



Применение блокчейна при корпоративном лесовосстановлении в регионе

А.И. Лебер^{1✉}, Н.Г. Уразова², Н.Н. Даниленко³

^{1,2,3}Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Аннотация. В работе рассматривается проект «Корпоративное лесовосстановление на основе блокчейн-технологий» как инструмент повышения эффективности, прозрачности и инвестиционной привлекательности лесовосстановительных мероприятий. Актуальность исследования обоснована недостаточной научной проработкой применения распределенных реестров в лесном хозяйстве, а также необходимостью привлечения частного капитала для выполнения задач федерального проекта «Сохранение лесов» и нацпроекта «Экологическое благополучие». Проанализированы практические примеры, такие как зарубежный кейс Web3Eco (токенизация прав на доход от выращивания павловнии) и отечественный пилотный проект в Красноярском крае (мониторинг вырубок с помощью дронов и блокчейна). Показана специфика Иркутской области как ключевого лесопромышленного региона с высокими экологическими рисками и жесткими требованиями к арендаторам. Приведены данные о лесовосстановительной деятельности крупных компаний («Иркутская нефтяная компания», «Верхнечонскнефтегаз», «Деком»), подтверждающие превращение лесовосстановления в рыночный фильтр. Разработана архитектура блокчейн-платформы, включающая функциональные модули (учет саженцев, мониторинг роста, управление сертификатами, взаимодействие участников). Представлена бизнес-модель по методологии Canvas – ценностные предложения для разных сегментов, каналы взаимодействия, источники доходов (углеродные кредиты, сертификаты, экотуризм, BaaS), ключевые ресурсы и партнеры, структура издержек. Выполнен анализ рисков (технологические, экономические, экологические, социальные, законодательные, кадровые) с предложением стратегий реагирования (смягчение, передача, принятие). Даны рекомендации по снижению затрат (аренда дронов, облачные решения, энергоэффективные консенсусы PoS/DPOS, солнечные панели) и наращиванию доходов (токенизация углеродных кредитов, экотуризм, спонсорство, обучение).

Ключевые слова: национальные проекты, блокчейн-технологии, территориальное развитие, корпоративное лесовосстановление, ESG стратегии, токенизация

Для цитирования: Лебер А.И., Уразова Н.Г., Даниленко Н.Н. Применение блокчейна при корпоративном лесовосстановлении в регионе // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2026. Т. 16. № 2. С. 277–286. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-2-277-286>. EDN: VZHESK.

Original article

The use of blockchain in corporate reforestation in the region

Anastasia I. Leber^{1✉}, Nina G. Urazova², Nina N. Danilenko³

^{1,2,3}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The paper considers the project "Corporate reforestation based on blockchain technologies" as a tool to increase the efficiency, transparency and investment attractiveness of reforestation activities. The relevance of the study is justified by insufficient scientific study of the use of distributed registries in forestry, as well as the need to attract private capital to fulfill the tasks of the federal project "Forest Conservation" and the national project "Environmental Well-being". Practical examples are analyzed, such as the foreign Web3Eco case (tokenization of rights to income from paulownia cultivation) and a

domestic pilot project in the Krasnoyarsk Territory (monitoring deforestation using drones and blockchain). The specifics of the Irkutsk region as a key timber industry region with high environmental risks and strict requirements for tenants are shown. Data on the reforestation activities of large companies (Irkutsk Oil Company, Verkhnechonskneftegaz, Decom) are presented, confirming the transformation of reforestation into a market filter. The architecture of the blockchain platform has been developed, which includes functional modules (seedling accounting, growth monitoring, certificate management, and participant interaction). A business model based on Canvas methodology is presented - value propositions for different segments, channels of interaction, sources of income (carbon credits, certificates, ecotourism, BaaS), key resources and partners, cost structure. An analysis of risks (technological, economic, environmental, social, legislative, personnel) was carried out with the proposal of response strategies (mitigation, transfer, acceptance). Recommendations are given on reducing costs (drone rentals, cloud solutions, energy-efficient PoS/DPoS consensuses, solar panels) and increasing revenue (tokenization of carbon credits, ecotourism, sponsorship, training).

Keywords: national projects, blockchain technologies, territorial development, corporate forest restoration, ESG strategies, tokenization

For citation: Leber A.I., Urazova N.G., Danilenko N.N. The use of blockchain in corporate reforestation in the region. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2026;16(2):277-286. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-2-277-286>. EDN: VZHESK.

ВВЕДЕНИЕ

Современные вызовы глобальной экономики обуславливают острую необходимость применения цифровых инструментов практически во всех сферах жизни общества. Их использование позволяет трансформировать традиционные подходы к управлению лесовосстановлением в Российской Федерации, что значительно повышает их эффективность. Интерес к использованию блокчейна в различных отраслях неуклонно растет, однако количество исследований эффективности таких технологий применительно к лесовосстановлению остается недостаточным.

Сегодня возникла необходимость создания методической базы, которая, учитывая специфику лесного хозяйства, позволила бы обосновать преимущества и определить риски внедрения блокчейн-технологий в проекты корпоративного лесовосстановления. Результатом станет повышение инвестиционной привлекательности и получение государственной поддержки для подобных проектов.

На сегодня эксперты выделяют четыре основных типа блокчейна:

1. Блокчейн 1.0 – криптовалюты (Bitcoin, Ethereum, Litecoin и др.), впервые был описан в 2008 г.

2. Блокчейн 2.0 – смарт-контракты (финансовые приложения для работы с акциями, облигациями, фьючерсами, задатками и пр.) были представлены в 2013 г. Смарт-контракт представляет собой фрагмент кода, который выполняется в результате транзакции. Его основные характеристики – прозрачность и авто-

номность, что позволяет исключить возможность манипуляции и ошибок [11]. Именно этот тип рассматривается в статье.

3. Блокчейн 3.0 – все остальные приложения, выходящие за рамки финансовой сферы, были представлены в 2015 г. и ориентированы на разработку децентрализованных вычислений [1].

4. Блокчейн 4.0 – это интеграция искусственного интеллекта в технологию блокчейн, представленная в 2018 г. и позволяющая принимать решения без непосредственного участия человека [11]. В контексте данной статьи под блокчейн-технологией (блокчейн 3.0) понимается распределенная, децентрализованная и криптографически защищенная база данных, обеспечивающая неизменность и прозрачность зафиксированной информации.

Среди очевидных преимуществ применения блокчейна – гарантия подлинности данных благодаря неизменности записей (исключена возможность постфактум вносить или удалять информацию); автоматизация транзакций через смарт-контракты (например, автоматическое вознаграждение подрядчиков после достижения плановых показателей); и криптографическая защита, предотвращающая несанкционированный доступ и обеспечивающая конфиденциальность и целостность системы. Применение цифровых инструментов в проектах корпоративного лесовосстановления на предприятиях региона, а именно технологии блокчейна, способно обеспечить надежный мониторинг посадочного материала, полную прозрачность всего процесса, автоматизиро-

ванный учет и отслеживание ресурсов, упрощенную верификацию результатов, усиление доверия инвесторов, а также более совершенную отчетность. Совокупность этих факторов ведет к оптимизированному, открытому и устойчивому управлению проектом [6].

МЕТОДЫ

В основе изучения данных лежат методы обзора и анализа документов, в том числе российских и зарубежных периодических изданий, а также методы сравнения и группировки. Эти методы позволили систематизировать данные, выявить закономерности и тенденции, сравнить и структурировать результаты для дальнейшего исследования и интерпретации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Лесовосстановление, как и любая другая отрасль экономики, подвержено влиянию научно-технического прогресса.

Внедрение инноваций является необходимым условием для повышения эффективности использования лесных ресурсов, обеспечивающих экономический рост, создание новых рабочих мест и развитие бизнеса. [7]

Инновационные технологии, включая блокчейн, способны сделать лесовосстановление на выгоревших и вырубленных участках более привлекательным для государства и инвесторов в рамках реализации федерального проекта «Сохранение лесов» и национального проекта «Экологическое благополучие». Многие регионы Прибайкалья, пострадавшие от лесных пожаров, также заинтересованы в лесовосстановлении с применением цифровых технологий [12].

Объемы цифровизации процесса лесовосстановления на сегодняшний день невелики, однако, в мире уже существует успешная практика применения блокчейн-технологий в этой сфере. Так, например, широко известно, что в настоящее время реализуется проект Web3Eco, который интегрирует криптоиндустрию с реализацией экологических мероприятий. В его рамках происходит токенизация части лесных насаждений компании и последующая продажа древесины быстрорастущих пород. Инициатор проекта создал плантацию быстрорастущей павловнии в Узбекистане, предлагая будущим инвесторам токенизированные права на доход от продажи древесины. Каждое дерево получает свой уникальный цифровой код с определенными географическими координатами, с указанием породы, особенностями ухода и т. п., что дает возможность инвестору управлять данным активом. В планах основателей проекта в будущем году обеспечить рост посадок до 380 тыс. деревьев,

масштабируя плантации в других странах, имеющих благоприятные условия для развития подобных инициатив, а через пять лет довести общую площадь плантаций до 100 тыс. га. Отметим, что в России уже существуют наработки правоприменения токенов [4]. Успех проекта, его высокая инвестиционная привлекательность отражает преимущества цифровизации (блокчейна) для легализации древесины и обеспечения прозрачности сделок с ней.

Отметим, что это далеко не единственная возможность привлечения инвестиций в экологические инициативы. Например, в работе [2] обоснована возможность использования углеродных единиц в системе климатического финансирования, позволяющая активно привлекать инвестиции в реализацию экологических проектов. Внедрение цифровизации происходит и в российских регионах, так, например, в Красноярском крае реализуется пионерный проект, в рамках которого беспилотные летательные аппараты применяются для наблюдения за нелегальными рубками лесов, а технология блокчейн используется для контроля записей, есть и другие примеры таксации лесов [9].

Общеизвестно, что лесной фонд Сибирского федерального округа составляет примерно третью часть национального лесного хозяйства, а доля Иркутской области превышает 8 % от всех лесных запасов страны. Согласно рейтингу Федерального агентства лесного хозяйства, Иркутская область в 2024 г. заняла первое место по стране по поступлению доходов от использования лесов в федеральный бюджет в 4,4 млрд руб.

При этом, территория Прибайкалья, несмотря на значительные лесные запасы, страдает от не только существенных экологических проблем, таких как ежегодные лесные пожары, крупномасштабные и незаконные рубки леса, которые наносят тяжелый урон экосистемам, но и от тяжелых экономических последствий этих событий, приводящих к серьезным финансовым и репутационным потерям для региональной экономики. Именно это определяет заинтересованность региональных властей в повышении эффективности контроля лесопользования, мотивируя компании, работающие в регионе, придерживаться существующих принципов устойчивого развития и экологической ответственности. В целом, отметим, что в Иркутской области по итогам мониторинга 2025 г. мероприятия по лесовосстановлению выполнены на 99,5 % от годового плана (122 тыс. га), что подтверждает наличие серьезного государственного контроля за этим процессом.

Особая роль при реализации подобных мероприятий отводится крупному бизнесу, поскольку именно он является активным лесопользователем и реализует программы лесовосстановления в рамках внутриотраслевых деловых практик на базе концепции ESG. Охрана окружающей среды региона присутствия является не только репутационно значимой частью социальной ответственности бизнеса, но и его обязанностью в рамках выполнения компенсационных требований государства. Одним из основных природопользователей региона является ООО «Иркутская нефтяная компания», ежегодно приносящая в областной бюджет до 10 % доходов. Как любая крупная компания, она разделяет принципы концепции устойчивого развития и экологической ответственности. Только в прошедшем году при ее участии было высажено около 1,5 млн хвойных деревьев, а за пять лет ей удалось восстановить свыше 10,7 млн деревьев на площади более 5,3 тыс. га.

Крупнейшая золотодобывающая компания России «Полюс» за шесть лет уже высадила в Приангарье около 7,5 млн семян сосны, что позволило восстановить тысячи гектаров лесного фонда.

В 2026–2028 гг. «Полюс» планирует организовать посадку и уход за деревьями на площади более 2,5 тыс. га. Компания использует снимки из космоса и аэрофотосъемку с беспилотников, что позволяет оперативно сверять состояние посадок с проектом. Опыт крупных добывающих компаний региона свидетельствует в пользу их активной заинтересованности

и вовлеченности в процесс лесовосстановления, что обеспечивает им доступ к долгосрочной аренде участков и торгам. Последнее дает возможность улучшить финансовую устойчивость компаний, повысить их инвестиционную привлекательность и, как следствие, рыночную стоимость их собственного капитала и капитализацию.

В целом, проект соответствует основным направлениям цифровизации лесного хозяйства. [10]

Эта логическая цепочка подтверждает эффективность долгосрочных социальных инвестиций, к которым можно отнести предложенное авторами проектное решение по корпоративному лесовосстановлению на основе блокчейна.

Проект способен сформировать комплексный механизм оцифровки лесовосстановительного процесса с целью создания благоприятного инвестиционного климата в лесной сфере и повышения социальной ответственности добывающего сектора.

В силу ряда специфических особенностей, отраженных в табл. 1, при оценке эффективности и внедрении проекта стоит учитывать временные интервалы для получения результатов, а именно долгосрочность выращивания полноценного лесного массива; климатические особенности региона, в частности резко-континентальный климат Приангарья; состояние подлежащих восстановлению выгоревших почв и семян; сохранение локального биоразнообразия и эндемиков; сохранение и развитие местных территорий и сообществ.

Таблица 1. Сущность проекта «Корпоративное лесовосстановление с применением блокчейн-технологий»

Table 1. The essence of the project "Corporate reforestation using blockchain technologies"

Критерий	Характеристика проекта	Ожидаемый результат
Цель	Лесовосстановление на вырубках и гарях	Создание новых лесов на месте вырубленных или сгоревших участков
	Повышение экологической грамотности общества	Воспитание ответственного отношения к природе
	Вовлечение заинтересованных сторон	Привлечение максимального числа участников к процессу
	Внедрение технологических инноваций	Повышение прозрачности и отдачи от деятельности
Масштаб	Крупномасштабный	Затрагивает ключевые бизнес-процессы компаний-участников
Тип инноваций	Процессный и организационный	Новые методы производства и новая структура управления лесовосстановлением, а также измененная схема партнерств и инвестиций
Степень новизны	Улучшающий	Модернизация существующих методов лесовосстановления благодаря блокчейн-технологиям

Критерий	Характеристика проекта	Ожидаемый результат
Продолжительность	Средне и долгосрочный	Реализация рассчитана на несколько лет

Характеристики, перечисленные в табл. 1, позволяют лучше понять природу исследовательского проекта и обосновать наиболее подходящий метод оценки его эффективности.

Использование современных технологий позволяет значительно снизить корпоративные издержки, ускорить выращивание растений, повысить качество выращиваемых культур и привлекательность инвестиций в лесной сектор [3]. Например, использование беспилотных летательных аппаратов ускорило и упростило мониторинг территории, тем самым значительно сократив потребность в выездах на

места. Особенно это актуально в Иркутской области, благодаря ее удаленному расположению и большой площади территории. Беспилотные летательные аппараты используются для оценки состояния лесных массивов и контроля за приживаемостью саженцев, чтобы можно было своевременно корректировать лесовосстановление.

В табл. 2 кратко представлены функциональные задачи, поставленные перед участниками проекта. Выполнение этих задач должно способствовать обеспечению устойчивости проекта.

Таблица 2. Функциональные задачи участников проекта

Table 2. Functional tasks of project participants

Группа участников проекта	Функциональные задачи участников проекта
Управленческий персонал (руководство компании, руководитель проекта)	Постановка стратегических целей, утверждение бюджета, общий контроль, планирование, организация работ, управление командой, отслеживание исполнения
Команда проекта: лесохозяйственная часть (специалисты по лесному хозяйству, агрономы)	Формирование требований к системе с позиции лесовосстановления, выращивание посадочного материала (деревьев) для использования в проекте
Команда проекта: технологическая часть (IT-специалисты, специалисты по ДЗЗ и IoT)	Создание и внедрение блокчейн-платформы, интеграция с внешними системами, объединение данных дистанционного зондирования и показателей датчиков с блокчейн-системой
Команда проекта: клиентская и финансовая поддержка (менеджеры по работе с клиентами, бухгалтер, юрист)	Коммуникация с корпоративными заказчиками, сбор их требований, информирование о проекте, расчет экономической эффективности, распределение и учет бюджета, контроль соответствия законодательству
Поставщики (блокчейн-платформы, материалов/удобрений, IoT-датчиков)	Предоставление и сопровождение блокчейн-платформы (обучение, документация, время реакции, штрафы), поставка качественных материалов, удобрений и надежных датчиков с соблюдением сроков, условий хранения, доставки, ценообразования, гарантий и техподдержки
Государственные органы	Мониторинг соблюдения законодательства, нормативное регулирование, реализация федеральной политики на региональном уровне, управление лесным фондом, контроль использования лесных земель, налоговый надзор
Внешние стейкхолдеры (инвесторы и корпоративные клиенты)	Организации, финансирующие мероприятия по лесовосстановлению, а также заинтересованные в успешных результатах проекта и прозрачности всех операций

Предлагаемая в работе платформа проекта позволяет учесть все фазы его осуществления – от высадки саженцев до получения сертификата объекта. Использование цифровых инструментов (блокчейна) подтверждает экологическую составляющую вклада каждого участника, позволяет сформировать цифровой сертификат каждого саженца и участка лесовос-

становления. Данные о происхождении, местоположении и росте деревьев фиксируются, что обеспечивает полную прозрачность и возможность проверки любым заинтересованным лицом [6]. Платформа проекта объединяет следующие функциональные модули, обеспечивающие различный уровень доступа для каждого пользователя:

1. Модуль учета и отслеживания саженцев позволяет присвоить каждому высаженному дереву уникальный цифровой идентификатор (QR-код или NFC-метка). Здесь же пользователь может занести сведения о происхождении посадочного материала, указать дату посадки, сорт, особенности ухода.

В дальнейшем модуль позволяет контролировать местоположение объекта на каждом этапе жизненного цикла, включая переработку и использование.

Доступ к этому модулю разрешен руководителям, учредителям проекта, агрономам, IT-специалистам, специалистам по дистанционному зондированию Земли и IoT.

2. Модуль мониторинга роста деревьев производит автоматический сбор необходимых данных, например, высоты саженца и диаметра его ствола, с установленных устройств (датчиков, сенсоров) и обеспечивает визуализацию сведений о состоянии дерева непосредственно на карте, а также по запросу формирует отчет о приживаемости саженца. Этот модуль доступен для всех пользователей платформы.

3. Модуль управления сертификатами обеспечивает присвоение сертификата каждому объекту, его фиксацию к каждому саженцу или участку леса, а также позволяет осуществлять учет поглощенного углекислого газа

каждым объектом для будущего использования при формировании углеродных кредитов. Доступ к модулю имеет управленческий персонал и контролирующие органы.

4. Модуль взаимодействия с участниками позволяет им оформить личные кабинеты для отслеживания и формирования аналитических отчетов по проекту, обеспечивает принятие управленческих решений на платформе и прозрачное распределение доходов через smart-контракты.

Этот модуль также доступен для всех пользователей платформы. Пользовательский интерфейс платформы обеспечивает корректную работу для всех участников платформы за счет специальной программы адаптации под их статус, цель и задачи. В зависимости от роли участника проекта использование этого модуля может быть персонализированным. Для формирования бизнес-модели проекта в работе обосновано применение модели Canvas А. Остервальдера и И. Пинье, поскольку она способна учесть специфику реализации – длительный цикл работы платформы, требуемую прозрачность, токенизацию углеродных единиц и участие большого количества стейкхолдеров с разной степенью влияния на реализацию проекта. Перечень основных составляющих бизнес-модели проекта представлен в табл. 3.

Таблица 3. Основные составляющие бизнес-модели проекта

Table 3. The main components of the project's business model

Блок модели	Сущностные характеристики блока
Ценностные предложения	Для бизнеса: прозрачность эко-вклада, углеродные токены под реальные деревья, снижение репутационных рисков
	Для государства: исключение фальсификаций, автоматическая отчетность, частные инвестиции без бюджета
	Для сообществ: цифровое подтверждение участия, контроль расходов, доля от экотуризма
	Для криптоинвесторов: токены, обеспеченные CO ₂ , ликвидный рынок
Потребительские сегменты	Корпорации (компенсация углеродного следа), ESG-фонды, госорганы, туристические компании, частные лица (волонтеры, криптоэнтузиасты), наука
Каналы взаимодействия	Цифровая платформа (web + мобильное), партнерство с ESG-агрегаторами и биржами, соцсети, конференции, B2B-продажи
Взаимодействие с клиентами	Самообслуживание на платформе, персональные менеджеры для крупных клиентов, геймификация, публичные отчеты (смарт-контракты), обучение
Источники доходов	Углеродные токены (продажа), цифровые сертификаты, комиссия за транзакции, платные аналитические отчеты, контрактное лесовосстановление (оплата за га), экотуризм, спонсорство, госсубсидии и гранты, BaaS-подписка для других проектов

Блок модели	Сущностные характеристики блока
Ключевые ресурсы	Блокчейн-платформа, IoT-датчики и дроны, земельные участки, кадры (IT, агрономы, специалисты по дистанционному зондированию Земли, юристы), посадочный материал, финансы, лицензии

Таким образом, предложенная блокчейн-платформа не только обеспечивает необходимый контроль лесовосстановления, но и позволяет нивелировать существенные затраты компаний на его проведение. Результатом должна послужить прозрачность инвестиционных активов и верификация выбросов углекислого газа, что, в свою очередь, обусловит привлечение частного капитала, активизируя стейкхолдеров через токенизацию и smart-контракты [16]. По сути, эта платформа создает новую экосистему с возможностью монетизации лесовосстановления посредством продажи углеродных единиц и сертификатов, развития экотуризма и государственно-частного партнерства [15]. При этом сокращается значительная часть расходов за счет использования облачных решений и автоматизации процессов контроля.

При реализации любого инновационного проекта, помимо применения стандартных методов оценки эффективности инвестиций, важнейшим этапом планирования является идентификация и анализ рисков. Риск – это неопределенное событие или условие, которое может положительно или отрицательно сказаться на достижении целей [8].

Эффективное управление проектом обуславливает необходимость постоянного контроля его реализации на всех фазах. Анализируя управляемые риски компаний, важно определить их источники, ведущие к росту неопределенности или ухудшению целевых показателей проекта.

При внедрении предлагаемой блокчейн-платформы авторами были идентифицированы следующие виды рисков и предложены адекватные меры по их снижению:

1. Технические риски учитывают сбой в работе самой блокчейн-платформы или показания датчиков интернета вещей. Благодаря регулярному мониторингу работоспособности системы, непрерывному резервному копированию данных и выбору надежных поставщиков услуг обеспечивается снижение рисков.

Для повышения эффективности рекомендуется использовать готовые BaaS-платформы (по подписке); энергоэффективные консенсусы (PoS, DPoS) вместо PoW; в перспективе – солнечные панели для питания IoT-датчиков.

2. Экономические риски могут включать вероятность повышения широкого спектра затрат, в том числе на рабочую силу, оборудование и транспортировку. Для минимизации этих рисков следует привлекать к реализации проекта местное население, одновременно предоставляя новые рабочие места и заключать долгосрочные контракты с поставщиками оборудования.

3. Агротехнические и климатические риски способны отразиться на приживаемости растений, поэтому стоит выбирать устойчивые породы растений, например, ель и сосну сибирскую [13].

Также рекомендуется использовать микоризные сеянцы, выращенные с помощью полимерных материалов. Применение данной агротехники в регионах уже обеспечило приживаемость 85 %, а осеннюю сохранность 53 %, что в 6–10 раз выше, чем в варианте с немикоризными сеянцами [14].

На сегодняшний день особое внимание уделяется компенсации выбросов углерода за счет защиты лесов и посадки деревьев. При внедрении блокчейна на рынке торговли квотами на выбросы углерода, информация о типе актива, предоставленного кредитом, добавляется на блокчейн-счет (кошелек) пользователя в виде токена в форме небольших фрагментов данных. Владелец деревьев предоставляет всю информацию для запроса углеродного кредита через алгоритм smart-контракта. Вся информация автоматически оценивается smart-контрактом. Все владельцы могут использовать токены для совершения транзакций на углеродном рынке, основанном на блокчейне [11]. При реализации проекта могут быть предоставлены услуги по мониторингу углеродного следа и организованы семинары и консультации по устойчивому лесопользованию. Как следствие, инновационным способом привлечения инвестиций должен стать выпуск токенов, гарантированных углеродными кредитами, которые заинтересуют криптоинвесторов, уделяя особое внимание окружающей среде и обществу. Это повысит доход и привлекательность проекта.

Кроме того, успех проекта зависит от эффективного управления рисками. Чтобы снизить уровень угроз, рекомендуется проводить регулярный, например, ежеквартальный или

ежемесячный анализ рисков путем выявления новых угроз и переоценки старых. Для определения рисков полезно использовать WBS-метод, диаграммы Исикавы, метод Дельфи и контрольные списки. После оценки каждого риска необходимо определить стратегии преодоления: избежать, изменив план; смягчить, уменьшив вероятность или последствия; перенести, например, застраховать; или принять, разработав план на случай возникновения риска.

После этого составляется подробный план действий. Выполнение этих рекомендаций поможет региональным компаниям увеличить выручку и повысить рентабельность при реализации проекта «Корпоративное лесовосстановление с использованием технологии блокчейн».

Главным условием является учет экономических, экологических и социальных последствий, что обеспечит устойчивость проекта и его положительное воздействие на природную среду и местных жителей.

ВЫВОДЫ

В качестве выводов по проделанной работе следует выделить:

1. В Иркутской области, как регионе с высоким лесопромышленным значением и экологическими проблемами, процесс лесовосстановления востребован только крупными компаниями («Иркутская нефтяная компания», «Роснефть», «Полюс»), которые рассматривают это как часть ESG-политики.

2. Применение предложенной авторами блокчейн-платформы позволит объединить все этапы лесовосстановления, преобразуя его из затратной процедуры в прозрачный инвестиционный актив.

3. Использование бизнес-модели (Canvas) позволит монетизировать прозрачность и экологический вклад проекта корпоративного лесовосстановления.

Большинство выделенных рисков проекта имеют среднюю вероятность и влияние, предложенные меры реагирования позволяют их контролировать. Общий вывод: предложенный проект делает корпоративное лесовосстановление экономически привлекательным, прозрачным и масштабируемым за счет блокчейна, токенизации и вовлечения всех стейкхолдеров, но требует умеренного контроля рисков и адаптации к региональным условиям.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Свон М. Блокчейн. Схема новой экономики. М.: Олимп-Бизнес, 2015. 228 с.
2. Антипов А.Д., Уразова Н.Г. Углеродные единицы в системе климатического финансирования: мировой опыт и возможности применения в России // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2026. № 5. С. 5–11. <https://doi.org/10.17513/vaael.4513>. EDN: ILUUYN.
3. Юнсон Э.В. Мониторинг лесного хозяйства с помощью беспилотных летательных систем // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 5. С. 1–5. <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.52>. EDN: TBKMVM.
4. Маврина Ю.В. К вопросу о правовой природе токенов и их включении в систему объектов гражданских прав // Проблемы экономики и юридической практики. 2019. Т. 15. № 4. С. 111–114. EDN: EDOWOM.
5. Кардаполова К.Г., Помыткина Л.Ю., Щепеткина И.В. Блокчейн и возможность его применения в управлении лесным сектором экономики РФ // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Материалы XX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2024. С. 1097–1101.
6. Коновалова Ю.С., Бурцев Д.С. Исследование цифровых компетенций сотрудников лесной промышленности для бизнес-трансформации // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 2. С. 4–14. <https://doi.org/10.17586/2713-1874-2024-2-4-14>. EDN: YRVPNV.
7. Фролова В.А., Чернышенко О.В. Подходы к валидации и верификации лесных климатических проектов // Научные основы устойчивого управления лесами. Материалы Всеросс. науч. конф. с междунар. участием, посвященной 30-летию ЦЭПЛ РАН (г. Москва, 25–29 апреля 2022 г.). М., 2022. С. 250–252. EDN: WJRLQS.
8. Шкурко В.Е. Управление рисками проектов. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2020. 184 с.
9. Костин П.И. Таксация леса при помощи БПЛА // Вестник науки и образования. 2022. № 1-2. С. 58–60. EDN: JBFACY.
10. Носков В.А. Цифровизация лесного хозяйства // Аграрная наука на севере - сельскому хозяйству. Сб. материалов VI Всеросс. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) (г. Сыктывкар, 26 апреля 2024 г.). Сыктывкар, 2024. С. 99–103. <https://doi.org/10.24412/cl-37231-2024-1-99-103>. EDN: FETSQA.

11. Zhaoyuan He, Turner P. Blockchain Applications in Forestry: A Systematic Literature Review // *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. Iss. 8. P. 1–22. <https://doi.org/10.3390/app12083723>.
12. Атутова Ж.В. Опыт применения геоинформационных данных в оценке постпирогенного восстановления растительного покрова // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2024. № 3. С. 4–13. <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/4-13>. EDN: CGAZHS.
13. Залесов С.В., Ужгин Ю.В. Рост искусственных сосновых насаждений в районе Восточно Уральского радиоактивного следа // *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 8. С. 46–49. EDN: SWEGPT.
14. Крючков С.Н., Вдовенко А.В., Зарубина А.В., Егоров С.А. Эффективность использования микоризы и полимерных материалов при выращивании сеянцев сосны в засушливых условиях // *Научно-агрономический журнал*. 2021. № 2. С. 34–38. <https://doi.org/10.34736/FNC.2021.113.2.005>. EDN: ZPHMTN.
15. Baydeniz E. Blockchain Technology in Tourism: Pioneering Sustainable and Collaborative Travel Experiences // *Journal of Tourismology*. 2024. Vol. 10. Iss. 1. P. 1–12. <https://dx.doi.org/10.26650/jot.2024.10.1.1312994>.
16. Boonrat P., Hartmann N., Werapun W. Tokenisation of Forest Carbon Project: A Blockchain-Based Approach for Community Engagement // *Journal of Tropical Ecology*. 2025. Vol. 41. P. 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0266467425100151>.

REFERENCES

1. Svon M. *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. Moscow: Olimp-Business, 2015. 228 p. (In Russ.).
2. Antipov A.D., Urazova N.G. Carbon Units in Climate Finance: International Experience and Prospects for Application in Russia. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*. 2026;5:5-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/vaael.4513>. EDN: ILUUYN.
3. Yunson E.V. Forestry Monitoring by Unmanned Aerial Systems. *International Research Journal*. 2024;5:1-5. (In Russ.). <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.52>. EDN: TBKMVM.
4. Mavrina Yu.F. On The Issue of the Legal Nature of Tokens and Their Inclusion in the System of Civil Rights Objects. *Economic Problems and Legal Practice*. 2019;15(4):111-114. (In Russ.). EDN: EDOWOM.
5. Kardapolova K.G., Pomytkina L.YU., Shchepetkina I.V. Blockchain and Its Potential Application in the Management of the Russian Forestry Sector. In: *Youth Scientific Creativity for Russia's Forestry Complex. Proceedings of the XX All-Russian (National) Scientific and Technical Conference of Students and Postgraduate Students*. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2024, P. 1097–1101. (In Russ.).
6. Konovalova Yu.S., Burtsev D.S. Study of Digital Competencies of Forest Industry Employees for Business Transformation. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024;2:4-14. (In Russ.). <https://doi.org/10.17586/2713-1874-2024-2-4-14>. EDN: YRVPNV.
7. Frolova V.A., Chernyshenko O.V. Approaches to Validation and Verification of Forest Climate Projects. In: *Nauchnye osnovy ustoychivogo upravleniya lesami. Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 30-letiyu TSEPL RAN = Scientific Foundations of Sustainable Forest Management. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation Dedicated to the 30th Anniversary of the Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences*. 25–29 April 2022, Moscow. Moscow; 2022. P. 250–252. (In Russ.). EDN: WJRLQS.
8. Shkurko V.E. *Project Risk Management*. Yekaterinburg: Ural University Press, 2020. 184 p. (In Russ.).
9. Kostin P.I. Forest Taxation Using UAVS. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2022;1-2:58-60. (In Russ.). EDN: JBFACY.
10. Noskov V.A. Digitalization of Forestry. In: *Agrarnaya nauka na severe – sel'skomu khozyaistvu. Sbornik materialov VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem) = Agricultural Science in the North for Agriculture. Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation)*. 26 April 2024, Syktyvkar. Syktyvkar; 2024. P. 99–103. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/cl-37231-2024-1-99-103>. EDN: FETSQA.
11. Zhaoyuan He, Turner P. Blockchain Applications in Forestry: A Systematic Literature Review. *Applied Sciences*. 2022;12(8):1-22. <https://doi.org/10.3390/app12083723>.
12. Atutova Zh.V. Experience with Using Geoinformation Data in the Evaluation of Post-Fire Vegetation Coverage Restoration. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2024;3:4-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/4-13>. EDN: CGAZHS.
13. Zalesov S.V., Uzgin Y.V. Artificial Pine Stands Growth in the Territory of East-Ural Ural Radioactive Trace. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2014;8:46-49. (In Russ.). EDN: SWEGPT.
14. Kryuchkov S.N., Vdovenko A.V., Zarubina A.V., Egorov S.A. Mycorrhiza and Polymer Materials Using Efficiency in Growing Pine Seedlings in Arid Conditions. *Scientific Agronomy Journal*. 2021;2:34-38. (In Russ.). <https://doi.org/10.34736/FNC.2021.113.2.005>. EDN: ZPHMTN.

15. Baydeniz E. Blockchain Technology in Tourism: Pioneering Sustainable and Collaborative Travel Experiences. *Journal of Tourismology*. 2024;10(1):1-12. <https://doi.org/10.26650/jot.2024.10.1.1312994>.
16. Boonrat P., Hartmann N., Werapun W. Tokenisation of Forest Carbon Project: A Blockchain-Based Approach for Community Engagement. *Journal of Tropical Ecology*. 2025;41:1-11. <https://doi.org/10.1017/S0266467425100151>.

Информация об авторах

Лебер Анастасия Иосифовна,
к.э.н., доцент, доцент кафедры менеджмента,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉ e-mail: leberai@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1068-7278>
Author ID: 501462

Уразова Нина Геннадьевна,
к.э.н., доцент, доцент кафедры
автоматизации и управления,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: urazova_nina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5389-5678>
Author ID: 567493

Даниленко Нина Николаевна,
д.э.н., профессор,
профессор Байкальского института БРИКС,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: nina.danilenko@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0005-0818-4371>
Author ID: 308090

Information about the authors

Anastasia I. Leber,
Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉ e-mail: leberai@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1068-7278>
Author ID: 501462

Nina G. Urazova,
Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Automation and Control,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: urazova_nina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5389-5678>
Author ID: 567493

Nina N. Danilenko,
Dr. Sci. (Econ.), Professor,
Professor of the Baikal BRICS Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
e-mail: nina.danilenko@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-0818-4371>
Author ID: 308090

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regard-
ing the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and ap-proved
by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 18.12.2025.
Одобрена после рецензирования 22.01.2026.
Принята к публикации 26.01.2026.

Information about the article

The article was submitted 18.12.2025.
Approved after reviewing 22.01.2026.
Accepted for publication 26.01.2026.