2017. V. 20, № 2. P. 77–96.
20. Several basic scientific issues related to mined land remediation / Z. Bian [et al.] // *Journal of the China Coal Society*. 2018. V. 43. № 1. P. 190–197.
21. An Overview of the Emergence and Challenges of Land Reclamation: Issues and Prospect / K.E. Ukhurebor [et al.] // *Applied and Environmental Soil Science*. 2022. Article ID 5889823.

Статья принята к публикации 04.09.2023 / The article accepted for publication 04.09.2023.

Информация об авторах:

**Мария Алексеевна Осинцева**<sup>1</sup>, начальник управления проектной деятельности, кандидат технических наук, доцент

**Надежда Владимировна Бурова**<sup>2</sup>, руководитель центра ландшафтной архитектуры, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

**Maria Alekseevna Osintseva**<sup>1</sup>, Head of Project Activities Department, Candidate of Technical Sciences, Docent

**Nadezhda Vladimirovna Burova**<sup>2</sup>, Head of the Center for Landscape Architecture, Candidate of Technical Sciences, Docent

