

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИИ НА БИОЛОГИЧЕСКОМ ЭТАПЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

А. Ю. Кононова¹⁾, А. Н. Кутлияров²⁾

*^{1), 2)} Башкирский государственный аграрный университет,
450001, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул.50-летия Октября, 34
email: ¹⁾ kononovaalexandrayurievna@gmail.com, ²⁾ kutliarov-a@mail.ru*

Проекты рекультивации земель дают нам возможность вдохнуть новую жизнь в ландшафты, которые были деградированы в результате антропогенной деятельности. Чтобы вернуть этим экосистемам прежнее состояние, жизненно важную роль играет лесовосстановление. В этой статье исследуется использование возможностей ГИС технологий при лесовосстановлении в рекультивации земель и его положительное влияние.

Ключевые слова: природообустройство; экология; дикие животные; лесовосстановление; рекультивация.

USING THE POTENTIAL OF GIS TECHNOLOGIES IN FOREST RESTORATION AT THE BIOLOGICAL STAGE RECLAMATION OF DISTURBED LAND

А. Y. Kononova¹⁾, A. N. Kutliyarov²⁾

*^{1), 2)} Bashkir State Agrarian University,
450001, Volga Federal District, Republic of Bashkortostan,
Ufa, 50th anniversary of October street, 34
email: ¹⁾ kononovaalexandrayurievna@gmail.com, ²⁾ kutliarov-a@mail.ru*

Land reclamation projects give us the opportunity to breathe new life into landscapes that have been degraded as a result of anthropogenic activities. To restore these ecosystems to their former state, reforestation plays a vital role. This article explores the use of GIS technologies in reforestation in land reclamation and its positive impact.

Keywords: environmental management; ecology; wild animals; reforestation; reclamation.

Рекультивация земель является важным процессом восстановления деградированных или нарушенных земель, в результате антропогенной деятельности, пример представлен на рисунке 1. Будь то горнодобывающая деятельность, урбанизация или промышленное развитие, рекультивация

земель направлена на возрождение природной среды и создание устойчивых ландшафтов. Лесовосстановление играет решающую роль в этом процессе, поскольку способствует восстановлению экосистем и помогает поддерживать экологический баланс.

Лесовосстановление включает посадку деревьев и растительности на ранее бесплодных или деградированных (нарушенных) землях. Его основная цель – создать здоровый и разнообразный лесной покров, имитирующий естественные экосистемы, существовавшие до разрушения. Путем повторного внедрения деревьев, кустарников и других видов растений процесс лесовосстановления помогает восстановить здоровье почвы, регулировать круговорот воды, смягчать эрозию и обеспечивать среду обитания для различных диких животных.



Рис. 1. Пример нарушенных земель, на которых необходимо выполнить рекультивационные работы

Одним из основных преимуществ лесовосстановления во время рекультивации земель является возможность восстановить биоразнообразие и улучшить взаимосвязь мест обитания. Деревья действуют как естественные коридоры, позволяя животным передвигаться и способствуя возрождению разнообразных экологических сообществ. Благодаря реинтродукции местных видов растений лесовосстановление помогает экологически восстановить первоначальную среду обитания и поддерживает взаимодействие между флорой и фауной.

Успешное лесовосстановление в ходе рекультивации земель требует:
тщательного планирования;
подготовки участка;
соответствующего выбора деревьев.

При выборе породы деревьев следует учитывать условия участка, такие как тип почвы, климат и наличие воды, чтобы обеспечить выживание и адаптацию посаженных деревьев. Зачастую предпочтение отдается местным видам, поскольку они хорошо подходят для местных экологических условий и способствуют восстановлению процветающей природной экосистемы.

Вовлечение местного населения и заинтересованных сторон являются важнейшими аспектами лесовосстановления во время рекультивации земель. Сотрудничество с местными сообществами, экологическими организациями и землевладельцами способствует развитию чувства сопричастности и ответственности за инициативы по лесовосстановлению. Вовлечение местных сообществ в посадку и уход за деревьями не только обеспечивает возможности трудоустройства, но также повышает экологическую осведомленность и способствует долгосрочной устойчивости лесовосстановительных территорий.

Мониторинг и управление являются важными компонентами проектов лесовосстановления во время рекультивации земель. Регулярный мониторинг роста и приживаемости деревьев, борьба с вредителями и болезнями, а также постоянное техническое обслуживание обеспечивают успех и устойчивость лесовосстановительных территорий. Мониторинг также помогает оценить экологические выгоды, выявить потенциальные проблемы и реализовать стратегии адаптивного управления для постоянного улучшения.

Для оптимизации усилий по лесовосстановлению применение технологий географических информационных систем (ГИС) набирает обороты. ГИС-технологии, также известные как географические информационные системы, произвели революцию в различных отраслях, включая рекультивацию. Эти технологии являются новыми инструментами для мониторинга, планирования и реализации проектов лесовосстановления с повышенной эффективностью, точностью и устойчивостью.

ГИС-технологии предоставляют ценные инструменты и информацию, которые помогают специалистам по рекультивации принимать обоснованные решения и эффективно управлять процессом восстановления нарушенных земель. Технологии ГИС позволяют создавать подробные карты, определяющие подходящие территории для лесовосстановления

(рис. 2). Спутниковые снимки, аэрофотоснимки и данные LiDAR помогают оценить типы растительного покрова, плотность растительности и характеристики местности.

Используя ГИС, эксперты могут определить территории с наибольшим потенциалом для лесовосстановления на основе различных критериев, таких как качество почвы, климатические условия и близость к источникам воды. Благодаря объединению пространственных данных и анализа распределение ресурсов для лесовосстановления становится более обоснованным и эффективным. Этот пространственный анализ дает ценную информацию о существующих условиях нарушенных земель и помогает в разработке соответствующих стратегий рекультивации [3].



Рис. 2. Применение ГИС-технологий при рекультивационных работах

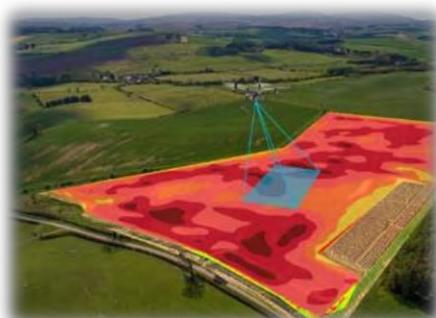


Рис. 3. Проведение топографической съемки

После реализации проектов по лесовосстановлению технологии ГИС облегчают постоянный мониторинг и оценку роста деревьев и восстановления земель. Методы дистанционного зондирования, включая аэрофото съемку и спутниковый мониторинг, предлагают экономически эффективный способ отслеживать растительный покров и измерять успех усилий по лесовосстановлению с течением времени. Сравнивая текущие данные с исходной информацией, можно оценить эффективность различных методов лесовосстановления и выбора пород, что приведет к принятию обоснованных решений для будущих проектов. Кроме того, ГИС позволяет выявлять коридоры, соединяющие фрагментированные лесные ландшафты, создавая более сплоченную и устойчивую экосистему.

В Башкирском государственном аграрном университете на кафедре землеустройства, существует материальная база беспилотных летательных аппаратов самолетного и вертолетного типа (DJI Matrice 300RTK, DJI Phantom 4 PRO и др.), которые позволяют выполнять научно-исследовательские и практические работы. Данные аппараты используются для проведения топографической съемки, создания планово-картографической

основы и мониторинга выполнения ряда технологических операций. В результате съемки получается: ортофотоплан с точной геодезической привязкой и цифровая модель местности.

Основными программными комплексами при создании электронных карт являются – ArcGIS, ArcView, MapInfo и др. Для начала обработки территорий посредством ГИС-технологий необходимо произвести топографическую съемку местности, результатом которой станут аэрофотоснимки. В рассматриваемой ситуации – съемка местности для рекультивации земель, масштаб должен быть не менее 1:10000 для составления карт местности. Проведение топографической съемки осуществляется посредством беспилотного летательного аппарата (далее – БПЛА) (рис. 3).

Съемка территорий с использованием БПЛА позволят создавать цифровые модели рельефа и местности, 3D модели участков городских территорий, оценивать объемы необходимых строительных материалов в горнодобывающей области.

Вышеуказанные летательные аппараты используются также для сбора данных для определения числа вырубки древесно-кустарниковой растительности при строительстве экодуга (биопереход над дорогой, для диких животных).

После строительства экодуга необходимо выполнять рекультивацию и лесовосстановление. Так как при строительстве перехода, будет производиться вырубка древесно-кустарниковой растительности, как для расположения самого перехода, так и для проезда техники. Необходимо, чтобы экодуг и подходы к нему выглядели максимально естественно, как продолжение природной среды (рис. 4).

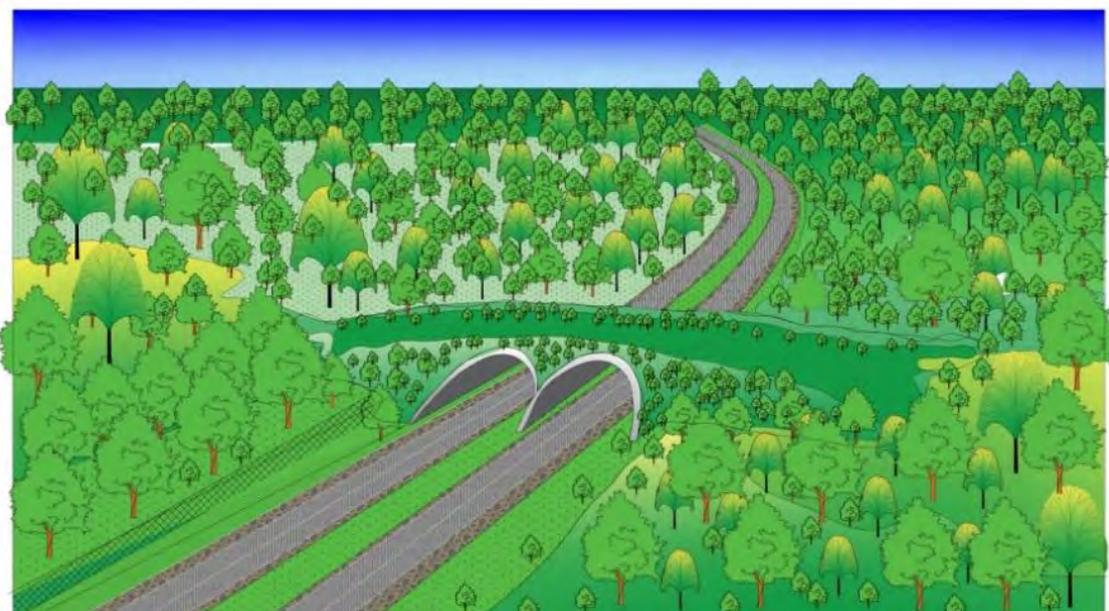


Рис. 4. Лесовосстановительные и рекультивационные работы на экодуге

На экодуке и его подходах необходимо высадить растения и деревья, а также травы и кустарники, которые полностью соответствуют растительности, присущей местной фауне и их среде обитания. Кроме того, эти растения должны учитывать потребности каждого вида животных.

Глубина верхнего слоя почвы, размещенного на экодуке, предназначенного посадки растительности, должна быть более 150 сантиметров. Для возможности развития и укрепления корневой системы древесно-кустарниковой растительности. Также высадка древесно-кустарниковой растительности необходима на подходах в экодуку. С учётом вероятных различий среды обитания животных, по краям дороги должны быть высажены зелёные насаждения: справа хвойные, а слева лиственные деревья, на самом экодуке должны быть посажены кустарники: шиповник, боярышник, акация. А так же, для большей схожести с естественной средой обитания, в состав проекта рекультивации и лесовосстановительных работ, может быть предусмотрена высадка небольших деревьев, высота которых доходит до 2,5 метров [2].

«Верхний слой почвы, который будет предназначен для высадки зелёных насаждений на переходе, должен быть выше минимальных значений:

- для травы – 0,3 метра;
- для кустарника – 0,6 метра;
- для деревьев – 1,5 метра.

На экодуке планируется высадить около 150 деревьев, из которых 75 будут пересажены с мест, где проводятся работы по подготовке подходов к экодуку. Остальная половина деревьев будет приобретена в ландшафтном центре» [2]. Важно, что все деревья будут разной высоты для создания более естественной среды обитания для диких животных, которые будут использовать переход. Ниже представлены расчеты стоимости рекультивационных работ, а именно лесовосстановление, таблицы с ценами на июнь 2023 года представлены ниже.

Таблица 1

Стоимость посадки клёна американского

Высота	Размер земляного кома	Цена за дерево без посадки	Цена (с доставкой и посадкой) от 3 и более шт.
2–3 м	700 мм	5 000 руб.	8 000 руб.
3–4 м	900 мм	6 900 руб.	10 000 руб.
4–5 м	1000 мм	12 000 руб.	16 000 руб.
5–6 м	1300 мм	18 000 руб.	23 000 руб.
6–7 м	1400 мм	20 000 руб.	26 000 руб.

Всего будет посажено 25 насаждений клёна американского: 5 двухметровых, 5 трёхметровых, 5 четырёхметровых, 5 пятиметровых, 5 шестиметровых. Стоимость деревьев с их посадкой и доставкой составит:

$$(5 \times 8\,000) + (5 \times 10\,000) + (5 \times 16\,000) + (5 \times 23\,000) + (5 \times 26\,000) = 40\,000 + 50\,000 + 95\,000 + 115\,000 + 130\,000 = 430\,000 \text{ рублей}$$

Таблица 2

Стоимость посадки боярышника

Высота	Размер земляного кома	Цена за дерево без посадки	Цена (с доставкой и посадкой) от 3 шт.
3–4 м	900 мм	5 000 руб.	6 000 руб.

Стоимость закупки и посадки 25 насаждений, с доставкой, обойдется в 150 тысяч рублей.

Таблица 3

Стоимость посадки акации

Высота	Размер земляного кома	Цена (с доставкой и посадкой) от 3 шт.
3-4 м. Башкирия	900 мм	7 500 руб.
3-4 м. (премиум)	1200 мм	15000 руб.
5-6 м.	1400 мм	23 000 руб.
6-7 м.	1600 мм	36 000 руб.
7-8 м.	1700 мм	55 000 руб.

Стоимость посадки 25 насаждений сосны, разных размеров: 5 трёхметровых, 5 трёхметровых, 5 четырёхметровых, 5 пятиметровых, 5 шестиметровых. Стоимость деревьев с их посадкой и доставкой составит:

$$(7500 \times 5) + (15\,000 \times 5) + (23\,000 \times 5) + (36\,000 \times 5) + (55\,000 \times 5) = 37\,500 + 75\,000 + 115\,000 + 180\,000 + 275\,000 = 658\,500 \text{ рублей}$$

Таблица 4

Стоимость укладки газона на экодуке

Вид работ	Ед. изм.	Стоимость, руб.
Газон	м ²	150
Подготовка		100
Укладка		100
Итого:		350

Общая стоимость 75 зелёных насаждений на экодуке обойдется (стоимость без учета пересаженных на подходах деревьях)

$$430\,000 + 150\,000 + 658\,500 = 1\,238\,500 \text{ рублей}$$

Общая площадь экодука и подходов к нему составляет 2 000 м², а устройство газона с подготовкой и укладкой составляет 350 рублей за м², следовательно, общая стоимость устройства газона обойдется в 700 тысяч рублей. Сметная стоимость лесовосстановления была рассчитана на основании съёмки, выполненной при помощи беспилотных летательных аппаратов.

В заключение, ГИС-технологии открывают огромный потенциал при рекультивации нарушенных земель. От оценки масштаба и выбора участка до мониторинга и оценки ГИС предоставляет ценную информацию, улучшает процессы принятия решений и повышает общую эффективность и точность проектов рекультивации, а особенно лесовосстановления. Используя возможности ГИС, мы можем внести свой вклад в восстановление и сохранение лесных экосистем, обеспечивая устойчивое будущее для будущих поколений.

Лесовосстановление в ходе проектов рекультивации земель не обходится без проблем. Такие проблемы, как выживаемость саженцев, инвазивные виды и адаптация к изменяющимся климатическим условиям, могут создавать препятствия. Однако благодаря тщательному планированию, правильному выбору видов и использованию стратегий адаптивного управления эти проблемы можно смягчить. Сотрудничество между учеными, землепользователями и местными сообществами имеет решающее значение для обеспечения успеха усилий по лесовосстановлению.

Библиографические ссылки

1. Кононова А. Ю., Мустафин Р. Ф. Необходимость внедрения экодуков в Башкирии // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2021», Уфа, 23–26 марта 2021 года / Часть 1. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2021. С. 134–138.

2. Кононова А. Ю., Столетов А. И. Воздействие техногенной цивилизации на фауну: опыт Башкортостана // Социальная онтология России : Сборник научных статей по докладам XIV Всероссийских Копыловских чтений / Под редакцией М. В. Ромма, В. И. Игнатьева, В. Г. Новоселова, Л. Б. Сандаковой. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. С. 164–168.

3. Кутляров А. Н., Кутляров Д. Н. Роль ГИС-технологий в прогнозировании и планировании использования земель // В сборнике: Инновационному развитию агропромышленного комплекса – научное обеспечение. Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXII Международной специализированной выставки «АгроКомплекс-2012», Башкирский государственный аграрный университет, Башкирская выставочная компания. 2012. С. 116–119.