

Оригинальная статья / Original article
УДК 330.322 + 630:330.322
DOI: 10.18470/1992-1098-2024-3-18



Потенциал и инвестиционная привлекательность проектов по улучшенному лесному хозяйству в условиях возрастающих климатических вызовов

Светлана С. Морковина¹, Сергей С. Шешнищан¹, Анна В. Иванова¹, Наталья В. Яковенко¹, Наталья К. Прядилина²

¹Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

²Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Контактное лицо

Наталья В. Яковенко, доктор географических наук, профессор, НИИ ИТЛК, Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова; ул. Тимирязева, д.8, г. Воронеж, Россия 394087.
Tel. +79191889232
Email n.v.yakovenko71@gmail.com,
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4203-0040>

Формат цитирования

Морковина С.С., Шешнищан С.С., Иванова А.В., Яковенко Н.В., Прядилина Н.К. Потенциал и инвестиционная привлекательность проектов по улучшенному лесному хозяйству в условиях возрастающих климатических вызовов // Юг России: экология, развитие. 2024. Т.19, N 3. С. 180-192. DOI: 10.18470/1992-1098-2024-3-18

Получена 22 марта 2024 г.

Прошла рецензирование 24 июня 2024 г.

Принята 30 июля 2024 г.

Резюме

Цель – обосновать потенциал и дать оценку эффективности инвестирования в лесные климатические проекты по улучшенному лесному хозяйству.

Использован системный подход для комплексного, структурированного и динамического изучения потенциала проектной деятельности (лесоклиматических проектов), направленной на повышение продуктивности лесов. Эффективность инвестирования лесоклиматических проектов по улучшенному лесному хозяйству определена с учетом жизненного цикла проектных решений. Для проведения экспресс-оценки инвестиционной привлекательности лесоклиматических проектов использован коэффициент, характеризующий эффективность инвестирования в целях выпуска углеродных единиц.

Установлено, что наибольший потенциал площадей (более 2 млн. га) для реализации лесоклиматических проектов по улучшению лесного хозяйства имеется у субъектов Северо-Западного, Уральского и Сибирского федеральных округов. Также показано, что для внедрения таких проектов по улучшенному лесному хозяйству в условиях Центральной лесостепи на 1 га востребованы инвестиции в размере до 100 т.р. Для климатических проектов по улучшенному лесному хозяйству минимальный объем инвестиций в расчете на единицу площади составит от 97–111 тыс.р./га., с учетом жизненного цикла проекта.

Решена актуальная практико-ориентированная задача в области лесного хозяйства, заключающаяся в обосновании инвестиционной привлекательности природных решений, направленных на повышение углерод депонирующих функций лесных экосистем. Рассчитанный потенциал площадей для реализации лесоклиматических проектов по улучшенному лесному хозяйству является важным инструментом территориального планирования и обеспечения устойчивого развития региональных систем.

Ключевые слова

Лесоклиматические проекты, улучшенное лесное хозяйство, инвестиции, потенциал, Воронежская область.

Potential and investment attractiveness of improved forestry projects under increasing climatic challenges

Svetlana S. Morkovina¹, Sergey S. Sheshnitzan¹, Anna V. Ivanova¹, Natalia V. Yakovenko¹
and Natalia K. Pryadilina²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

²Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russia

Principal contact

Nataliya V. Yakovenko, Doctor of Geography,
Professor, Research Institute of Innovative
Technologies and the Forestry Complex of the
Voronezh State University Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov;
8, Timiryazev St., Voronezh, Russia 394087.
Tel. +79191889232

Email n.v.yakovenko71@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4203-0040>

How to cite this article

Morkovina S.S., Sheshnitzan S.S., Ivanova A.V.,
Yakovenko N.V., Pryadilina N.K. Potential and
investment attractiveness of improved forestry
projects under increasing climatic challenges. *South
of Russia: ecology, development*. 2024; 19(3):180-
192. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2024-3-18

Received 22 March 2024

Revised 24 June 2024

Accepted 30 July 2024

Abstract

The aim is to justify the potential and provide an assessment of the effectiveness of investing in forest climate projects for improved forestry. A systematic approach was used for a comprehensive, structured and dynamic study of the potential of project activities (forest-climatic projects) to improve forest productivity. The investment efficiency of forest-climatic projects on improved forestry is determined taking into account the life cycle of project solutions. To conduct an express assessment of investment attractiveness of forest-climatic projects, the coefficient characterizing the efficiency of investment for the produce of carbon units was used.

It has been revealed that the regions of the Northwestern, Ural and Siberian Federal Districts have the greatest potential of areas of plots (over 2 million ha) for the realization of forest-climatic projects on improved forestry. It has been shown that for the implementation of forest-climatic projects on improved forestry in the conditions of the Central forest-steppe per 1 ha investments of up to 100 thousand rubles are required. For climatic projects on improved forestry, the minimum investment per unit area will be from 97–111 thousand rubles per 1 ha, taking into account the life cycle of the project.

The actual practice-oriented task in the field of forestry has been solved. It consisted in substantiating the investment attractiveness of natural solutions aimed at increasing the carbon depositing functions of forest ecosystems. Calculated potential of areas for the implementation of forest-climatic projects on improved forestry is an important tool for territorial planning and ensuring sustainable development of regional systems.

Key Words

Forest-climatic projects, improved forestry, investments, potential, Voronezh region.

ВВЕДЕНИЕ

С учетом возрастающей значимости климатической повестки, включая выполнение обязательств России по Парижскому соглашению, увеличение объемов поглощения парниковых газов путем реализации решений природного характера и поддержания естественных экосистем техническими средствами, из актуальной задачи превращается в императив для формирования национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития [1; 2].

Леса всегда были ценным природным активом, улавливающим углерод из атмосферы и обеспечивающим многочисленные важные экосистемные услуги и функции, включая сохранение биоразнообразия, почвы и воды [3]. Антропогенное изменение климата представляет потенциальную угрозу для лесов и создаёт проблемы для лесопользователей. Реагирование на изменение климата путём смягчения последствий и адаптации может стать новой парадигмой для управляющих лесами и исследователей. Леса, как распространённые и долгоживущие экосистемы, управляемые как интенсивно, так и экстенсивно, чувствительны к этим долгосрочным климатическим изменениям, как и общество и экономики, зависящие от них. Изменение климата усиливает последствия многих существующих проблем, связанных с экологическими, социальными и экономическими изменениями. Хотя лесные экосистемы обычно устойчивы и многие виды и экосистемы исторически адаптировались к изменяющимся условиям, будущие изменения могут быть столь масштабными или происходить с такой скоростью, что превысят естественную адаптационную способность лесных видов и экосистем. Это может привести к локальному вымиранию и утрате важных функций и услуг, включая сокращение запасов углерода в лесах и их способности связывать его. Адаптацию к этим изменяющимся и неопределённым будущим условиям можно рассматривать с различных точек зрения. Политика и управление могут быть направлены на предотвращение или уменьшение воздействия климатических явлений, снижение уязвимости к будущим климатическим условиям, управление более широким набором климатических рисков, или повышение устойчивости и способности лесных систем восстанавливаться после климатических потрясений. Принятие принципов и практик устойчивого лесопользования может создать прочную основу для решения проблем, вызванных изменением климата. Меры по смягчению последствий изменения климата в лесных экосистемах можно разделить на три основные категории. Во-первых, это сохранение уже существующих лесных массивов. Во-вторых, расширение лесных площадей посредством лесовосстановления, облесения и агролесомелиорации. И, наконец, третья категория включает в себя изменение методов управления уже существующими лесами с целью увеличения поглощения углерода лесами и продукцией, производимой из них (улучшенное управление лесами). Обычно потенциал для увеличения углеродных поглотителей заключается в последних двух подходах, в то время как сохранение лесов фокусируется на защите уже существующих углеродных запасов в этих экосистемах.

Деятельность, связанная с сокращением углеродных выбросов в лесах, может приносить

значительные сопутствующие преимущества как для экосистем, так и для общества. Это включает в себя сохранение и улучшение биоразнообразия, а также производство лесной продукции. В условиях неопределённости климатического будущего традиционные методы управления лесами могут утратить свою актуальность для решения задачи сохранения лесов и их ресурсов в будущем, на что указывает ряд зарубежных авторов [4; 5]. При текущих методах управления лесными экосистемами, воздействие изменений климата может оказаться настолько значительным, что превзойдет природные адаптационные способности лесов. Леса, которые веками были устойчивыми хранителями экосистемного баланса, сегодня сталкиваются с растущей угрозой, вызванной глобальными климатическими изменениями. Без пересмотра и модернизации управленческих стратегий эти природные системы могут не успеть адаптироваться к стремительно меняющимся условиям, что приведет к ослаблению их способности к восстановлению, снижению биоразнообразия и потере их роли как важнейших углеродных поглотителей. Таким образом, актуальность обновления подходов к управлению лесами возрастает, чтобы усилить их устойчивость и способность к адаптации в условиях изменяющегося климата [6–9].

Несмотря на то, что в последнее время активно проводятся научные исследования в области улучшенного лесного хозяйства, вопросы по реализации мер в развитии лесоклиматических проектов выделяют новые проблемы и практического, и научно-методического характера. В связи с этим вопросы оценки потенциала лесоклиматических проектов в условиях возрастающих климатических вызовов и их инвестиционной эффективности приобретают особую актуальность.

Цель исследования – обосновать потенциал и дать оценку эффективности инвестиционных климатических проектов по улучшенному лесному хозяйству, направленному на конверсию низкопродуктивных лесов в высокопродуктивные и обеспечивающие увеличение поглощения парниковых газов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данном исследовании использован системный подход в качестве основного для комплексного, структурированного и динамического изучения потенциала лесоклиматических проектов. Для проведения экспресс-оценки инвестиционной привлекательности лесоклиматических проектов используется коэффициент, характеризующий эффективность инвестирования в целях выпуска углеродных единиц. Инвестиционные затраты на лесохозяйственные мероприятия, направленные на сокращение выбросов и увеличение поглощения парниковых газов лесами, устанавливаются на основе нормативно-технологических карт [10]. Корректировка затрат осуществляется с учетом различных аспектов фактора времени, в том числе динамичности параметров проекта и его макроэкономического окружения:

- прогнозной оценки общего индекса инфляции и прогноза абсолютного или относительного изменения цен на отдельные продукты и ресурсы на весь период реализации проекта;
- прогноза изменения обменного курса валюты или индекса внутренней инфляции иностранной

- валюты на весь период реализации проекта;
- сведений о системе налогообложения.

Корректировке подлежат не только базовые затраты, но и проектные, которые отражают расходы на проведение дополнительных мероприятий, способствующих увеличению поглощения или сокращению выбросов парниковых газов при реализации лесоклиматического проекта:

$$S_c = P_d \times \frac{1}{(1+i)^n} \quad (1)$$

где S_c – общие инвестиционные затраты на лесохозяйственные мероприятия по проектной линии (дополнительные), приведенные к n -му году;

P_d – инвестиционные затраты по проектной линии лесоклиматического проекта в базовом периоде;

i – коэффициент дисконтирования в сотых долях единицы;

n – количество периодов, в течение которых будут осуществляться мероприятия лесоклиматического проекта.

Стоимость объема поглощенных парниковых газов при реализации лесоклиматического проекта рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{carbon} = C_c \times V_b \quad (2)$$

где C_c – текущая цена единицы углерода, сложившаяся на углеродном рынке, т.р./т.

$V_b(n)$ – объем поглощенных ПГ, соответствующий базовой $V(b)$ или $V(n)$ проектной линии реализации лесоклиматического проекта.

Для оценки эффективности инвестирования в лесоклиматические проекты можно использовать:

- индекс доходности затрат и инвестиций (PI);

- чистую приведенную величину дохода по проекту (NPV).

$$NPV = -IC + CF_t \quad (3)$$

где IC – инвестиционные затраты на проведение дополнительных лесохозяйственных мероприятий, приведенные к n -му году, т.р./га:

$$IC = S_c - S_p \quad (4)$$

CF_t – доходы, полученные от выпуска углеродных единиц на углеродном рынке, т. С /га, приведенные к n -му году, т.р./т. С;

i – коэффициент дисконтирования в сотых долях единицы.

Решение по показателю NPV принимается:

- если $NPV > 0$, то реализация лесоклиматического проекта экономически обоснована, проект эффективен;

- если $NPV < 0$, то реализация лесоклиматического проекта экономически не обоснована, проект не эффективен.

$$PI = \frac{CF_t}{IC} \quad (5)$$

Решение по показателю PI принимается:

Если показатель PI превышает 1, то лесохозяйственные мероприятия, направленные на увеличение углеродных запасов, демонстрируют высокую экономическую эффективность. В этом случае доходы, полученные от углерода, поглощенного лесными экосистемами, существенно превышают инвестиционные затраты на реализацию этих мероприятий. Это делает такие проекты не только

самокупаемыми, но и выгодными с точки зрения долгосрочных инвестиций.

Однако если показатель PI находится ниже 1, то подобные мероприятия теряют свою экономическую целесообразность. В этом случае доходы от углерода, поглощенного лесами, не покрывают затраты, связанные с их реализацией, что делает проекты финансово неэффективными. Таким образом, для принятия решений о реализации лесохозяйственных инициатив важно учитывать показатель PI , чтобы оценить их потенциальную прибыльность и устойчивость.

Для быстрой оценки инвестиционной привлекательности лесоклиматических проектов можно использовать коэффициент углеродоёмкости инвестиционных затрат, который отражает эффективность инвестиций в природные решения, включая последующий выпуск углеродных единиц.

Коэффициент углеродоёмкости инвестиционных затрат может быть использован также как ориентир при выборе формы реализации лесоклиматического проекта, в частности практик по лесовосстановлению и лесоразведению, направленных на увеличение поглотительной способности лесных экосистем, либо лесохозяйственных практик по снижению горимости лесов, обеспечивающих сокращение выбросов углерода в атмосферу. Он играет ключевую роль при планировании, особенно при выборе участков и локаций (с учётом природно-климатической зоны, типа почв и других факторов), которые потенциально подходят для реализации лесоклиматического проекта на землях различных категорий и назначения [11].

Коэффициент углеродоёмкости инвестиционных затрат отражает объём парниковых газов, учтённый благодаря мероприятиям по сокращению выбросов или увеличению поглощения, приходящийся на единицу инвестиционных затрат, связанных с реализацией природоподобного решения, и вычисляется по следующей формуле:

$$K_y = C_{ny} / S_c \quad (6)$$

C_{ny} – суммарный объём поглощенного углерода, приведенный к n -му году;

S_c – текущие затраты на проведение лесохозяйственных мероприятий, приведенные к n -му году (инвестиционные затраты).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из наиболее перспективных направлений в борьбе с изменением климата и сокращением выбросов углерода являются лесоклиматические проекты (ЛСП), также известные как климатические инициативы в сфере лесного хозяйства. Эти проекты представляют собой комплексные программы, направленные на снижение концентрации парниковых газов в атмосфере путем активного управления лесными экосистемами. В рамках таких инициатив происходит не только восстановление и сохранение лесов, но и оптимизация их способности поглощать углерод, что превращает леса в важнейший элемент глобальной стратегии декарбонизации. Лесоклиматические проекты могут включать в себя лесовосстановление на деградированных землях, поддержание биологического разнообразия, внедрение устойчивых методов управления лесами и

использование древесных отходов в качестве альтернативных источников энергии. Такие инициативы не только способствуют снижению углеродного следа, но и обеспечивают долгосрочную экологическую устойчивость, оказывая положительное воздействие на глобальный климат и экосистемы [1]. Ассоциация Forest Trends характеризует такие проекты как: «инициативы, ориентированные на оценку и использование углеродопоглощающего потенциала лесных экосистем, а также на его капитализацию через углеродные рынки». В рамках лесоклиматических проектов проводятся детальные исследования выбросов углекислого газа и других парниковых газов на основе традиционного (базового) сценария. После этого базовый сценарий сравнивается с самыми современными методами, направленными на значительное сокращение выбросов или увеличение их поглощения лесами. Главная цель этих исследований заключается в достижении положительного углеродного баланса, который измеряется в единицах сокращения выбросов и может быть использован для торговли на углеродных рынках. Такие инициативы не только способствуют глобальным усилиям по снижению углеродного следа, но и предоставляют финансовые стимулы для управления лесами таким образом, чтобы максимизировать их роль как природных поглотителей углерода. В долгосрочной перспективе такие проекты

могут сыграть ключевую роль в глобальной стратегии борьбы с изменением климата, сочетая экологическую устойчивость с экономическими выгодами [12].

Лесоклиматические проекты (ЛКП) – это инструмент для борьбы с изменением климата, который использует потенциал лесов для поглощения углерода из атмосферы. Принцип дополнительности – ключевой для ЛКП. Он означает, что проект должен приносить дополнительное увеличение поглощения углерода по сравнению с тем, что было бы без него.

Киотский протокол и Парижское соглашение заложили основу для развития ЛКП, предложив механизмы для стимулирования снижения выбросов парниковых газов. В мире более 250 лесоклиматических проектов реализуются в различных странах. В России эта область развита слабо, но существуют некоторые локальные инициативы: Тернейлес» (добровольное сохранение лесов арендатором); проект в Алтайском крае (лесоразведение на сельскохозяйственных землях) [13]; проект в Бикинском районе Приморского края (сохранение лесов в бассейне реки Бикин). Российский реестр углеродных единиц последний раз обновлялся в феврале 2014 года, что не позволяет получить актуальную информацию о ЛКП в России.

Таблица 1 содержит список видов ЛКП, реализуемых в России.

Таблица 1. Виды лесоклиматических проектов в России [13]

Table 1. Types of forest-climatic projects in Russia [13]

Перевод из неуправляемых лесов в управляемые, консервация эксплуатационных лесов, перевод их в защитные Transfer from unmanaged forests to managed ones, conservation of operational forests, their transfer to protective ones	Предотвращение рубки/конверсии земель, увеличение периода ротации Preventing logging/conversion of land, increasing the rotation period	Защита леса от пожаров и вредителей Protection of forests from fires and pests
Из отданных частным пользователям под вырубку участков выделяются зоны консервации, в которых полностью останавливаются рубки (кроме санитарных и для ухода) Conservation zones are allocated from sites given to private users for logging, in which logging stops completely (except for sanitary and maintenance)	Увеличивается время между рубками леса, за счет чего на единицу площади леса накапливается больше углерода, чем в базовом сценарии (обычные циклы рубок) The time between logging increases, due to which more carbon is accumulated per unit area of the forest than in the baseline scenario (normal logging cycles)	Нехватка государственных средств на пожаротушение – серьезная проблема в РФ. Для ее решения леса были разделены на управляемые и неуправляемые. Разделение проведено, чтобы государство не несло ответственность за выбросы CO ₂ от лесных пожаров The lack of public funds for firefighting is a serious problem in the Russian Federation. To solve it, the forests were divided into managed and unmanaged. The separation was carried out so that the state would not be responsible for carbon emissions from forest fires
Лесоразведение Afforestation	Лесовосстановление Reforestation	Создание лесных плантаций Создание лесных плантаций
Лес разводится искусственно путем насаждения деревьев в нелесистых районах. Деревья высаживаются на участках, на которых ранее не произрастал лес. В частности, создаются лесополосы на сельскохозяйственных землях и вдоль дорог The forest is cultivated artificially by planting trees in wooded areas. Trees are planted in areas where no forest has previously grown. In particular, forest belts are being created on agricultural lands and along roads	Леса выращиваются на территориях, подвергшихся вырубкам, пожарам и т. д. Лесовосстановление применяется для создания новых лесов или улучшения состава древесных пород в существующих лесах Forests are grown in areas that have been cut down, burned, etc. Reforestation is used to create new forests or improve the composition of tree species in existing ones	Лес разводится на участке земель, на которых выращивают древесные и кустарниковые породы для получения биомассы, балансов, ценных конструктивных сортиментов древесины The forest is bred on a plot of land on which tree and shrub species are grown to obtain biomass, balances, and valuable structural wood grades

В соответствии с законопроектом, предусматривающем дополнения в действующий Лесной кодекс, к лесоклиматическим относятся проекты, реализуемые в лесах на землях лесного фонда и землях, не относящихся к землям лесного фонда, направленные на сокращение выбросов и увеличение поглощения парниковых газов. Лесоклиматические проекты могут быть реализованы в защитных лесах, эксплуатационных лесах, резервных лесах, с учетом ограничений, предусмотренных Лесным Кодексом.

Одной из разновидностей лесоклиматических проектов являются проекты по улучшенному лесному хозяйству. Они представляют собой комплекс мероприятий по увеличению поглощения парниковых газов, направленных на создание высокопродуктивных и продуктивных насаждений на землях лесного фонда.

При этом дополнительность в проектной линии по отношению к базовому сценарию достигается за счёт реконструкции низкопродуктивных лесных культур, несоответствующих нормативным требованиям, и создании высокопродуктивных насаждений, отличающихся значительным количеством высокопродуктивных поглотителей углерода, включая инновационные решения по консервации низкосортной и маломерной древесины, остающейся от рубок ухода.

Обобщённые данные, характеризующие потенциал увеличения поглощения/сокращения выбросов ПГ в результате проектной деятельности, направленной на конверсию низкопродуктивных лесов в высокопродуктивные, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Потенциал поглощения /сокращения выбросов ПГ в результате проекта по улучшенному лесному хозяйству, направленному на конверсию низкопродуктивных лесов в высокопродуктивные

Table 2. GHG sequestration/reduction potential from an improved forestry project aimed at converting low-productivity forests to high-productivity forests

К 40 годам By the age of 40	Базовая линия Baseline	Проектный сценарий Project scenario	Дополнительность Complementarity
Накопление C-CO ₂ , в т/га Accumulation of C-CO ₂ , in t/ha	133,29	327,59, в т.ч. 259,29 – за счёт прироста; 68,30 – за счёт использования порубочных остатков incl. 259.29 – due to growth; 68.30 – due to utilisation of felling residues	194,30, в т.ч. 126,0 – за счёт прироста; 68,30 – за счёт использования порубочных остатков incl. 126.0 – due to growth; 68.30 – due to utilisation of felling residues
Среднегодовое поглощение CO ₂ , в т/га Average annual CO ₂ uptake, in t/ha	3,33	8,19, в т.ч. 6,48 – за счёт прироста; 1,71 – за счёт использования порубочных остатков incl. 6.48 – due to growth; 1.71 – due to utilisation of felling residues	4,86, в т.ч. 3,15 – за счёт прироста; 1,71 – за счёт использования порубочных остатков incl. 3.15 – due to growth; 1.71 – due to utilisation of felling residues

Таким образом, если в базовом сценарии к 40 годам при среднем поглощении 3,33 т CO₂/га в год может быть поглощено всего 133,3 т CO₂/га, в то время как в случае реализации проекта по улучшенному лесному хозяйству накопление вырастет на 194,3 т CO₂/га при увеличении на 4,86 т CO₂/га в год ежегодного поглощения и составит 327,6 т CO₂/га при общем ежегодном поглощении 8,19 т CO₂/га в год, которое обеспечивается за счёт прироста древостоя (6,48 т CO₂/га в год) и использования порубочных остатков (1,71 т CO₂/га в год).

Не менее важной является оценка потенциала площадей, на землях лесного фонда пригодных для реализации таких природных решений.

В исследовании [14], основанном на анализе спутниковых данных, были определены территории в России, пригодные для внедрения усовершенствованных методов лесного хозяйства. Исследование охватило площади потенциально продуктивных лесов, при этом учитывались такие факторы, как спрос на низкосортную древесину, транспортная доступность, потенциальная продуктивность лесных участков, а также необходимость сохранения территорий с высокой природоохранной ценностью. Одним из ключевых ограничений для развития интенсивного лесного хозяйства в России оказалась сложная транспортная доступность многих лесных массивов.

Результаты исследования показали, что 17 % продуктивных лесов находятся в особо охраняемых природных зонах и на малонарушенных территориях, которые необходимо исключить из списков возможных участков для интенсивного лесопользования. Таким образом, по состоянию на 2016 год, лишь 16% лесных площадей, что составляет около 109 миллионов гектаров, можно было бы использовать для устойчивого и интенсивного лесного хозяйства, включая земли, подходящие для лесовосстановления.

Наибольшим потенциалом площадей участков (свыше 2 млн. га) для проектов по улучшенному лесному хозяйству обладают субъекты Северо-Западного, Уральского и Сибирского федерального округов: Архангельская область, Пермский край, Свердловская область, Республика Карелия, Красноярский край, Иркутская область, Вологодская область, Ханты-Мансийский автономный округ, Ленинградская область, Республика Коми, Хабаровский край, Тверская область, Кировская область, Псковская область, Томская область, Нижегородская область, Московская область, Новгородская область. Сформированные на проблемных участках лесного фонда низко/среднепродуктивные насаждения могут также стать мишенью при реализации климатических проектов по улучшенному лесному хозяйству. В этом случае дополнительными мерами могут стать

лесохозяйственные работы по содействию зарастания редин, увеличения густоты и продуктивности ранее существовавших древостоев. Даже при исключении территорий редин и кустарников, произрастающих в

маргинальных условиях, которые включаются в ГЛР в качестве лесопокрываемых площадей, потенциальные площади редин и редколесья составляют 21 260,2 тыс. га (рис. 1, 2).

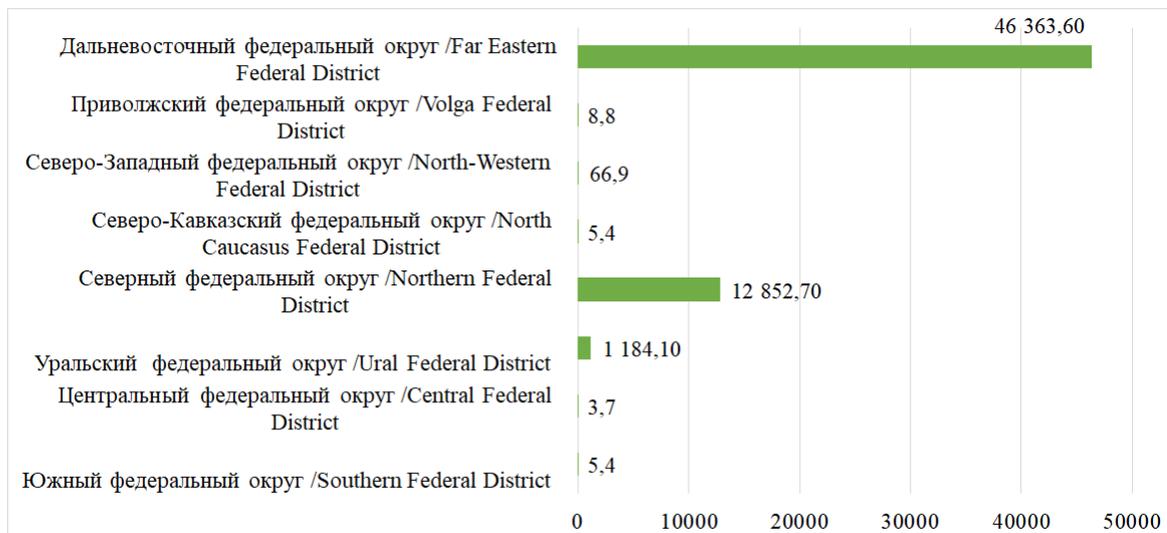


Рисунок 1. Общая площадь естественных редин, тыс.га

Figure 1. Total area of natural sparsely closed stands, thousand ha

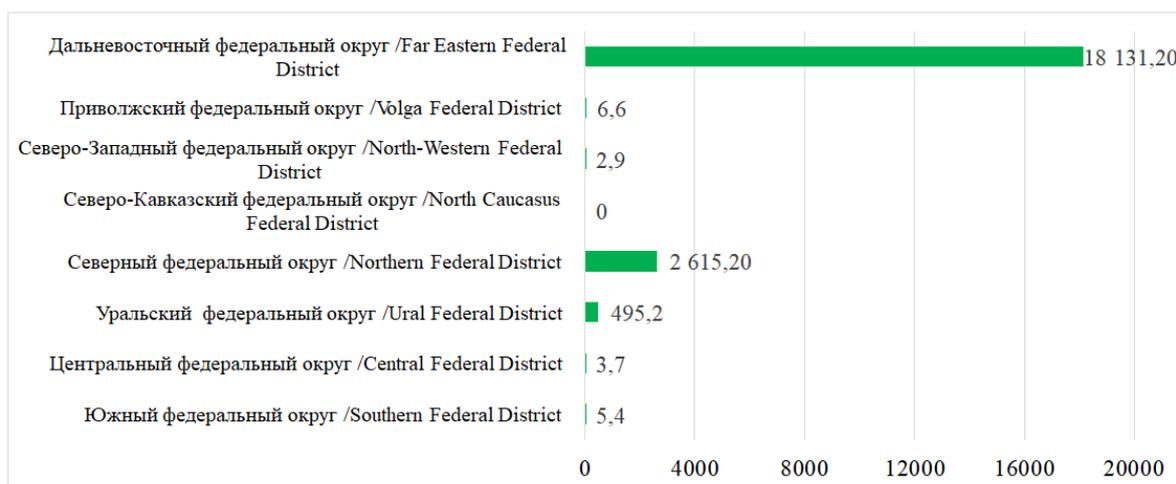


Рисунок 2. Площадь естественных редин, пригодная для поддержания уровня лесистости региона, тыс.га

Figure 2. Area of natural sparsely closed stands suitable for maintaining forest cover in the region, thousand ha

При восстановлении лесов и облесении редколесий рекомендуется отдавать предпочтение естественному возобновлению. Насаждения естественного происхождения более устойчивы к неблагоприятным факторам по сравнению с искусственными посадками. Искусственное лесовосстановление (создание лесных культур) целесообразно только в тех случаях, когда естественное возобновление хозяйственно ценных пород невозможно.

Предварительные расчеты показывают: в число площадей, занятых рединами и редколесьями включали площади, находящиеся в эксплуатационных лесах, с учетом того, что увеличение полноты редколесий за счет дополнения их лесными культурами может способствовать формированию разновозрастных и смешанных насаждений, более устойчивых к изменениям климата.

Эффективность мероприятий по увеличению средней полноты покрытых лесом земель увеличивает

годовую абсорбцию углекислого газа лесным фондом в количестве 0,0674 т CO₂/га/год и как следствие обеспечит потенциал дополнительной абсорбции в размере 1432,9 тыс.т CO₂/год (рис. 3).

Оценка эффективности инвестиционных климатических проектов, направленных на поглощение парниковых газов предполагает ряд аналитических процедур (рис. 4).

Рассматривая мероприятия, которые должны проводиться в лесах, в том числе и целях накопления углерода и сокращения выбросов ПГ, обратим внимание на их дискретность и растянутость во времени. Такая разновременность осуществления затрат на лесохозяйственные мероприятия обязывает, следуя принципам, представленным в Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 №ВК 477) [17] провести их корректировку.

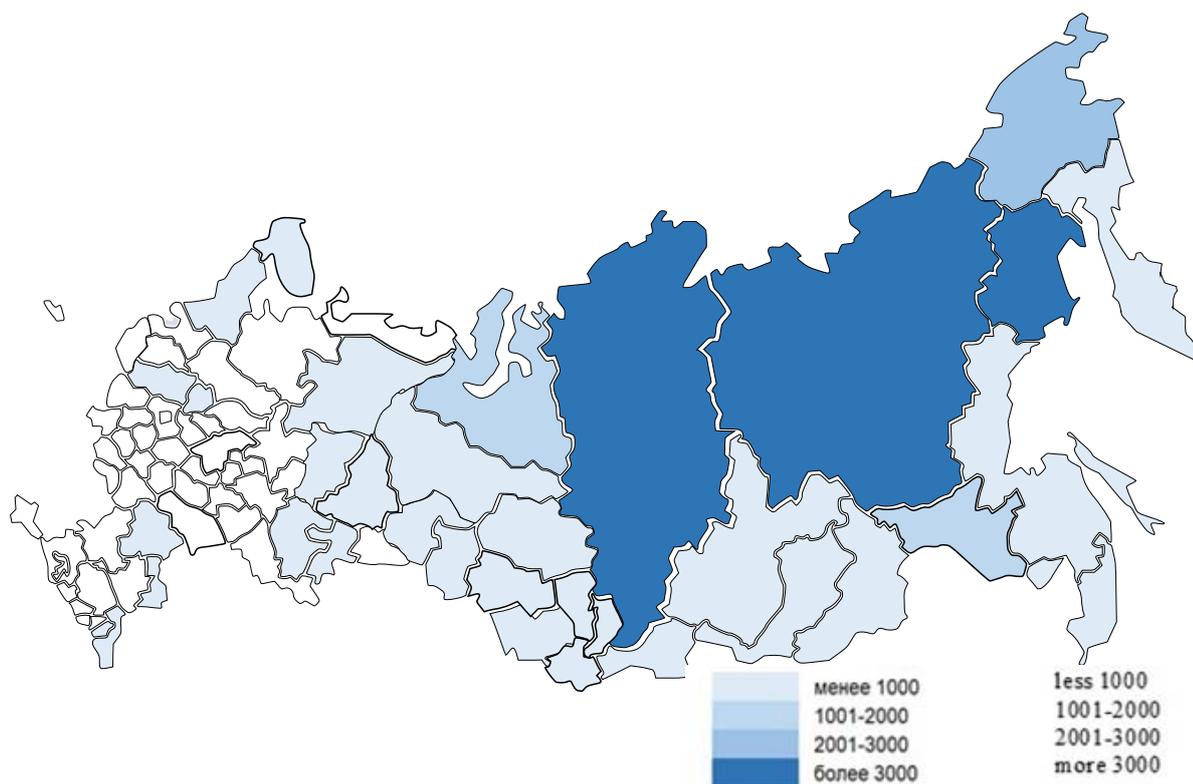


Рисунок 3. Потенциал проектной деятельности (лесоклиматических проектов), направленной на увеличение продуктивности лесов и сохранение их полезных функций (в тыс. га)

Figure 3. Potential of project activities (forest-climatic projects) aimed at increasing forest productivity, preserving their useful functions (in thousand hectares)

Климатические проекты в области лесного хозяйства нацелены на увеличение продуктивности лесных экосистем. Однако низкая приживаемость искусственных лесных культур в разных регионах замедляет процесс лесовосстановления и формирования продуктивных насаждений. Для повышения успешности лесных культур необходимо применять дополнительные меры, направленные на их улучшение: мероприятия, направленные на дополнение лесных культур, создание разновидовых и разновозрастных насаждений максимально приближенных к естественным лесам, в том числе за счет агротехнических и лесоводственных уходов, количество которых зависит от интенсивности роста сорной растительности и дополнительных целей уходов.

Однако, несмотря на растущий у предпринимательских структур интерес к теме лесных климатических проектов, количество успешных практик и природных решений по увеличению депонирования или сокращения выбросов парниковых газов остается сравнительно небольшим. Поворот бизнеса в сторону климатических проектов возможен исключительно на условиях простоты и достоверности расчетов по оценке эффективности инвестирования в природные проектные решения.

Для оценки инвестиционной привлекательности лесных климатических проектов по улучшенному лесному хозяйству исследуем инвестиционные затраты, связанные с реализацией лесохозяйственных практик выращивания высокопродуктивных насаждений в Центральной лесостепи, объединяющей лесные экосистемы Воронежской, Орловской, Белгородской, Курской и других областей ЦЧР. В этом исследовании

проанализируем инвестиционные затраты на организацию проектов по созданию высокопродуктивных лесных насаждений в Воронежской области, рассчитанные на 1 га. Затраты делятся на два типа: 1) единовременные: затраты на подготовку почвы и посадку древесных растений; 2) текущие: затраты на агротехнические и лесоводственные уходы, осуществляемые в первые и последующие годы выращивания лесных насаждений [18].

Экономические расчеты свидетельствуют, что для организации проектов по улучшенному лесному хозяйству на 1 га необходимы единовременные инвестиции в размере 11 042,48 руб. [11]. К текущим затратам на реализацию проектов по улучшенному лесному хозяйству относятся затраты на проведение агротехнических и лесоводственных уходов, необходимых для сохранения саженцев и создания высокополнотных и продуктивных древостоев (табл. 3).

В соответствии с правилами Лесовосстановления, которые утверждены Минприроды России (приказ №1024) и действуют на землях лесного фонда на всей территории страны, в первые годы после создания лесных насаждений необходимо проведение агротехнических уходов, что в равной мере относится и к проектам, направленным на повышение продуктивности лесов, включая дополнение созданных ранее лесных культур.

В 1–2 год реализации климатического проекта по улучшенному лесному хозяйству на землях лесного фонда проводится комплекс агротехнических уходов за лесными насаждениями, затраты на которые составляют 20 734,45 руб./га.



Рисунок 4. Аналитические процедуры оценки эффективности инвестиционных климатических проектов, направленных на поглощение парниковых газов

Figure 4. Analytical procedures for assessing the efficiency of investment climate projects aimed at greenhouse gas sequestration

Таблица 3. Текущие затраты на реализацию проектов по улучшенному лесному хозяйству, на 1 га

Table 3. Current costs for implementation of improved forestry projects, per 1 ha

Статьи текущих затрат / Current cost items	Сумма, руб. Amount, RUB
1–2 год реализации проекта / 1–2 years of project implementation	
Агротехнические уходы за лесными культурами: подкормки растений, поливы, уничтожение нежелательной травянистой растительности в рядах и междурядьях Agrotechnical maintenance of forest crops: plant feeding, watering, removal of undesirable herbaceous vegetation in rows and between rows	41468,8
3 год реализации проекта / Year 3 of project implementation	
Агротехнический уход за лесными культурами путем рыхления почвы с одновременным уничтожением травянистой растительности в рядах культур и междурядьях Agrotechnical care of forest crops by loosening the soil with simultaneous removal of herbaceous vegetation in crop rows and between rows	11263,13
4–5 год реализации проекта / 4–5 years of project implementation	
Агротехнический уход за лесными культурами путем рыхления почвы с одновременным уничтожением травянистой растительности в междурядьях Agrotechnical care of forest crops by loosening the soil with simultaneous elimination of herbaceous vegetation in between rows	11865,57
6–10, 20 и последующие года реализации проекта/ 6–10, 20 and subsequent years of project implementation	
Лесоводственные уходы (10 год реализации проекта) Silvicultural treatments (Year 10 of project implementation)	20677,57
Текущие затраты на реализацию лесоклиматического проекта Current costs of implementing the forest-climatic project	85275,07
Полные инвестиционные затраты на реализацию лесоклиматического проекта Total investment costs for the implementation of the forest-climatic project	96317,55

В течение следующего периода чередуются агротехнические уходы за лесными культурами (рыхление почвы с одновременным уничтожением травянистой и древесной растительности в рядах культур и междурядьях) с затратами на проведение работ в размере 20 734,45 руб./га

4–5 года проводится междурядная обработка почвы с ежегодными затратами 11 263,13 руб./га.

Начиная с 6 года реализации проекта проводится лесоводственный уход (осветление), затраты при этом составят 41 355,14 руб./га.

За весь период реализации проекта по улучшенному лесному хозяйству текущие затраты составят 96 317,55 руб./га.

Не менее важным в оценках инвестиционной привлекательности лесных климатических проектов является оценка будущих доходов. Доход от инвестиционного проекта по улучшенному лесному хозяйству определяется с учетом стоимости углеродных единиц, выпускаемых на российском углеродном рынке. С учетом определенных выше затрат и цен на углеродные единицы, доход от проекта улучшенного лесного хозяйства за 20 лет составит 126,75 тыс. руб./га. Этот расчет учитывает затраты на реализацию проекта и цены на углеродные единицы. Расчет окупаемости и оценка экономической эффективности проекта по улучшенному лесному хозяйству на землях лесного фонда представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели эффективности полных инвестиционных затрат проекта по улучшенному лесному хозяйству на землях лесного фонда на 1 га

Table 4. Efficiency indicators of full investment costs of the project on improved forestry on forest fund lands per 1 ha

Наименование Name	Период реализации проекта по улучшенному лесному хозяйству на землях лесного фонда Project implementation period for improved forestry on forest fund lands																				Итого / Total	
	2024 год / year	1 год / year	2 год / year	3 год / year	4 год / year	5 год / year	6 год / year	7 год / year	8 год / year	9 год / year	10 год / year	11 год / year	12 год / year	13 год / year	14 год / year	15 год / year	16 год / year	17 год / year	18 год / year	19 год / year		20 год / year /
Доходы, тыс. руб. Income, RUB thousand	0	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	10	126,75
Чистый поток денежных средств (ЧПДС), тыс. руб. Net cash flow, RUB thousand	0	-25	-14	-8	3	3	6	6	5	6	-15	6	7	7	7	7	6	7	7	7	-11	18,20
Дисконтиро- ванный ЧПДС (ДЧПДС), тыс. руб. Discounted net cash flow RUB thousand	0	-25	-14	-8	3	3	6	7	6	7	-17	8	8	9	9	9	8	9	10	10	-15	31,99
Дисконтированный срок окупаемости, лет / Discounted payback period, years																						
13,9																						
NPV (чистая текущая стоимость проекта), тыс. руб. / NPV (Net present value of the project), RUB thousand																						
32																						
IRR (внутренняя норма доходности), расчетная на интервал планирования, % (Internal rate of return) calculated for the planning interval,																						
3																						
Норма доходности полных инвестиционных затрат, % / Rate of return on full investment costs, %																						
1028																						

Рассматривая расчетные значения показателей эффективности инвестирования в природные решения, отметим их соответствие установленным критериям. Значение чистой текущей стоимости лесоклиматического проекта положительное, а норма доходности на инвестированный капитал сравнительно высока. Отдельного анализа заслуживает дисконтированный срок окупаемости лесоклиматического проекта по улучшенному лесному хозяйству, составляющий более 13 лет, и незначительно короче, чем жизненный цикл

климатического проекта. В тоже время ориентир на этот показатель не позволяет учесть фактор влияния доходов, полученных в последующие периоды после срока окупаемости, на общую эффективность инвестиций. Именно эти будущие доходы, многократно возрастающие при увеличении продуктивности насаждений, крайне важны для потенциального инвестора. В этой связи необходимо ориентироваться на дополнительный показатель углеродоемкости инвестиционных затрат (табл. 5).

Таблица 5. Эффективность реализации климатических проектов по улучшенному лесному хозяйству
Table 5. Effectiveness of implementation of climate projects on improved forestry

Локации предпочтительные для реализации климатического проекта Preferred locations for implementation climate project	Ожидаемое поглощение выбросов, т CO ₂ -экв./га в год Expected emission uptake, tonnes CO ₂ eq/ha per year	Ожидаемое поглощение выбросов, т CO ₂ -экв./га Expected absorption of emissions, tonnes CO ₂ eq/ha	Стоимость проекта, тыс. руб./га Project cost, RUB thousand/ha	Сроки реализации климатического проекта Timeframe for implementation of the climate project	Коэффициент углеродоёмкости инвестиционных затрат т CO ₂ -экв./ т.р. на 1 га Carbon intensity coefficient of investment costs t CO ₂ -eq./RUB thousand per 1 ha
ЦФО, ПФО, СФО, ДФО	до 5,0 up to 5,0	75	97	15	0,77
CFD, VFD, SFD, FEFD	до 5,0 up to 5,0	150	111	30	1,35
	до 5,0 up to 5,0	225	127	45	1,77

Для климатических проектов по улучшенному лесному хозяйству минимальный объем инвестиций в расчете на единицу площади составит от 97–111 тыс. р./га, с учетом жизненного цикла проекта. Максимальное значение коэффициента углеродоёмкости инвестиционных затрат т CO₂-экв./тыс.р. на 1 га имеет место при реализации лесного климатического проекта сроком до 45 лет. Проекты со сроком реализации до 15 лет являются низко привлекательными для инвестора, в первую очередь по причине значительных затрат на старте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, потенциал лесоклиматических проектов в России определяется наличием площадей пригодных для их реализации и в равной мере углерод депонирующими возможностями лесных насаждений.

В России, несмотря на значительные площади лесов и имеющийся лесокультурный фонд, возможности реализации лесных климатических проектов ограничены. Наибольшим потенциалом площадей участков (свыше 2 млн. га) для проектов по улучшенному лесному хозяйству обладают субъекты Северо-Западного, Уральского и Сибирского федерального округов, в то время как минимальным потенциалом площадей для улучшенного лесного хозяйства располагают системы лесного хозяйства Центрального, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов.

Создание высокопродуктивных лесов является ключевым направлением в развитии климатоориентированного лесного хозяйства. Этот процесс включает лесохозяйственные практики, направленные на увеличение углеродопоглощающей способности лесов и сохранение накопленного углерода в различных компонентах лесных экосистем, такие как: преобразование низкопродуктивных лесов в высокопродуктивные; дополнение или реконструкция низкополнотных насаждений в подходящих местах; проведение агротехнических и лесоводственных мероприятий, способствующих оздоровлению лесных экосистем в целом.

Реализация мер и лесохозяйственных практик, направленных на решение климатических проблем, требует значительных финансовых ресурсов. Бюджеты

различных уровней не в полной мере могут покрыть эти затраты. Инвестиции частного бизнеса в лесные климатические проекты могут стать альтернативным решением для реализации климатической повестки страны. Для обоснования инвестиционной привлекательности лесоклиматических проектов целесообразно использовать как традиционные показатели эффективности инвестиций, так и специфический коэффициент углеродоемкости инвестиционных затрат, позволяющий расставить приоритеты в инвестировании природных решений. Установлено, что реализация лесоклиматического проекта целесообразна при значении коэффициента углеродоемкости инвестиционных затрат превышающем единицу. Инвестиционно-привлекательными являются лесные климатические проекты по улучшенному лесному хозяйству с периодом реализации свыше 15 лет (коэффициент углеродоёмкости инвестиционных затрат т CO₂-экв./т.р. на 1 га 1,35–1,77). Разработанный методологический подход для оценки инвестиционной привлекательности климатических проектов в лесных экосистемах, основываясь на анализе разницы между совокупным объемом углеродного связывания в лесовосстановительных проектах и их инвестиционными затратами, будет полезен для разработки стратегий и принятия политических решений, направленных на смягчение последствий изменения климата в засушливых степных регионах, включая центральные и южные области России.

Эти экосистемные проекты должны обеспечивать широкие и многогранные выгоды, включая укрепление экосистемных услуг, сохранение и поддержку биоразнообразия, улучшение адаптации к изменениям климата и снижение их негативных последствий. Основопологающим принципом для реализации климатических инициатив в России должно стать соблюдение подхода «не навреди» в отношении местных природных экосистем. Это означает, что проекты должны быть разработаны с учетом их воздействия на окружающую среду, избегая ущерба природным процессам и существующим экосистемам.

Кроме того, для повышения эффективности и устойчивости климатических проектов в долгосрочной перспективе, необходимо установить более жесткие и амбициозные требования. Этого можно достичь за счет

постепенного сокращения кредитного периода, повышения строгости и консервативности базовых линий, а также введения строгих критериев для подтверждения дополнительности проектов. Таким образом, лесоклиматические проекты будут не только способствовать снижению выбросов углерода, но и стимулировать экологически ответственные и устойчивые практики, которые приведут к долгосрочным позитивным изменениям в экосистемах и в обществе в целом.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124020100131-5, FZUR-2024-0001).

ACKNOWLEDGMENT

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (№ 124020100131-5, FZUR-2024-0001).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ваганов Е.А., Порфирьев Б.Н., Широу А.А., Колпаков А.Ю., Пыжев А.И. Оценка вклада российских лесов в снижение климатических изменений // Экономика региона. 2021. Т. 21. Вып. 4. С. 1096–1109. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-4-4>
2. Романовская А.А. Подходы к реализации экосистемных климатических проектов в России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. N 4. С. 463–478. DOI: 10.31857/S2587556623040118
3. Jenkins M., Schaap B. Untapped potential: forest ecosystem services for achieving SDG 15. Washington. 2018. URL: https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2018/05/UNFF13_BkgdStudy_ForestsEcoServices.pdf (accessed 22.06.2024)
4. Kaarakka L., Cornett M., Domke G., Ontl T. A., Dee L. Improved forest management as a natural climate solution: A review // Ecological Solutions and Evidence. 2021. V. 2(3). e12090. <http://doi.org/10.1002/2688-8319.12090>
5. Thom D., Keeton W.S. Disturbance-based silviculture for habitat diversification: Effects on forest structure, dynamics, and carbon storage // Forest Ecology and Management. 2020. V. 469. Article ID: 118132. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118132>
6. Duveneck M.J., Scheller R.M., White M.A., Handler S.D., Ravenscroft C. Climate change effects on northern Great Lake (USA) forests: A case for preserving diversity // Ecosphere. 2014. V. 5(2). p. 23. <https://doi.org/10.1890/ES13-00370.1>
7. Halofsky J.E., Andrews-Key S. A., Edwards J. E., Johnston M.H., Nelson H.W., Peterson D. L., Schmitt K.M., Swanston C.W., Williamson T.B. Adapting Forest management to climate change: The state of science and applications in Canada and the United States // Forest Ecology and Management. 2018. V. 421. P. 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.037>
8. Janowiak M., Connelly W. J., Dante-Wood K., Domke G.M., Giardina C., Kayler Z., Marcinkowski K., Ontl T., Rodriguez-Franco C., Swanston C., Woodall C.W., Buford M. Considering forest and grassland carbon in land management (General Technical Report WO-95). Washington, DC: United States Department of Agriculture, Forest Service, 2017.
9. Nave L.E., DeLyser K., Butler-Leopold P.R., Sprague E., Daley J., Swanston C.W. Effects of land use and forest management on soil carbon in the ecoregions of Maryland and adjacent Eastern

United States // Forest Ecology and Management. 2019. V. 448. P. 34–47. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.072>

10. Панявина Е.А. Создание лесных углеродных (карбонных) полигонов: экономическая составляющая // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2021. Т. 9. N 1 (52). С. 26–34.
11. Morkovina S.S., Sheshnitsan S.S., Panyavina E. A [et al.] Opportunities and Prospects for the Implementation of Reforestation Climate Projects in the Forest Steppe: An Economic Assessment // Forests. 2023. V. 14. N 8. Article ID: 1611. DOI: 10.3390/f14081611
12. Крейденко Т.Ф. Лесоклиматические проекты как средство декарбонизации российской экономики // Лесной комплекс. 2021. URL: <https://forestcomplex.ru/forestry/lesoklimaticheskie-proekty-kak-sredstvo-dekarbonizacii-rossijskoj-ekonomiki/> (дата обращения: 11.06.2024)
13. Коротков В.Н. Лесные климатические проекты в России: ограничения и возможности // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2022. Т. 7. N 4. С. 39–46.
14. Лопатин Е. Ранжирование участков лесов России по возможности внедрения методов интенсивного устойчивого лесного хозяйства // Устойчивое Лесопользование. 2017. Т. 4(52). С. 2–7.
15. Морковина С.С., Иванова А.В. Метод оценки инвестиционной привлекательности климатических проектов на базе расчета углеродоемкости инвестиционных затрат // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2022. N 2(78). С. 210–217. DOI: 10.54220/v.r.sue.1991-0533.2022.52.75.029
16. Лобовиков М.А., Яковенко Н.В., Прядилина Н.К. Углеродные рынки и возможности монетизации продукции лесоклиматических проектов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023. Т. 11. N 2(61). С. 69–87. DOI: 10.34220/2308-8877-2023-11-2-69-87
17. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция, исправленная и дополненная) (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21.06.1999 N BK 477). URL: <https://base.garant.ru/2320803/> (дата обращения: 26.06.2024)
18. Кузнецов Д.К. Методический подход к оценке затрат при реализации климатических проектов по лесовосстановлению // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023. Т. 11. N 3(62). С. 122–138. DOI 10.34220/2308-8877-2023-11-3-122-138

REFERENCES

1. Vaganov E.A., Porfiriev B.N., Shirov A.A., Kolpakov A.Yu., Pyzhev A.I. Assessment of the contribution of Russian forests to reducing climate change. *The economy of the region*, 2021, vol. 21, iss.4, pp. 1096–1109. (In Russian) <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-4-4>
2. Romanovskaya A.A. Approaches to the implementation of ecosystem climate projects in Russia. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. The series is geographical*, 2023, vol. 87, no. 4, pp. 463–478. (In Russian). DOI 10.31857/S2587556623040118
3. Jenkins M., Schaap B. Untapped potential: forest ecosystem services for achieving SDG 15. Washington. 2018. Available at: https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2018/05/UNFF13_BkgdStudy_ForestsEcoServices.pdf (accessed 22.06.2024)
4. Kaarakka L., Cornett M., Domke G., Ontl T. A., Dee L. Improved forest management as a natural climate solution: A review. *Ecological Solutions and Evidence*, 2021, vol. 2(3), e12090. <http://doi.org/10.1002/2688-8319.12090>
5. Thom D., Keeton W.S. Disturbance-based silviculture for habitat diversification: Effects on forest structure, dynamics, and

- carbon storage. *Forest Ecology and Management*, 2020, vol. 469, article id: 118132. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118132>
6. Duveneck M.J., Scheller R.M., White M.A., Handler S.D., Ravenscroft C. Climate change effects on northern Great Lake (USA) forests: A case for preserving diversity. *Ecosphere*, 2014, vol. 5(2), p.23. <https://doi.org/10.1890/ES13-00370.1>
 7. Halofsky J.E., Andrews-Key S. A., Edwards J. E., Johnston M.H., Nelson H.W., Peterson D. L., Schmitt K.M., Swanston C.W., Williamson T.B. Adapting forest management to climate change: The state of science and applications in Canada and the United States. *Forest Ecology and Management*, 2018, vol. 421, pp. 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.037>
 8. Janowiak M., Connelly W. J., Dante-Wood K., Domke G.M., Giardina C., Kayler Z., Marcinkowski K., Ontl T., Rodriguez-Franco C., Swanston C., Woodall C.W., Buford M. Considering forest and grassland carbon in land management (General Technical Report WO-95). Washington, DC: United States Department of Agriculture, Forest Service, 2017.
 9. Nave L.E., DeLyser K., Butler-Leopold P.R., Sprague E., Daley J., Swanston C.W. Effects of land use and forest management on soil carbon in the ecoregions of Maryland and adjacent Eastern United States. *Forest Ecology and Management*, 2019, vol. 448, pp. 34–47. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.072>
 10. Panyavina E.A. Creation of forest carbon (carbon) polygons: an economic component. In: *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice]. 2021, vol. 9, no. 1(52), pp. 26–34. (In Russian)
 11. Morkovina S.S., Sheshnitsan S.S., Panyavina E.A. [et al.] Opportunities and Prospects for the Implementation of Reforestation Climate Projects in the Forest Steppe: An Economic Assessment. *Forests*, 2023, vol. 14, no. 8, article id: 1611. DOI: 10.3390/f14081611
 12. Kreydenko T.F. [Forest-Climatic Projects as a Tool of Decarbonization of the Russian Economy]. *Lesnoy kompleks* [Forest Complex]. 2021. (In Russian). Available at: <https://forestcomplex.ru/forestry/lesoklimaticheskie-proekty-kak-sredstvo-dekarbonizacii-rossijskoj-ekonomiki/> (accessed 11.06.2024)
 13. Korotkov V.N. Forest climate projects in Russia: limitations and opportunities. *Russian Journal of Ecosystem Ecology* [Journal of Ecosystem Ecology]. 2022, vol. 7, no. 4, pp. 39–46. (In Russian)
 14. Lopatin E. Ranking of Russian forest sites according to the possibility of introducing methods of intensive sustainable forestry. *Sustainable Forest management*. 2017, vol. 4(52), pp. 2–7. (In Russian)
 15. Morkovina S.S., Ivanova A.V. A method for assessing the investment attractiveness of climate projects based on calculating the carbon intensity of investment costs. *Bulletin of the Rostov State University of Economics*, 2022, no. 2(78), pp. 210–217. (In Russian). DOI: 10.54220/v.rsue.1991-0533.2022.52.75.029
 16. Lobovikov M.A., Yakovenko N.V., Pryadilina N.K. Carbon markets and opportunities for monetization of products of forest-climatic projects. *Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice*. 2023, vol. 11, no. 2(61), pp. 69–87. (In Russian). DOI: 10.34220/2308-8877-2023-11-2-69-87
 17. Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects (Second edition, corrected and supplemented) (approved by the Ministry of Economy of the Russian Federation, the Ministry of Finance of the Russian Federation and State building of the Russian Federation dated 06/21/1999 N VK 477) (In Russian). Available at: <https://base.garant.ru/2320803/> (accessed 22.06.2024)
 18. Kuznetsov D.K. Methodological approach to cost estimation in the implementation of climatic reforestation projects. *Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice*. 2023, vol. 1(11), no. 3(62), pp. 122–138. (In Russian). DOI: 10.34220/2308-8877-2023-11-3-122-138

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Светлана С. Морковина: разработка концепции и дизайн исследования, написание первой версии статьи.
Сергей С. Шешницан: проведение расчетов по оценке эффективности инвестиционных проектов.
Анна В. Иванова: согласие нести ответственность за все аспекты работы и гарантировать соответствующее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью всех частей работы.
Наталия В. Яковенко: одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации, формулировка результатов исследования и заключительных выводов.
Наталья К. Прядилина: подготовка графического и картографического материалов. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Svetlana S. Morkovina: development of the concept and design of the research, writing the first version of the article.
Sergey S. Sheshnitsan: making calculations to evaluate the effectiveness of investment projects.
Anna V. Ivanova: agreement to be responsible for all aspects of the work and to guarantee appropriate consideration and resolution of issues related to the accuracy and integrity of all parts of the work.
Nataliya V. Yakovenko: approval of the final version of the article before its submission for publication, formulation of research results and final conclusions.
Natalia K. Pryadilina: preparation of graphic and cartographic materials. All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism or other unethical issues.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Светлана С. Морковина / Svetlana S. Morkovina <https://orcid.org/0000-0003-3776-5181>
Сергей С. Шешницан / Sergey S. Sheshnitsan <https://orcid.org/0000-0002-8027-855X>
Анна В. Иванова / Anna V. Ivanova <http://orcid.org/0000-0002-3972-4378>
Наталия В. Яковенко / Nataliya V. Yakovenko <https://orcid.org/0000-0003-4203-0040>
Наталья К. Прядилина / Natalia K. Pryadilina <https://orcid.org/-0001-8136-3660>