

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРАКТИК В ВОПРОСАХ ПОДДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА

С.С. Морковина, Н.Н. Харченко✉, С.С. Шешнищан,
Е.А. Панявина, А.В. Иванова, А.И. Водолажский

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» (ВГЛТУ), Россия, 394087, Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8

forest.vrn@gmail.com

Рассмотрены вопросы результативности лесохозяйственных мероприятий, направленных на снижение горимости лесов в региональных системах лесного хозяйства. Установлено, что в 2021 г. на территориях большинства Федеральных округов Российской Федерации наблюдается преимущественное снижение темпов накопления углерода в лесном фонде на 8...39 % по отношению к 2010 г. На основании анализа документов лесного планирования выполнена градация субъектов Федерации по уровню изменения бюджета углерода. В рассматриваемый период имели место негативные тенденции по снижению бюджета углерода в лесах в 62 субъектах Российской Федерации. Наибольшее количество критических регионов находится в Дальневосточном федеральном округе, что объясняется его удаленностью, слабой развитостью транспорта и логистики, а также значительными запасами лесных ресурсов по сравнению с другими федеральными округами. Установлено, что в критических регионах за анализируемый период, потери углерода в лесном фонде составили в Магаданской области 335 %, в Ненецком автономном округе до 235 % и в Хабаровском крае более 180 % бюджета углерода. Определен перечень наиболее значимых мероприятий, направленных на сокращение выбросов и потерь углерода в региональных системах лесного хозяйства. В разряд ключевых, отнесены мероприятия по снижению горимости лесов. Комплексная реализация подобных мер обусловит сокращение выбросов парниковых газов с 264,4 до 142,4 млн т CO₂-экв./год до 2030 г. Определен необходимый объем финансирования дополнительных противопожарных мероприятий на период 2024–2030 гг. составивший 28 964,8 млн руб.

Ключевые слова: лесное хозяйство, экономика, лесоуправление, углеродный баланс, климат, лесные пожары

Ссылка для цитирования: Морковина С.С., Харченко Н.Н., Шешнищан С.С., Панявина Е.А., Иванова А.В., Водолажский А.И. Эколого-экономическая оценка результативности комплекса лесохозяйственных практик в вопросах поддержания углеродного баланса // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 5. С. 104–117. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-104-117

Леса России, выполняя многочисленные хозяйственные, социальные и экосистемные функции, выступают ценнейшим ресурсом. Функцию управления лесами берет на себя государство и осуществляет ее путем планирования и контроля использования лесных ресурсов, администрирования платежей за лесопользование и обеспечения охраны и защиты лесов [1]. Финансирование комплекса лесохозяйственных мероприятий и выполнения функций лесоуправления ежегодно растет, что неразрывно связано с увеличением количества и качества производимых работ [2].

Среди глобальных вызовов ученые называют изменения климата и адаптацию окружающей среды к последствиям этих изменений [3], поэтому вопросы климаторегулирующего значения лесов, в связи с этим приобрели актуальность и являются востребованными [4–6].

Хозяйственная ценность лесов, определяемая стоимостью древесины, снижается, в то время как их экологическая ценность для биосферных процессов и выполняемые экосистемные функции повышаются [7–9]. Важности лесных экосистем большее значение придается в Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации, которой предусмотрено снижение уровня выбросов парниковых газов в атмосферу до 2050 г. и увеличение их поглощения до 1200 млн т CO₂-экв./год [10].

Учеными и специалистами-практиками в сфере лесоводства изучены различные аспекты создания специальных лесных насаждений, положительно влияющих на динамику локальных климатических условий, которые снижают остроту колебаний атмосферных и почвенно-гидрологических процессов [11–14]. Важнейшими инструментами, обеспечивающими рост поглощающей способности лесов и поддержание их климаторегулирующих функций, являются

государственная программа «Развитие лесного хозяйства» и федеральный проект «Сохранение лесов», входящие в национальный проект «Экология». На всех уровнях государственного управления принимаются меры, оказывающие положительное влияние на воспроизводство лесов, в том числе на динамику баланса выбытия и воспроизводства [15, 16]. В то же время для повышения адаптационной способности лесов и увеличения поглощения парниковых газов необходимо обеспечить рост эффективности лесохозяйственных мероприятий [17]. Возможны и необходимы дополнительные лесохозяйственные меры, которые, как показывает практика, неизбежно ведут к увеличению расходов на лесоводство, что вызывает рост финансирования лесного хозяйства в целом [18]. Исследователи отмечают необходимость эколого-экономического обоснования ведения лесного хозяйства как по причине возрастающего дисбаланса содержания диоксида углерода в биосфере, так и по приоритетам развития лесного хозяйства в целом [19–21].

В условиях постоянного недофинансирования региональных систем лесохозяйственных мероприятий, выделение дополнительных средств на снижение негативного влияния аномальных климатических факторов не должно замедляться. Привлечение новых источников инвестиций в этом направлении, может составить альтернативу сложившейся системе финансирования лесохозяйственной отрасли. Экономические расчеты необходимых и достаточных затрат для повышения адаптационной способности лесов и увеличения поглощения парниковых газов являются основой принятия управленческих решений в лесном хозяйстве на ближайшую перспективу.

Цель работы

Цель работы — научное обоснование комплекса дополнительных лесохозяйственных мероприятий по снижению выбросов парниковых газов вследствие возрастания лесных пожаров, включая оценку экономических затрат их выполнения на землях лесного фонда, в целях обеспечения низкоуглеродного развития лесного хозяйства, и достижения показателей Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов.

Материалы и методы

В системе лесохозяйственных отношений лесные планы представляют собой часть комплекта программных документов, определяющих перспективное развитие лесного хозяйства на уровне субъекта Федерации или федерального округа. Лесные планы субъектов Федерации охватывают

важные позиции: природно-климатические и лесорастительные условия, зонирование планируемого освоения лесов для различных видов пользования с дифференциацией по интенсивности освоения и экологические принципы хозяйствования [22]. В лесных планах отражается информация о мероприятиях, направленных на сокращение выбросов парниковых газов и увеличение их поглощения лесами.

В настоящем исследовании лесные планы субъектов Федерации использовались для оценки объемов лесохозяйственных мероприятий, направленных на обеспечение баланса парниковых газов в управляемых лесах России [23].

Для определения ежегодного целевого прогнозного значения баланса парниковых газов управляемых лесов России в 2025–2030 гг., а также бюджета углерода в субъектах РФ использовали данные Национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за период 2010–2021 гг. (далее — Кадастр) [24].

Основой для расчета прогнозного значения баланса парниковых газов послужили максимальные показатели бюджета углерода управляемых лесов в каждом из субъектов Федерации за указанный период [25], а также за 2020 г., который был принят за базовый. Все значения бюджета и потерь углерода, указанные в Кадастре, были пересчитаны на величину равной CO_2 -эквивалента баланса парниковых газов [26].

При расчетах нами принято допущение, что бюджет углерода в управляемых лесах субъектов Федерации остается на уровне 2020 г. ежегодно на весь период до 2030 г. [27]. Исходя из бюджета углерода в базовом 2020 г. в каждом субъекте и прогнозируемых величин сокращения ежегодных выбросов парниковых газов от лесных пожаров на землях лесного фонда к 2030 г. по субъектам Федерации и федеральным округам (тыс. т CO_2 -экв./год⁻¹) с учетом целевых показателей ежегодного сокращения площадей лесных пожаров были рассчитаны целевые показатели баланса парниковых газов на 2025–2030 гг. по субъектам Федерации и федеральным округам (тыс. т CO_2 -экв./год⁻¹) путем прибавления к бюджету 2020 г. в субъекте величины сокращенных выбросов.

Для оценки вклада лесохозяйственных мероприятий в баланс парниковых газов в субъектах Российской Федерации, а также расчета его целевых показателей на 2025–2030 годы (по годам) в целях реализации Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года необходимо провести анализ динамики составля-

ющих баланса углерода и его запасов на землях лесного фонда в предыдущее десятилетие [28]. С этой целью исследовали динамику запасов углерода по всем пулам, нетто-поглощение углерода управляемыми лесами по пулам, потери углерода от сплошных рубок, а также от пожаров и прочих причин на основе данных национального Кадастра [24].

Установление планируемого объема расходов на реализацию дополнительных лесохозяйственных мероприятий, направленных на сокращение выбросов парниковых газов и увеличение их поглощения лесами, проводилось с учетом использования нижеследующих принципов и допущений.

1. Расчетный период финансирования мероприятий — 7 лет (2024–2030 гг.).

2. Ежегодный планируемый дополнительный объем лесохозяйственных мероприятий определяется как разница между проектируемым объемом соответствующего мероприятия, заявленном в лесном плане субъекта Российской Федерации, и средним объемом данного мероприятия за 5 лет (2017–2021 гг.).

3. Базовые расходы на единицу объема в рублях устанавливались на основании формы 15-ОИП Отчет о расходах субъекта Российской Федерации на реализацию переданных органам государственной власти субъектов Российской Федерации полномочий Российской Федерации в области лесных отношений. Данные 2021 г. были проиндексированы на 2022 г. на 11,94 % в соответствии с официальными данными Росстата [29]. Данные 2022 г. были проиндексированы на 2023 г. на 5,5 % согласно Прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 гг. [30].

4. При отсутствии плановых расходов на лесохозяйственные мероприятия в субъектах РФ принимали за базу расходы в соответствии с приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 29.06.2020 г. № 607 «Об утверждении нормативов затрат на оказание государственных работ (услуг) по охране, защите, воспроизводству лесов, лесоразведению и лесоустройству и о признании утратившим силу приказа Федерального агентства лесного хозяйства от 19 июня 2019 г. № 762» [31].

5. В соответствии с Прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации на 2023 г. и на плановый период 2024 и 2025 гг., инфляция выйдет на целевой уровень Банка России — 4 % на конец года. На основании данной информации были проиндексированы значения планируемых расходов на единицу объема (руб.) на весь расчетный период (2024–2030 гг.).

6. Расходы на весь дополнительный объем лесохозяйственного мероприятия определяются как произведение планируемого объема работ по мероприятию на принятую единицу измерения проекта и планируемых расходов на единицу объема.

Результаты и обсуждение

Баланс парниковых газов в лесах субъектов Российской Федерации существенно различается, что определяется влиянием различных природно-климатических, экономических и географических факторов [32].

Так, в субъектах Центрального федерального округа (ЦФО) суммарные запасы углерода в биомассе управляемых лесов изменялись в пределах от 3391,2 до 3473,2 млн т С/год. При этом максимальные значения наблюдались вплоть до 2015 г., после чего произошло снижение запасов на 39,7 млн т. С/год. При рассмотрении соотношения ежегодных причин потерь углерода, в качестве основных выделяются потери от деструктивных пожаров и прочих причин, превышающие потери от сплошных рубок лесных насаждений [33]. Среди субъектов ЦФО наибольшее снижение бюджета углерода в лесах за рассматриваемый 11-летний период произошло в Воронежской (–61 %), Ивановской (–44 %), Ярославской (–43 %), Костромской (–36 %) и Рязанской (–33 %) областях.

В регионах Северо-Западного федерального округа (СЗФО) суммарные показатели запасов углерода в управляемых лесах изменяются в диапазоне от 13 547,7 до 13 658,7 млн т С/год. При этом наблюдалось понижение значений вплоть до 2015 г., после чего произошло некоторое увеличение — до 103,2 млн т С/год. Максимальные показатели поглощения углерода управляемыми лесами сохранялись на протяжении всего периода с 2010 по 2015 гг., после чего наблюдалось снижение интенсивности поглощения и к 2021 г. был достигнут минимум (39,1 млн т С/год) с разницей в 4,8 млн т С/год по сравнению с 2015 г.

На протяжении всего времени наблюдался рост выбросов углерода от рубок. Максимальные потери за рассматриваемый период составили 20,1 млн т С/год (2021). Потери от пожаров варьировали слабо — от максимума 1,1 млн т С/год (2014) до минимума 0,6 млн т С/год (2021).

По субъектам СЗФО максимальное снижение бюджета углерода в лесах за 2010–2020 гг. произошло в Вологодской (–104 %) и Архангельской (–76 %) областях, а также в Ненецком АО (–44 %), Костромской (–36 %) и Рязанской (–33 %) областях. Повышение нетто-поглощения лесов характерно для Ленинградской (+19 %) и Мурманской (+3 %) областей.

В субъектах Южного федерального округа (ЮФО) суммарные показатели запасов углерода в управляемых лесах изменялись в диапазоне от 317,3 до 345 млн т С/год, при этом наблюдалось снижение запасов вплоть до 2018 г., после чего к 2021 г. они повысились на 21,4 млн т С/год. В итоге баланс углерода, состоящий из разности поглощения и потерь углерода, характеризуется слабовыраженной тенденцией подсчета, свидетельствующей о ежегодном его повышении в целом по федеральному округу.

В субъектах Северо-Кавказского федерального округа (СКФО) суммарные запасы углерода в управляемых лесах изменялись в пределах от 231,8 млн т С/год в 2010 г. до 238,5 млн т С/год в 2016 г., при этом динамика была слабо выраженной, после чего наблюдалось незначительное снижение показателей на 0,6 млн т С/год, и к 2021 г. суммарные запасы снизились до 237,1 млн т С/год.

Динамика поглощения углерода управляемыми лесами изменялась на протяжении исследуемого периода незначительно. При этом в 2016 г. наблюдался резкий спад — на 0,2 млн т С/год и был достигнут минимум — 0,8 млн т С/год (данные Кадастра), после чего нетто-поглощение резко возросло и к 2018 г. достигло максимума — 1,1 млн т С/год.

В субъектах Приволжского федерального округа (ПФО) суммарные показатели запасов углерода в управляемых лесах варьируют от 5 263,5 до 5 340,3 млн т С/год, при этом наблюдается понижение значений с 2010 по 2016 гг., после чего началось плавное повышение, и в 2021 г. запасы углерода достигли 5 284,1 млн т С/год.

Максимальные показатели поглощения углерода управляемыми лесами сохранялись на протяжении всего периода с 2010 по 2015 гг., после чего наблюдалось снижение интенсивности поглощения, и к 2020 г. был достигнут минимум (35,3 млн т С/год) с разницей в 2,5 млн т С/год по сравнению с максимумом, который был зафиксирован в 2012 г.

Среди субъектов ПФО снижение бюджета углерода в лесах за 2010–2020 гг. произошло во всех субъектах, причем наиболее значительным оно было в Кировской (–51 %), Самарской (–41 %) и Саратовской (–41 %) областях. Наиболее стабильная ситуация отмечена в Пензенской области, где потери углерода лесным фондом составили около 1 % в 2020 г. по сравнению с 2010 г.

В субъектах Уральского федерального округа (УФО) суммарные показатели запасов углерода в управляемых лесах снижались с 2012 г. (13 547,7 млн т С/год) до 2021 г. (111,8 млн т С/год), разница между показателями составила 2 млн т С/год.

На протяжении 2010–2021 гг. показатели выбросов углерода от рубок изменялись слабо, и

максимальные потери углерода за рассматриваемый период составили 6,1 млн т С/год в 2017 г. Потери углерода от пожаров увеличивались от минимума 2 млн т С/год в 2010 г. до максимума 3,6 млн т С/год в 2019 г. В субъектах УФО за 2010–2020 гг. леса потеряли 39 % бюджета углерода в Ямало-Ненецком АО, 34 % — в Челябинской области, 27 % — в Тюменской области. Рост бюджета углерода в лесном фонде за этот период был характерен для Курганской области (+61 %) и Ханты-Мансийского АО (+35 %).

В регионах Сибирского федерального округа (СФО) суммарные показатели запасов углерода в управляемых лесах увеличивались с 2010 по 2016 гг. и достигли максимума (34 775,1 млн т С/год), после чего к 2017 г. произошло резкое снижение значений на 6 407,7 млн т С/год. Среди субъектов СФО снижение бюджета углерода в лесах за 2010–2020 гг. наиболее существенным было в Омской области (–62 %) и Республике Хакасия (–45 %), а также в Томской области (–27 %) и в Красноярском крае (–26 %). Максимальный рост бюджета углерода отмечен в Республике Тыва (+169 %) и Новосибирской области (+64 %). Повышение нетто-поглощения в лесном фонде характерно также для Кемеровской области (+25 %).

В регионах Дальневосточного федерального округа (ДФО) суммарные показатели запасов углерода в управляемых лесах с 2010 по 2016 гг. изменяются от 27 672,4 до 28 909,9 млн т С/год, при этом резкое повышение значений на 6 384,4 млн т С/год наблюдалось с 2017 г., после чего показатели варьировали слабо. В 2021 г. запасы углерода составили 34 125,7 млн т С/год.

В субъектах ДФО леса за 2010–2021 гг. потери углерода оказались наиболее существенными и составили 335 % — в Магаданской области, 181 — в Хабаровском крае, 61 — в Камчатском крае, 53 — в Еврейской автономной области, 48 — в Амурской области и 45 — в Приморском крае. В Республике Саха (Якутия) снижение оказалось на уровне 22 %. Рост бюджета углерода в лесном фонде за этот период был характерен только для Забайкальского края (+15 %). Сравнительно стабильная ситуация наблюдалась в Республике Бурятия (–1 %) и Сахалинской области (+2 %), где изменение бюджета углерода к 2020 г. было незначительным.

Таким образом, в 2021 г. на территориях большинства федеральных округов Российской Федерации наблюдается преимущественное снижение темпов накопления углерода в лесном фонде на 8...39 % по отношению к 2010 г. Некоторое увеличение нетто-поглощения углерода характерно только для малолесных регионов Южного (+17 %) и Северо-Кавказского федерального округов (+3 %). В первую очередь, это обусловлено

увеличением объемов сплошных рубок, потери запасов углерода от которых наиболее значительны в СЗФО, ПФО, СФО.

Только в ДФО потери запасов углерода от пожаров и иных причин заметно превышают таковые от вырубки лесов, а в ЦФО их вклад в расходную часть бюджета углерода практически равноценный. Нами выполнена градация субъектов РФ по уровню изменения бюджета углерода в управляемых лесах и при этом выделено четыре группы изменений:

1) очень значительное изменение бюджета углерода (более 100 %);

2) значительное изменение бюджета углерода (50...100 %);

3) среднее изменение бюджета углерода (20...49 %);

4) незначительное изменение бюджета углерода (0...19 %).

Для дифференциации регионов по уровню изменений бюджета углерода использовали простые темпы прироста/снижения поглощения углерода в лесном фонде в 2021 г., рассчитанные по отношению к 2010 г. (табл. 1).

Такой подход повысил наглядность результатов и позволил выявить самые проблемные и наиболее успешные, с позиции лесохозяйственных мероприятий направленных на сокращение выбросов и потерь углерода, региональные системы лесного хозяйства.

Среди рассматриваемых субъектов Федерации бюджет углерода в лесах за 2010–2021 гг. изменился преимущественно в сторону снижения в 62 субъектах Федерации. Наиболее значительные потери бюджета углерода за эти годы произошли в Магаданской области (335 %), Ненецком АО (235 %), Хабаровском крае (181 %), Вологодской области (104 %), Иркутской области (92 %), Архангельской области (76 %), а также Омской области (62 %), в Камчатском крае (61 %), Воронежской области (61 %), Еврейской АО (53 %) и Кировской области (51 %). Только в 20 субъектах бюджет углерода в лесах либо остался на том же уровне, либо увеличился.

Ключевыми лесохозяйственными мероприятиями, направленными на сокращение выбросов и потерь углерода в региональных системах лесного хозяйства, выступают следующие мероприятия по снижению горимости лесов:

– создание лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров;

– устройство противопожарных минерализованных полос;

– прокладка просек, противопожарных разрывов;

– прочистка противопожарных минерализованных полос и их обновление;

– прочистка просек, уход за противопожарными разрывами;

– мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров путем наземного патрулирования лесов [35].

Целевые показатели ежегодного сокращения площади лесных пожаров определены Постановлением Правительства Российской Федерации от 13.08.2022 г. № 1409 «Об утверждении методики расчета целевых показателей ежегодного сокращения площади лесных пожаров на землях лесного фонда для субъектов Российской Федерации на период до 2030 года» [36].

Результаты прогнозных расчетов ежегодных выбросов парниковых газов от лесных пожаров на землях лесного фонда к 2030 г. по субъектам

Т а б л и ц а 1

Изменение бюджета углерода по субъектам Федерации в управляемых лесах за 2010–2021 гг.

Change in the carbon accumulation by constituent regions in managed forests for 2010–2021

Динамика бюджета углерода	Субъект Федерации
Очень значительное снижение (более 100 %)	Магаданская обл. (–335 %) Ненецкий АО (–235 %) Хабаровский край (–181 %) Вологодская обл. (–104 %)
Значительное снижение (50...100 %)	Иркутская обл. (–92 %) Архангельская обл. (–76 %) Омская обл. (–62 %) Камчатский край (–61 %) Воронежская обл. (–61 %) Еврейская автономная обл. (–53 %) Кировская обл. (–51 %)
Среднее снижение (20...49 %)	Амурская обл. (–48 %) Приморский край (–45 %) Республика Хакасия (–45 %) Ивановская обл. (–44 %) Ярославская обл. (–43 %) Самарская обл. (–41 %) Саратовская обл. (–41 %) Ямало-Ненецкий АО (–39 %) Костромская обл. (–36 %) Республика Алтай (–34 %) Челябинская обл. (–34 %) Рязанская обл. (–33 %) Республика Башкортостан (–29 %) Удмуртская Республика (–29 %) Тульская обл. (–29 %) Курская обл. (–29 %) Томская обл. (–27 %) Тюменская обл. (–27 %) Красноярский край (–26 %) Белгородская обл. (–25 %) Республика Мордовия (–24 %) Нижегородская обл. (–23 %) Ульяновская обл. (–22 %) Республика Саха (Якутия) (–22 %) Владимирская обл. (–22 %) Республика Дагестан (–20 %)

Окончание табл. 1

Динамика бюджета углерода	Субъект Федерации
Незначительное снижение (0...19 %)	Республика Татарстан (-19 %)
	Чувашская республика (-18 %)
	Республика Марий Эл (-17 %)
	Московская обл. (-17 %)
	Астраханская обл. (-16 %)
	Пермская обл. (-16 %)
	Псковская обл. (-15 %)
	Карачаево-Черкесская Республика (-15 %)
	Новгородская обл. (-15 %)
	Республика Адыгея (-14 %)
	Калужская обл. (-13 %)
	Свердловская обл. (-12 %)
	Оренбургская обл. (-12 %)
	Чукотский АО (-11 %)
	Тверская обл. (-11 %)
	Смоленская обл. (-10 %)
	Республика Северная Осетия – Алания (-9 %)
	Липецкая обл. (-7 %)
	Калининградская обл. (-6 %)
Республика Карелия (-6 %)	
Тамбовская обл. (-5 %)	
Алтайский край (-4 %)	
Республика Коми (-4 %)	
Пензенская обл. (-1 %)	
Республика Бурятия (-1 %)	
Очень значительное увеличение (более 100 %)	Ростовская обл. (211 %)
	Республика Тыва (169 %)
Значительное увеличение (50...100 %)	Республика Ингушетия (84 %)
	Новосибирская обл. (64 %)
	Курганская обл. (61 %)
	Республика Калмыкия (58 %)
	Чеченская республика (54 %)
Орловская обл. (51 %)	
Среднее увеличение (20...49 %)	Ставропольский край (47 %)
	Волгоградская обл. (35 %)
	Ханты-Мансийский автономный округ (35 %)
	Кабардино-Балкарская республика (34 %)
	Кемеровская обл. (25 %)
Ленинградская обл. (19 %)	
Незначительное увеличение (0...19 %)	Забайкальский край (15 %)
	Брянская обл. (7 %)
	Мурманская обл. (3 %)
	Сахалинская обл. (2 %)
	Краснодарский край (0 %)

Федерации и федеральным округам (тыс. т CO₂-экв./год⁻¹) с учетом целевых показателей ежегодного сокращения площади лесных пожаров, определенного в нормативно-правовых актах, представлены в табл. 2.

Наибольший вклад в сокращение выбросов до 2030 г. следует ожидать в ДФО (главным образом в шести субъектах — в Республике Саха (Якутия), Хабаровском крае, Магаданской области, Республике Бурятия, Чукотском АО, Амурской

области) — до 99,6 млн т CO₂-экв./год и СФО (преимущественно в Красноярском крае и Иркутской области) — до 32,6 млн т CO₂-экв./год, в УФО — 6,4 млн т CO₂-экв./год. В остальных федеральных округах объем сокращенных выбросов от пожаров на землях лесного фонда не превысит 1,3 млн т CO₂-экв./год.

В целом выполнение комплекса мероприятий, направленных на снижение пожарной опасности в лесах, должно обеспечить сокращение площадей лесных пожаров, что обусловит сокращение выбросов парниковых газов с 264,4 до 142,4 млн т CO₂-экв./год до 2030 г. (рис. 1).

Представленная на рис. 1 диаграмма показывает, что наибольшее ежегодное сокращение выбросов парниковых газов следует ожидать в 2022–2023 гг., которое должно обеспечиваться главным образом за счет субъектов ДФО и СФО — 72,9 млн т CO₂-экв./год. В 2024–2026 гг. прогнозируется ежегодное сокращение выбросов на 14,2 млн т CO₂-экв./год, а в последующие годы — не более 1,6 млн т CO₂-экв./год.

Для определения среднего ежегодного снижения выбросов парниковых газов использовали их прогнозное значение, достигаемое при сокращении среднепятилетнего количества величины лесных пожаров на 50 % за 2017–2021 гг. по РФ (142,4 млн т CO₂), и среднюю за аналогичный период площадь лесных пожаров (4 208 796,47 га).

Экономическая оценка выполнения комплекса дополнительных лесохозяйственных мероприятий, направленных на сокращение выбросов парниковых газов проводилась для критических субъектов, имеющих значительное и очень значительное снижение баланса углерода [37] (см. табл. 1).

В ходе экономических расчетов установлено, что наибольшая потребность в дополнительном финансировании противопожарных мероприятий имеется в Республике Саха (Якутия) (рис. 2).

В тоже время, структура затрат на финансирование отдельных групп противопожарных мероприятий в региональных системах лесного хозяйства различается. Так, наибольшая доля расходов, до 35 % в реализации дополнительных противопожарных мероприятий (от 175,1 до 276,9 млн руб. ежегодно), направленных на сокращение выбросов парниковых газов и увеличение их поглощения лесами для Амурской области, связана с созданием лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров.

Существенно меньший уровень финансирования характерен для таких мероприятий, как «прочистка противопожарных минерализованных полос и их обновление» и «устройство противопожарных минерализованных полос» (см. рис. 2).

Прогнозируемые ежегодные выбросы парниковых газов от лесных пожаров на землях лесного фонда к 2030 г. по федеральным округам (млн т CO₂-экв./год⁻¹) с учетом целевых показателей ежегодного сокращения площади лесных пожаров

Projected annual greenhouse gas emissions from forest fires on forest lands by 2030 by federal districts (million tonnes of CO₂-eq./year⁻¹), taking into account the targets of annual reduction in the area of forest fires

Федеральные округа	Среднее 5-летнее значение	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Российская Федерация	264,4	218,4	191,5	177,3	163	148,8	147,2	145,6	143,9	142,4
Центральный	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1
Северо-Западный	2,6	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3
Южный	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
Северо-Кавказский	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Приволжский	2,1	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
Уральский	12,8	11,5	10,9	10,3	9,6	8,9	8,4	7,7	7,1	6,4
Сибирский	65,2	50,2	44,2	40,8	37,6	34,3	33,9	33,5	33,1	32,6
Дальневосточный	178,8	149,7	129,9	120,1	110,1	100,1	99,9	99,9	99,7	99,6

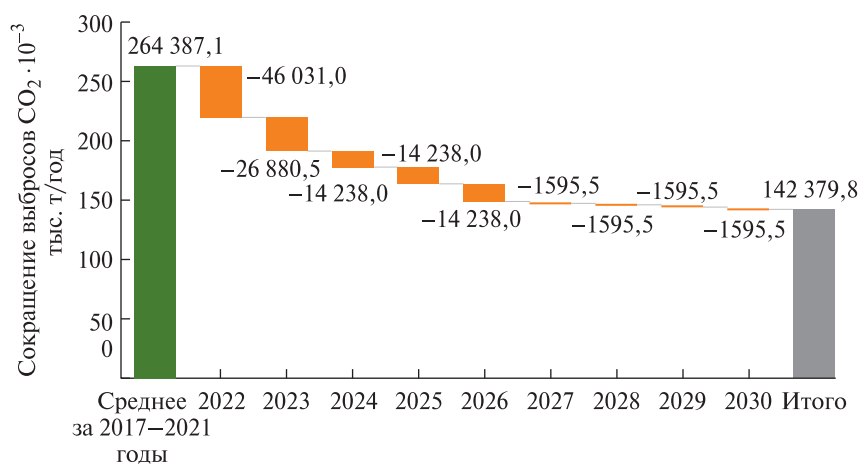


Рис. 1. Суммарный объем ежегодного сокращения выбросов парниковых газов в результате лесных пожаров в Российской Федерации по отношению к среднепятилетнему значению

Fig. 1. Total volume of annual reduction of greenhouse gas emissions from forest fires in the Russian Federation in relation to the five-year average value

Аналогичная ситуация характерна для Забайкальского края, где планируемые расходы на создание лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров, являются наибольшими среди расходов на дополнительные противопожарные мероприятия, а их размер составляет до 30 % в объемах необходимого финансирования. От 40 до 55 % от общего дополнительного финансирования требуется на создание лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров в Бурятии и Магаданской области, соответственно. Для Еврейской автономной области наибольшую

долю расходов (до 36 % необходимого финансирования), составляют затраты на устройство противопожарных минерализованных полос. В то же время, до 25 % объема необходимого финансирования противопожарных мероприятий должно приходиться на работы по прочистке противопожарных минерализованных полос и их обновление.

Для Камчатского края также наиболее затратным дополнительным противопожарным лесохозяйственным мероприятием является устройство противопожарных минерализованных полос,

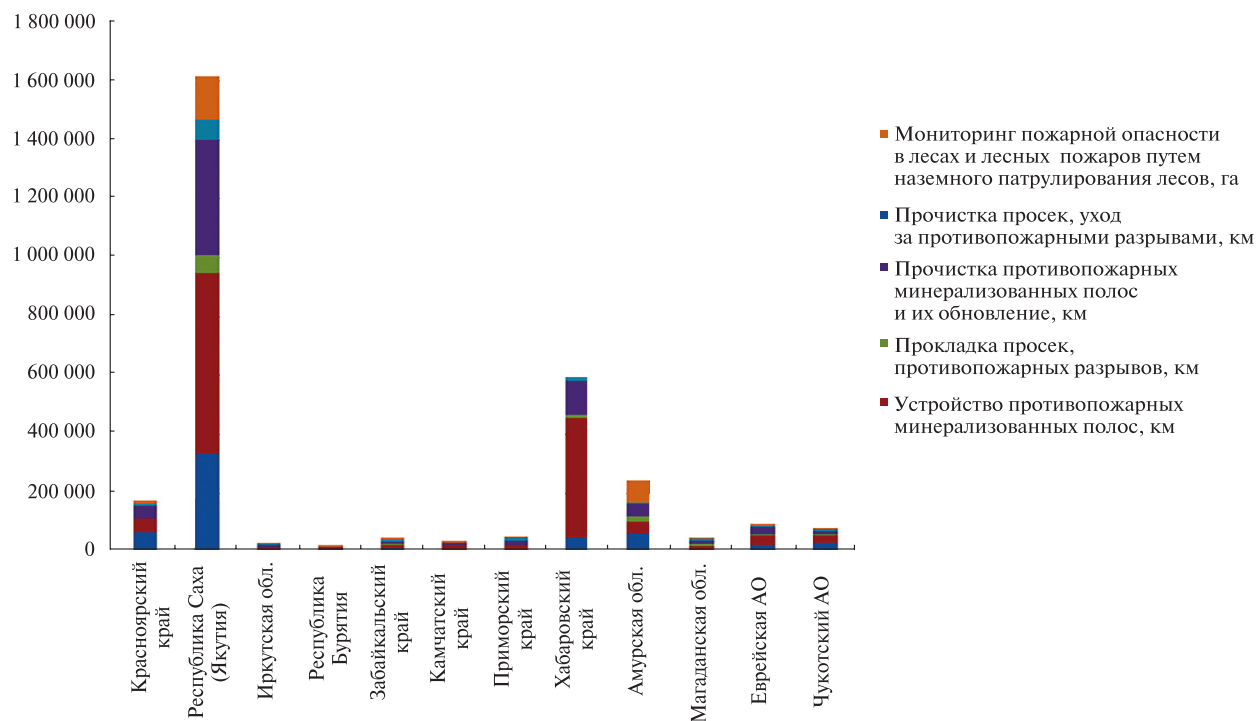


Рис. 2. Планируемые расходы на реализацию дополнительных противопожарных мероприятий, тыс. руб.
 Fig. 2. Planned expenditures for the implementation of additional fire prevention measures, thousand rubles

Т а б л и ц а 3

Планируемый объем расходов на реализацию дополнительных противопожарных мероприятий на 2024–2030 гг. (млн руб.)

Planned expenditures on the implementation of additional firefighting measures for 2024–2030 (RUB mln.)

Наименование субъекта	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Всего расходов
Амурская область	175,1	204,8	236,7	246,2	256,1	266,3	276,9	1 662,1
Еврейская автономная область	91,6	107,3	123,9	128,8	134	139,4	144,9	870,1
Забайкальский край	49,1	57,4	66,3	68,9	71,7	74,5	77,5	465,3
Камчатский край	38,2	44,6	51,6	53,6	55,8	58,1	60,4	362,3
Магаданская область	92,7	108,5	125,4	130,4	135,6	141	146,6	880,1
Приморский край	39,8	46,6	53,8	56,1	58,3	60,6	63	378,2
Республика Бурятия	25,4	29,7	34,4	35,8	37,2	38,7	40,2	241,4
Республика Саха (Якутия)	1 617,3	1 892,2	2 186,5	2 274	2 365	2 459,6	2 557,9	15 352,4
Хабаровский край	589,9	690,2	797,6	829,5	862,6	897,2	933,1	5 600,1
Чукотский АО	103,8	121,4	140,3	145,9	151,8	157,8	164,2	985,4
Иркутская область	28,3	33,1	38,3	39,8	41,4	43,1	44,7	268,6
Красноярский край	173,5	203	234,6	243,9	253,7	263,8	274,4	1 647,1
Ханты-Мансийский АО	16,3	21,2	26,4	32	38,1	44,5	51,4	229,9
Вологодская область	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,4
Республика Карелия	1,1	1,4	1,7	2,2	2,6	3	3,5	15,5
Республика Башкортостан	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	1,2	5,2
Воронежская область	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,2
Ростовская область	0,05	0,07	0,08	0,1	0,2	0,2	0,2	0,8
Республика Дагестан	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,2
Итого: расходы по периоду	3 042,5	3 562,1	4 118,3	4 288,1	4 464,7	4 648,7	4 840,4	28 964,8

финансовые ресурсы необходимые для выполнения которого оцениваются нами на уровне 57 % общего объема финансирования. Таким образом, наиболее затратными в структуре финансирования региональных систем лесного хозяйства являются мероприятия по устройству противопожарных минерализованных полос и их обновлению, а также работы по созданию лесных дорог предназначенных для охраны лесов от пожаров.

Отметим, что схожую структуру финансирования мероприятий противопожарного характера имеют Амурская область, Республика Саха (Якутия), Хабаровский и Красноярский края, с объемом финансирования свыше 173 млн руб. в год. При этом на период до 2030 г. следует ожидать увеличения потребности в финансировании превентивных противопожарных мер в среднем на 58...60 % (табл. 3).

Планируемый объем расходов на реализацию дополнительных противопожарных мероприятий за период 2024–2030 гг. для Республики Саха (Якутия) составит 15 352,4 млн руб., для Хабаровского края — 5 600,1 млн руб., для Амурской области — 1 662,1 млн руб., для Красноярского края — 1 647,1 млн руб., в то же время для Воронежской, Вологодской, Ростовской областей и Республики Дагестан необходимо существенно меньшее финансирование в объемах 0,2...0,8 млн руб. Безусловно, предлагаемые дополнительные лесохозяйственные мероприятия, позволяющие изменить ситуацию с лесными пожарами затратны и тяжелы для системы финансирования лесного хозяйства. Однако ежегодно на борьбу с лесными пожарами выделяются финансовые ресурсы существенно превышающие расчетные значения расходов необходимых дополнительных противопожарных мер. Так, и по официальным данным Федерального агентства лесного хозяйства, финансирование мероприятий по охране лесов от пожаров в 2023 г. составило 14,2 млрд руб., в том числе дополнительно привлеченные средства в размере 8,2 млрд руб. пошли на увеличение авиапатрулирования и поддержание пожарно-химических станций. В то же время на проведение мероприятий превентивного характера, обеспечивающих снижение пожарной опасности в лесах дополнительных средств не выделялось. Проверка состояния дел охраны лесов от пожаров, инициированная Счетной палатой Российской Федерации в 2023 г., показала, что регионы не выполняют до 65 % лесохозяйственных мероприятий по причине недофинансирования, а системные финансовые проблемы снижают положительные эффекты борьбы со стихийными бедствиями — лесными пожарами.

Для реализации дополнительных противопожарных мероприятий, направленных на сокра-

щение выбросов парниковых газов и увеличение их поглощения лесами за 2024–2030 гг., по мнению авторов, необходимо дополнительное финансирование, в первую очередь на уровне рассмотренных критических субъектов Российской Федерации в размере 28 964, 8 млн руб.

Выводы

Оценка накопления запасов углерода лесами охарактеризует динамику этого процесса в управляемых лесах федеральных округов. Для ЦФО, СЗФО, ПФО, УФО и СФО запасы углерода в лесах имеют тенденцию к снижению по причине роста лесных пожаров и рубок в сочетании с недостаточно эффективными процессами лесовосстановления.

Дифференциация субъектов РФ по уровню изменения бюджета углерода в управляемых лесах позволила сформировать четыре группы, отражающие его изменение от очень значительного (более 100 %) до незначительного (в пределах 0...19 %). Из 82 субъектов Российской Федерации бюджет углерода в лесах за 2010–2021 гг. изменился преимущественно в сторону снижения в 62 региональных системах лесного хозяйства. В 20 субъектах РФ бюджет углерода в лесах поддерживался на стабильном уровне и имел тенденцию к повышению.

Выделены критические регионы, состояние лесного хозяйства которых, в сочетании с климатическими изменениями не позволяет обеспечить сокращение выбросов или увеличение поглощения парниковых газов ведущих к достижению целевых индикаторов Стратегии низкоуглеродного развития. К таким регионам отнесены 19 субъектов ДФО (Амурская область, Еврейская автономная область, Забайкальский край, Камчатский край, Магаданская область, Приморский край, Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Хабаровский край, Чукотский автономный округ), СФО (Иркутская область, Красноярский край), УФО (Ханты-Мансийский автономный округ — Югра), СЗФО (Вологодская область, Республика Карелия), ПФО (Республика Башкортостан), ЦФО (Воронежская область), Южного федерального округа (Ростовская область) и СКФО (Республика Дагестан).

Наибольшее количество критических регионов находится в ДФО, что объясняется его удаленностью, слабой развитостью транспорта и логистики, а также значительными запасами лесных ресурсов по сравнению с другими федеральными округами.

Превентивные мероприятия, направленные на пожарной опасности, являются ключевыми в системе снижения горимости лесов. Для осуществления превентивного комплекса противо-

пожарных мероприятий в критических регионах страны необходимо дополнительное финансирование в размере от 3,04 млрд руб. до 4,84 млрд руб. ежегодно. Суммарный объем расходов на реализацию дополнительных противопожарных мероприятий на период 2024–2030 гг. составляет 28,964 млрд руб., и должен обеспечить, при их полномасштабном выполнении сокращение выбросов парниковых газов с 264,4 до 142,4 млн т CO₂-экв./год до 2030 г.

Работа выполнена в рамках государственного задания: FZUR-2024-0001 №124020100131-5

Список литературы

- [1] Petrov A.P., Morkovina S.S. Model of economic organization of the Russian forestry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Jubilee Scientific and Practical Conference «Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)», Voronezh, 04–05 October 2018, v. 226, conference 1. Institute of Physics Publishing: Institute of Physics Publishing, 2019, p. 012041. DOI 10.1088/1755-1315/226/1/012041.
- [2] Рафаилов М.К. Анализ финансовой обеспеченности лесного хозяйства // Общество и экономическая мысль в XXI в.: пути развития и инновации: Материалы X Междунар. науч.-практ. конф. (посвященной 115-летию Воронежского государственного университета), Воронеж, 21 апреля 2022 года. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2022. С. 107–112.
- [3] Лукина Н.В. Глобальные вызовы и лесные экосистемы // Вестник Российской академии наук, 2020. Т. 90. № 6. С. 528–532.
- [4] Кирпотин С.Н., Березин А.Е., Семенова Н.М. Западная Сибирь как природный коллаيدر: климаторегулирующая функция водно-болотных угодий // Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Шестого Междунар. полевого симп., Ханты-Мансийск, 28 июня – 08 июля 2021 г. Томск: Изд-во Томского университета, 2021. С. 23–26.
- [5] Шварц Е.А., Стариков И.В., Харламов В.С. Новый взгляд: предложения в проект стратегии Развития лесного комплекса // Устойчивое лесопользование, 2020. № 4 (63). С. 2–25. DOI 10.47364/2308-541X_2020_63_4_2
- [6] Морковина С.С., Иванова А.В., Третьяков А.Г. Экономическая оценка альтернатив использования лесных ресурсов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2023. Т. 11. № 1(60). С. 101–116. DOI 10.34220/2308-8877-2023-11-1-101-116
- [7] Гордеев Р.В., Пыжев А.И. Лесная промышленность России в условиях санкций: потери и новые возможности // Вопросы экономики, 2023. № 4. С. 45–66.
- [8] Kharchenko N.N., Moiseeva E.V., Prochorova N.L. Ecosystem Functions of Forest Park Green Belts of Urban Agglomerations as a Factor Improving the Quality of Living Standards in Conditions of Sparsely Wooded Regions // Proceedings of the International Symposium «Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research» (ISEES 2018): International Symposium on Engineering and Earth Sciences, Grozny, 11–16 November 2018. Grozny: Atlantis Press, 2018, pp. 20–25. DOI 10.2991/isees-18.2018.5
- [9] Kharchenko N.N., Morkovina S.S., Kapitonov D.Y., Lisova O.S. Forest ecosystem services in the system of sustainable forest use of sparsely forested regions of Russia // J. of Engineering and Applied Sciences, 2018, v. 13, no. 10, pp. 3567–3572. DOI 10.3923/jeasci.2018.3567.3572
- [10] Куричев Н.К., Птичников А.В., Шварц Е.А., Кренке А.Н. Природно-климатические проекты в России: ключевые проблемы и условия успеха // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2023. Т. 87. № 4. С. 619–636.
- [11] Желдак В.И., Липкина Т.В., Кулагин А.А. Методические вопросы усиления климаторегулирующей роли лесов лесоводственными мерами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013. № 3 (41). С. 232–235.
- [12] Войтов И.В., Шатравко В.Г., Юревич Н.Н. Эколого-ориентированное развитие лесного хозяйства Беларуси в условиях климатических изменений. Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2019. 201 с.
- [13] Семенов М.А. Роль лесных биотехнологий в решении современных проблем лесного хозяйства // Сборник тезисов докладов Науч.-практ. конф. ученых России и Хорватии. М.: МИСИС, 2019. С. 128–129.
- [14] Тараканов А.М., Сурина Е.А., Сеньков А.О. Лесохозяйственные мероприятия по адаптации растительности к изменению климата // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2017. № 47. С. 67–71.
- [15] Птичников А.В., Шварц Е.А., Попова Г.А., Байбар А.С. Стратегия низкоуглеродного развития России и роль лесов в ее реализации // Вестник Российской академии наук, 2023. Т. 93. № 1. С. 36–49. DOI 10.31857/S0869587323010073
- [16] Morkovina S.S., Sheshnitsan S.S., Panyavina E.A. Opportunities and Prospects for the Implementation of Reforestation Climate Projects in the Forest Steppe: An Economic Assessment // Forests, 2023, v. 14, no. 8, p. 1611. DOI 10.3390/f14081611
- [17] Ivanova A.V., Rafailov M.K., Sibiryatkina A.V., Matveev S.M. Project management in the forestry complex of Russia // Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020: Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA), Milan, 25–26 April 2018 года. Milan: International Business Information Management Association, 2018, pp. 3771–3777.
- [18] Choi S.D., Chang Y.S., Park B.K. Increase in carbon emissions from forest fires after intensive reforestation and forest management programs // The Science of the Total Environment, 2006, v. 372, no. 1, pp. 225–235. DOI 10.1016/j.scitotenv.2006.09.024
- [19] Morkovina S., Drapalyuk M., Sibiryatkina I., Torzhkov I. Priorities of diversification in forest complex // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 – Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth, Madrid, 08–09 November 2017. Madrid, 2017, pp. 2856–2862.
- [20] Азаренок В.А., Колтунова А.И., Усольцев В.А. Приходная часть углеродного баланса при разных способах рубок в лесах Урала с точки зрения экосистемного лесоводства // Аграрный вестник Урала, 2015. № 9 (139). С. 52–56.
- [21] Chendev Yu., Gennadiev A., Sauer T. Forests advancements to grasslands and their influence on soil formation: Forest Steppe of the Central Russian Upland // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science:

- International scientific and practical conference «Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions» (Forestry–2019), Voronezh, 23–24 October 2019, v. 392. Voronezh: IOP Publishing Ltd, 2019, p. 012003. DOI 10.1088/1755-1315/392/1/012003
- [22] Ветров Л.С., Чернов М.В., Выродова С.А. Оценка лесного планирования регионального уровня и предложения по его совершенствованию // Труды Санкт-Петербургского науч.-иссл. института лесного хозяйства, 2022. № 3. С. 69–81. DOI 10.21178/2079-6080.2022.3.69
- [23] Филипчук А.Н., Малышева Н.В., Моисеев Б.Н., Страхов В.В. Аналитический обзор методик учета выбросов и поглощения лесами парниковых газов из атмосферы // Лесохозяйственная информация, 2016. № 3. С. 36–85.
- [24] Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2021 гг. М.: Росгидромет, 2023. 495 с.
- [25] Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Коровин Г.Н. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990–2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз // Метеорология и гидрология, 2013. № 10. С. 73–92.
- [26] Филипчук А.Н., Моисеев Б.Н., Малышева Н.В. Новые аспекты оценки поглощения парниковых газов лесами России в контексте Парижского соглашения об изменении климата // Лесохозяйственная информация, 2017. № 1. С. 88–98.
- [27] Курбатова А.И. Аналитический обзор по современным исследованиям изменений биотических составляющих углеродного цикла // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 2020. Т. 28. № 4. С. 428–438. DOI 10.22363/2313-2310-2020-28-4-428-438
- [28] Панявина Е.А. Создание лесных углеродных (карбоновых) полигонов: экономическая составляющая // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2021. Т. 9. № 1(52). С. 26–34. DOI 10.34220/2308-8877-2021-9-1-26-34
- [29] Росстат — Цены, инфляция. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/price> (дата обращения 05.03.2024).
- [30] Министерство экономического развития РФ. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов. URL: prognoz_socialno_ekonom_razvitiya_rf_2023-2025.pdf (economy.gov.ru) (дата обращения 03.03.2024).
- [31] Приказ Рослесхоза от 29.06.2020 N 607 (ред. от 30.12.2020) «Об утверждении нормативов затрат на оказание государственных работ (услуг) по охране, защите, воспроизводству лесов, лесоразведению и лесоустройству и о признании утратившим силу приказа Федерального агентства лесного хозяйства от 19 июня 2019 г. № 762». URL: <https://base.garant.ru/74947552/> (дата обращения 18.03.2024).
- [32] Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Честных О.В. Динамика баланса углерода в лесах федеральных округов Российской Федерации // Вопросы лесной науки, 2018. Т. 1. № 1. С. 1–24. DOI 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-24
- [33] Замолодчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учетом влияния пожаров и рубок // Лесоведение, 2009. № 4. С. 3–15.
- [34] Slavsky V.A., Litovchenko D.A., Matveev S.M. Assessment of Biological and Environmental Factors Influence on Fire Hazard in Pine Forests: A Case Study in Central Forest-Steppe of the East European Plain // Land, 2023, v. 12, no. 1, p. 103. DOI 10.3390/land12010103
- [35] Указ Президента Российской Федерации от 15.06.2022 № 382 «О мерах по сокращению площади лесных пожаров в Российской Федерации». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_419392/ (дата обращения 10.10.2023).
- [36] Постановление Правительства РФ от 13.08.2022 № 1409 «Об утверждении методики расчета целевых показателей ежегодного сокращения площади лесных пожаров на землях лесного фонда для субъектов Российской Федерации на период до 2030 года». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_424446/ (дата обращения 07.03.2024).
- [37] Мухин А.С., Филатов Е.Н. Оценка качества и эффективности проведения мероприятий по охране, защите и воспроизводству, использования лесов наземными способами на примере лесничеств Иркутской области // Вестник современных исследований, 2018. № 11.7(26). С. 350–357.

Сведения об авторах

Морковина Светлана Сергеевна — д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», tc-sveta@mail.ru

Харченко Николай Николаевич — д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», forest.vrn@gmail.com

Шешнищан Сергей Сергеевич — канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», sheshnitsan@gmail.com

Панявина Екатерина Анатольевна — канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», panyavina-e-a@mail.ru

Иванова Анна Владимировна — канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», anna_iv_1989@mail.ru

Водолажский Алексей Николаевич — канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», vod.a@list.ru

Поступила в редакцию 27.03.2024.

Одобрено после рецензирования 10.06.2024.

Принята к публикации 22.08.2024.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF FORESTRY PRACTICES EFFICIENCY IN MAINTAINING CARBON BALANCE

S.S. Morkovina, N.N. Kharchenko✉, S.S. Sheshnitsan,
E.A. Panyavina, A.V. Ivanova, A.I. Vodolazhsky

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8, Timiryazeva st., 394087, Voronezh, Russia

forest.vrn@gmail.com

The issues of effectiveness of forestry measures aimed at reducing the burning of forests in regional forestry systems are considered. It has been established that in 2021, in the territories of most Federal Districts of the Russian Federation, there is a predominant decrease in the rate of carbon accumulation in the forest fund by 8...39 % compared to 2010. Based on the analysis of forest planning documents, the gradation of the subjects of the Federation according to the level of change in the carbon budget was performed. During the period under review, there were negative trends in reducing the carbon budget in forests in 62 regions of the Russian Federation. The largest number of critical regions are located in the Far Eastern Federal District, which is explained by its remoteness, poor development of transport and logistics, as well as significant reserves of forest resources compared to other federal districts. It was found that in critical regions during the analyzed period, carbon losses in the forest fund amounted to 335% in the Magadan Region, up to 235 % in the Nenets Autonomous Okrug and more than 180 % of the carbon budget in the Khabarovsk Territory. A list of the most significant measures aimed at reducing carbon emissions and losses in regional forestry systems has been identified. Measures to reduce the burning of forests are classified as key. The comprehensive implementation of such measures will lead to a reduction in greenhouse gas emissions from 264,4 to 142,4 million tons of CO₂-eq./the year until 2030. The necessary amount of financing for additional fire-fighting measures for the period 2024–2030 has been determined, amounting to 28,964,8 million rubles.

Keywords: forestry, economics, forest management, carbon balance, climate, forest fires

Suggested citation: Morkovina S.S., Kharchenko N.N., Sheshnitsian S.S., Panyavina E.A., Ivanova A.V., Vodolazhskiy A.I. *Ekologo-ekonomicheskaya otsenka rezul'tativnosti kompleksa lesokhozyaystvennykh praktik v voprosakh podderzhaniya uglerodnogo balansa* [Ecological and economic assessment of forestry practices efficiency in maintaining carbon balance]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2024, vol. 28, no. 5, pp. 104–117. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-104-117

References

- [1] Petrov A.P., Morkovina S.S. Model of economic organization of the Russian forestry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Jubilee Scientific and Practical Conference «Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY–2018)», Voronezh, 04–05 October 2018, v. 226, conference 1. Institute of Physics Publishing: Institute of Physics Publishing, 2019, p. 012041. DOI 10.1088/1755-1315/226/1/012041.
- [2] Rafailov M.K. *Analiz finansovoy obespechennosti lesnogo khozyaystva* [Analysis of financial security of forestry]. *Obshchestvo i ekonomicheskaya mysl' v XXI v.: puti razvitiya i innovatsii: Materialy Kh Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (posvyashchennoy 115-letiyu Universiteta)* [Society and economic thought in the 21st century: paths of development and innovation: Proceedings of the X International scientific and practical conference (dedicated to the 115th anniversary of the University)], Voronezh, April 21, 2022. Voronezh: Publishing and printing center «Scientific book», 2022, pp. 107–112.
- [3] Lukina N.V. *Global'nye vyzovy i lesnye ekosistemy* [Global challenges and forest ecosystems]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2020, v. 90, no. 6, pp. 528–532.
- [4] Kirpotin S.N., Berezin A.E., Semenova N.M. *Zapadnaya Sibir' kak prirodnyy kollayder: klimatoreguliruyushchaya funktsiya vodno-bolotnykh ugodiy* [Western Siberia as a natural collider: climate-regulating function of wetlands]. *Zapadno-Sibirskie torfyaniki i tsikl ugleroda: proshloe i nastoyashchee: Mater. Shestogo Mezhdunarodnogo polevogo simpoziuma* [West Siberian peatlands and the carbon cycle: past and present: mater. Sixth International Field Symposium], Khanty-Mansiysk, June 28 – July 8, 2021. Tomsk: Tomsk University Publishing House, 2021, pp. 23–26.
- [5] Shvarts E.A., Starikov I.V., Kharlamov V.S. *Novyy vzglyad: predlozheniya v projekt strategii Razvitiya lesnogo kompleksa* [A New Look: Proposals for the Draft Strategy for the Development of the Forest Complex]. *Ustoychivoe lesopol'zovanie* [Sustainable Forest Management], 2020, no. 4 (63), pp. 2–25. DOI 10.47364/2308-541X_2020_63_4_2
- [6] Morkovina S.S., Ivanova A.V., Tretyakov A.G. *Ekonomicheskaya otsenka al'ternativ ispol'zovaniya lesnykh resursov* [Economic Assessment of Alternatives for the Use of Forest Resources]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research in the 21st Century: Theory and Practice], 2023, v. 11, no. 1 (60), pp. 101–116. DOI 10.34220/2308-8877-2023-11-1-101-116
- [7] Gordeev R.V., Pyzhev A.I. *Lesnaya promyshlennost' Rossii v usloviyakh sanktsiy: poteri i novye vozmozhnosti* [Russian forest industry under sanctions: losses and new opportunities]. *Voprosy ekonomiki* [Voprosy ekonomiki], 2023, no. 4, pp. 45–66.
- [8] Kharchenko N.N., Moiseeva E.V., Prochorova N.L. Ecosystem Functions of Forest Park Green Belts of Urban Agglomerations as a Factor Improving the Quality of Living Standards in Conditions of Sparsely Wooded Regions. *Proceedings of the International Symposium «Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research» (ISEES 2018): International Symposium on Engineering and Earth Sciences*, Grozny, 11–16 November 2018. Grozny: Atlantis Press, 2018, pp. 20–25. DOI 10.2991/isees-18.2018.5

- [9] Kharchenko N.N., Morkovina S.S., Kapitonov D.Y., Lisova O.S. Forest ecosystem services in the system of sustainable forest use of sparsely forested regions of Russia. *J. of Engineering and Applied Sciences*, 2018, v. 13, no. 10, pp. 3567–3572. DOI 10.3923/jeasci.2018.3567.3572
- [10] Kurichev N.K., Ptichnikov A.V., Shvarts E.A., Krenke A.N. *Prirodno-klimaticheskie proekty v Rossii: klyucheveye problemy i usloviya uspekha* [Natural and climate projects in Russia: key problems and conditions for success]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical series], 2023, v. 87, no. 4, pp. 619–636.
- [11] Zheldak V.I., Lipkina T.V., Kulagin A.A. *Metodicheskie voprosy usileniya klimatoreguliruyushchey roli lesov lesovodstvennymi merami* [Methodological issues of enhancing the climate-regulating role of forests by forestry measures]. *Izvestiya OGAU*, 2013, no. 3 (41), pp. 232–235.
- [12] Voytov I.V., Shatravko V.G., Yurevich N.N. *Ekologoorientirovannoe razvitie lesnogo khozyaystva Belarusi v usloviyakh klimaticheskikh izmeneniy* [Ecologically oriented development of forestry in Belarus in the context of climate change]. Minsk: Belarusian State Technological University, 2019, 201 p.
- [13] Semenov M.A. *Rol' lesnykh biotekhnologiy v reshenii sovremennykh problem lesnogo khozyaystva* [The role of forest biotechnologies in solving modern forestry problems]. *Sbornik tezisov dokladov Nauchno-prakticheskoy konferentsii uchenykh Rossii i Khorvatii* [Collection of abstracts of reports of the Scientific and Practical Conference of Scientists from Russia and Croatia]. Moscow: MISIS, 2019, pp. 128–129.
- [14] Tarakanov A.M., Surina E.A., Sen'kov A.O. *Lesokhozyaystvennye meropriyatiya po adaptatsii rastitel'nosti k izmeneniyu klimata* [Forestry measures to adapt vegetation to climate change]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2017, no. 47, pp. 67–71.
- [15] Ptichnikov A.V., Shvarts E.A., Popova G.A., Baybar A.S. *Strategiya nizkouglerodnogo razvitiya Rossii i rol' lesov v ee realizatsii* [Low-carbon development strategy of Russia and the role of forests in its implementation]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2023, v. 93, no. 1, pp. 36–49. DOI 10.31857/S0869587323010073
- [16] Morkovina S.S., Sheshnitsan S.S., Panyavina E.A. Opportunities and Prospects for the Implementation of Reforestation Climate Projects in the Forest Steppe: An Economic Assessment. *Forests*, 2023, v. 14, no. 8, p. 1611. DOI 10.3390/f14081611
- [17] Ivanova A.V., Rafailov M.K., Sibiryatkina A.V., Matveev S.M. Project management in the forestry complex of Russia. *Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020: Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA)*, Milan, 25–26 April 2018 года. Milan: International Business Information Management Association, 2018, pp. 3771–3777.
- [18] Choi S.D., Chang Y.S., Park B.K. Increase in carbon emissions from forest fires after intensive reforestation and forest management programs. *The Science of the Total Environment*, 2006, v. 372, no. 1, pp. 225–235. DOI 10.1016/j.scitotenv.2006.09.024
- [19] Morkovina S., Drapalyuk M., Sibiryatkina I., Torzhkov I. Priorities of diversification in forest complex. *Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 – Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth*, Madrid, 08–09 November 2017. Madrid, 2017, pp. 2856–2862.
- [20] Azarenok V.A., Koltunova A.I., Usol'tsev V.A. *Prikhodnaya chast' uglerodnogo balansa pri raznykh sposobakh rubok v lesakh Urala s tochki zreniya ekosistemnogo lesovodstva* [Income part of the carbon balance for different logging methods in the Ural forests from the point of view of ecosystem forestry]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2015, no. 9 (139), pp. 52–56.
- [21] Chendev Yu., Gennadiev A., Sauer T. Forests advancements to grasslands and their influence on soil formation: Forest Steppe of the Central Russian Upland. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International scientific and practical conference «Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions» (Forestry–2019)*, Voronezh, 23–24 October 2019, v. 392. Voronezh: IOP Publishing Ltd, 2019, p. 012003. DOI 10.1088/1755-1315/392/1/012003
- [22] Vetrov L.S., Chernov M.V., Vyrodova S.A. *Otsenka lesnogo planirovaniya regional'nogo urovnya i predlozheniya po ego sovershenstvovaniyu* [Assessment of regional forest planning and proposals for its improvement]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute], 2022, no. 3, pp. 69–81. DOI 10.21178/2079-6080.2022.3.69
- [23] Filipchuk A.N., Malysheva N.V., Moiseev B.N., Strakhov V.V. *Analiticheskiy obzor metodik ucheta vybrosov i pogloshcheniya lesami parnikovykh gazov iz atmosfery* [Analytical review of methods for accounting for emissions and absorption of greenhouse gases from the atmosphere by forests]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2016, no. 3, pp. 36–85.
- [24] Natsional'nyy kadastr antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorptsii poglotitelyami parnikovykh gazov, ne reguliruemyykh Monreal'skim protokolom za 1990–2021 gg. [National inventory of anthropogenic emissions from sources and removals by sinks of greenhouse gases not regulated by the Montreal Protocol for 1990 – 2021]. Moscow: Rosgidromet, 2023, 479 p.
- [25] Zamolodchikov D.G., Grabovskiy V.I., Korovin G.N. *Byudzhnet ugleroda upravlyaemykh lesov Rossiyskoy Federatsii v 1990–2050 gg.: retrospektivnaya otsenka i prognoz* [Carbon budget of managed forests of the Russian Federation in 1990–2050: retrospective assessment and forecast]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and hydrology], 2013, no. 10, pp. 73–92.
- [26] Filipchuk A.N., Moiseev B.N., Malysheva N.V. *Novye aspekty otsenki pogloshcheniya parnikovykh gazov lesami Rossii v kontekste Parizhskogo soglasheniya ob izmenenii klimata* [New aspects of assessing greenhouse gas absorption by Russian forests in the context of the Paris Agreement on climate change]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2017, no. 1, pp. 88–98.
- [27] Kurbatova A.I. *Analiticheskiy obzor po sovremennym issledovaniyam izmeneniy bioticheskikh sostavlyayushchikh uglerodnogo tsikla* [Analytical review of modern studies of changes in biotic components of the carbon cycle]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and Life Safety], 2020, v. 28, no. 4, pp. 428–438. DOI 10.22363/2313-2310-2020-28-4-428-438

- [28] Panyavina E.A. *Sozdanie lesnykh ugleodnykh (karbonovykh) poligonov: ekonomicheskaya sostavlyayushchaya* [Creation of forest carbon (carbon) polygons: economic component]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika [Current areas of scientific research in the 21st century: theory and practice], 2021, v. 9, no. 1(52), pp. 26–34. DOI 10.34220/2308-8877-2021-9-1-26-34
- [29] Rosstat — *Tseny, inflyatsiya* [Rosstat — Prices, inflation]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/price> (accessed 05.03.2024).
- [30] *Ministerstvo Ekonomicheskogo razvitiya RF. Prognoz sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na 2023 god i na planovyy period 2024 i 2025 godov* [Ministry of Economic Development of the Russian Federation. Forecast of socio-economic development of the Russian Federation for 2023 and for the planning period of 2024 and 2025]. Available at: [prognoz_socialno_ekonom_razvitiya_rf_2023-2025.pdf](https://economy.gov.ru/prognoz_socialno_ekonom_razvitiya_rf_2023-2025.pdf) (economy.gov.ru) (accessed 03.03.2024).
- [31] *Prikaz Rosleskhoza ot 29.06.2020 № 607 (red. ot 30.12.2020) «Ob utverzhdenii normativov zatrat na okazanie gosudarstvennykh rabot (uslug) po okhrane, zashchite, vosproizvodstvu lesov, lesorazvedeniyu i lesoustroystvu i o priznanii utrativshim silu prikaza Federal'nogo agentstva lesnogo khozyaystva ot 19 iyunya 2019 g. № 762»* [Order of the Federal Forestry Agency of June 29, 2020 no. 607 (as amended on December 30, 2020) «On approval of cost standards for the provision of public works (services) for the protection, conservation, reproduction of forests, afforestation and forest management and on recognizing as invalid the order of the Federal Forestry Agency of June 19, 2019 no. 762»]. Available at: <https://base.garant.ru/74947552/> (accessed 18.03.2024).
- [32] Zamolodchikov D.G., Grabovskiy V.I., Chestnykh O.V. *Dinamika balansa ugleroda v lesakh federal'nykh okrugov Rossiyskoy Federatsii* [Dynamics of the carbon balance in the forests of the federal districts of the Russian Federation]. *Voprosy lesnoy nauki* [Issues of forest science], 2018, v. 1, no. 1, pp. 1–24. DOI 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-24
- [33] Zamolodchikov D.G. *Otsenka pula ugleroda krupnykh drevesnykh ostatkov v lesakh Rossii s uchetom vliyaniya pozharov i rubok* [Assessment of the carbon pool of large woody debris in Russian forests taking into account the impact of fires and logging]. *Lesovedenie*, 2009, no. 4, pp. 3–15.
- [34] Slavsky V.A., Litovchenko D.A., Matveev S.M. *Assessment of Biological and Environmental Factors Influence on Fire Hazard in Pine Forests: A Case Study in Central Forest-Steppe of the East European Plain*. *Land*, 2023, v. 12, no. 1, p. 103. DOI 10.3390/land12010103
- [35] *Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 15.06.2022 № 382 «O merakh po sokrashcheniyu ploshchadi lesnykh pozharov v Rossiyskoy Federatsii»* [Decree of the President of the Russian Federation of 15.06.2022 no. 382 «On measures to reduce the area of forest fires in the Russian Federation»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_419392/ (accessed 10.10.2023).
- [36] *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 13.08.2022 № 1409 «Ob utverzhdenii metodiki rascheta tselevykh pokazateley ezhegodnogo sokrashcheniya ploshchadi lesnykh pozharov na zemlyakh lesnogo fonda dlya sub'ektov Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda»* [Resolution of the Government of the Russian Federation of 13.08.2022 no. 1409 «On approval of the methodology for calculating target indicators for the annual reduction in the area of forest fires on forest fund lands for the constituent entities of the Russian Federation for the period up to 2030»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_424446/ (accessed 07.03.2024).
- [37] Mukhin A.S., Filatov E.N. *Otsenka kachestva i effektivnosti provedeniya meropriyatiy po okhrane, zashchite i vosproizvodstvu, ispol'zovaniya lesov nazemnymi sposobami na primere lesnichestv Irkutskoy oblasti* [Assessment of the quality and effectiveness of measures to protect, preserve and restore, use forests by land methods on the example of forestry enterprises of the Irkutsk region]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of modern studies], 2018, no. 11.7 (26), pp. 350–357.

The work was performed within the framework of the state assignment: FZUR-2024-0001 No. 124020100131-5

Authors' information

Morkovina Svetlana Sergeevna — Dr. Sci. (Economy), Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, tc-sveta@mail.ru

Kharchenko Nikolay Nikolaevich — Dr. Sci. (Biology), Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, forest.vrn@gmail.com

Sheshnitsan Sergey Sergeevich — Cand. Sci. (Economy), Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, sheshnitsan@gmail.com

Panyavina Ekaterina Anatol'evna — Cand. Sci. (Economy), Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, panyavina-e-a@mail.ru

Ivanova Anna Vladimirovna — Cand. Sci. (Economy), Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, anna_iv_1989@mail.ru

Vodolazhskiy Aleksey Nikolaevich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, vod.a@list.ru

Received 27.03.2024.

Approved after review 10.06.2024.

Accepted for publication 22.08.2024.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest