

УДК 504.064

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БПЛА В ЦЕЛЯХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Зверев Н. Е., студент гр. ПГс-221, II курс

Научный руководитель: Смирнова А. Д., ассистент кафедры  
маркшейдерского дела и геологии  
Кузбасский Государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Горнодобывающая отрасль играет ключевую роль в обеспечении экономического роста и процветания страны. Несмотря на свою экономическую значимость, ее деятельность, особенно добыча угля открытым способом, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Согласно данным Министерства угольной промышленности, в Кузбассе работает 95 угледобывающих предприятий, более половины из которых ведут добычу угля открытым способом [1].

Данный способ отработки месторождений влечет за собой ущерб экосистеме с уничтожением плодородного слоя почвы, а также снижением биоразнообразия флоры и фауны. Это приводит к деградации земель и их невозможности использования по целевому назначению [2], а те земли, которые утратили свое первоначальное качество в результате человеческой деятельности, называют нарушенными.

Статистические данные за 2022 год о состоянии окружающей среды Кемеровской области подтверждают большое количество техногенных ландшафтов [3]. На территории Кузбасса нарушено более 5000 га земель, при этом 75% составляют земли, обусловленные активной угледобычей открытым способом (рис. 1).



Рисунок 1. Количество нарушенных земель в городских округах Кузбасса [3]

Анализ динамики роста площадей нарушенных земель с течением времени на территории Кемеровской области демонстрирует их постепенное увеличение (рис. 2) [3]. Одним из ключевых факторов данного тренда является несоответствие темпов рекультивации техногенных ландшафтов темпам их образования.

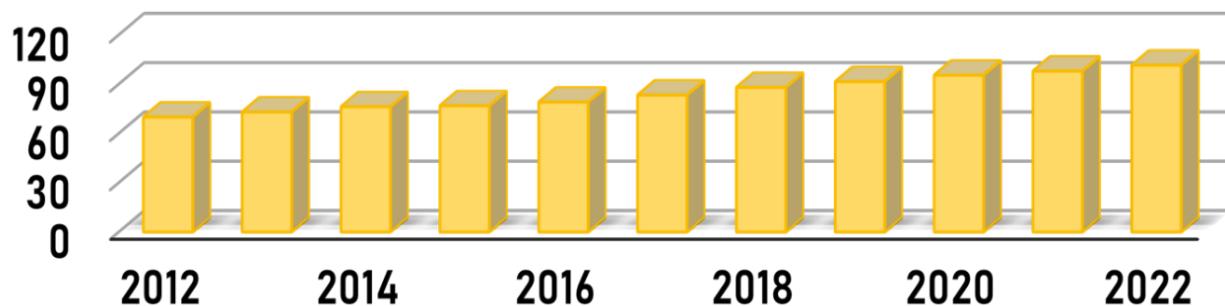


Рисунок 2. Динамика роста площадей нарушенных земель в Кузбассе, тыс га [3]

В настоящее время рекультивация техногенных ландшафтов преимущественно осуществляется с использованием традиционных методов. Однако, из-за ограниченной площади охвата и высоких временных, ресурсных и финансовых затрат их эффективность остается низкой. Необходимость преодоления этих ограничений обуславливает актуальность разработки и внедрения современных, инновационных и концептуальных подходов к рекультивации нарушенных земель. Одним из перспективных направлений является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Целью данного исследования является определение возможностей и потенциала применения БПЛА для рекультивации нарушенных земель.

Для определения перспектив применения БПЛА в работах по восстановлению нарушенных земель необходимо провести комплексный анализ существующих методов рекультивации. Рекультивация нарушенных земель является поэтапным процессом, включающий подготовительный, горнотехнический и биологический этапы. На подготовительном этапе осуществляется финансовое обоснование мероприятий по восстановлению земель, разрабатывается проектная документация, а также определяются направления использования восстановленных территорий [4]. В процессе горнотехнического этапа рекультивации выполняются работы по восстановлению рельефа таким образом, чтобы его вид был максимально приближен к первоначальному состоянию. Более того, во время горнотехнического этапа происходит подготовка плодородного слоя почвы и строительство гидротехнических сооружений, регулирующих водный режим территории. Эти мероприятия создают необходимые условия для успешного проведения финального этапа – биологического. Биологический этап рекультивации включает в себя подготовку почвы, внесение удобрений, выбор и посев трав и травосмесей, а также уход за посевами. Он направлен на закрепление поверхностного слоя почвы корнями растений, создание

плотного растительного покрова и предотвращение развития водной и ветровой эрозии почв [5].

Для оптимизации всего процесса рекультивации и достижения эффективности в выполнении поставленных задач актуально использование БПЛА, обладающие обширной вариативностью использования, мобильностью и большим радиусом действия. Они оснащаются различными датчиками в зависимости от целей, включая акустические, визуальные, экологические, биологические и другие [6]. Функционал БПЛА включает топографическую съемку, мониторинг экологического состояния и безопасности территории, что делает их эффективным инструментом для решения задач рекультивации.

Российские ученые в своих работах описывают функционал БПЛА в рамках исследований по повышению эффективности восстановления земель в зависимости от этапа рекультивации [6-8]. На подготовительном этапе рекультивации использование БПЛА сокращает время оцифровки территорий, что уменьшает финансовые затраты на создания карт и виртуальных моделей земель, а также облегчает расчет площадей и контроль их соответствия проектным планам [7]. Во время горнотехнического этапа существует потребность контроля оползней на отвалах пустых горных пород. Визуально не всегда возможно определить наличие движений больших масс породы, а комплекс БПЛА способен производить наблюдение за опасными участками отвала с необходимой периодичностью [8]. Дальнейшие мероприятия по рекультивации предусматривают экологический контроль территории. Экологический контроль территории включает сбор данных о загрязнении почв, качестве атмосферного воздуха, и химическом состоянии воды [6]. Использование БПЛА для сбора данных и их интерпретации позволяет увеличить периодичность исследований и более детально наблюдать за экологическими изменениями. Кроме того, дроны могут использоваться для мониторинга озелененных и восстановленных территорий, включая анализ уровня хлорофилла в листьях.

Таким образом, в данном исследовании был проанализирован перспективный способ рекультивации нарушенных земель с использованием БПЛА. В целях сокращения количества нарушенных земель, улучшения состояния окружающей среды и оптимизации работ по восстановлению земель применение БПЛА на угледобывающих предприятиях Кузбасса является актуальным и эффективным решением, позволяющим осуществлять мониторинг, оценку и контроль восстановления почв.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-082-2).

#### **Список литературы:**

1. Министерство угольной промышленности Кузбасса [Электронный ресурс]. URL: <https://muprk42.ru/ru/> (дата обращения: 04.03.2024).
2. ГОСТ Р 59070-2020. Рекультивация нарушенных и нефтезагрязненных земель. Термины и определения: утвержден и введен в действие Приказом

Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2020 г. № 731-ст: дата введения 2021-04-01. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2022 году. – Кемерово, 2023. – 475 с.

4. Этапы рекультивации земель [Электронный ресурс]. URL: <https://ecodelo.org> (дата обращения: 19.03.2024).

5. Коцур Е.В. Инженерное обустройство территории: практикум / Е.В. Коцур, М.Н. Веселова. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2023. – С. 81.

6. Юрак В.В. Обзор новых дистанционных способов экологического мониторинга / В.В. Юрак, А.Н. Малышев, С.С. Завьялов // Горный информационный аналитический бюллетень. – 2022. – Т.1. – №11. – С. 51-67. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2022\_111\_0\_51.

7. Бондарев Н.С. Система оценки возможности включения в хозяйственный оборот нарушенных промышленностью земель / Н.С. Бондарев, Г.С. Бондарева // Уголь. – 2023. – Т.1164. – №2. – С. 60-64. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-60-64.

8. Бабаев С.Н. Технология мониторинга открытых горных работ с применением беспилотного летательного аппарата / С.Н. Бабаев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – 2013. – Т.1. – №3. – С. 151-154.