

Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.3/9>

УДК 630* + 336.226.64 + 504.064.36 + 339.564



Углеродный налог на экспорт лесоматериалов и пиломатериалов как мера национальной промышленной и климатической политики

Роман В. Гордеев¹✉, rungord@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2769-3914>

Антон И. Пыжев¹, ryanist@ya.ru <https://orcid.org/0000-0001-7909-3227>

¹Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, проспект Академика Лаврентьева 17, г. Новосибирск, 630090, Российская Федерация

Леса России играют ключевую роль в регулировании глобальной климатической системы, однако экономический потенциал этого природоресурсного актива еще не раскрыт. В работе предложен механизм установления углеродного налога на экспорт лесоматериалов и пиломатериалов, который преследует одновременно цели создания источника финансирования климатических инициатив и создания стимулов глубокой переработки древесины отечественной лесной промышленностью. Разработан подход к оценке углеродного баланса регионов России на основе статистики внешней торговли продукцией из древесины за 2016—2021 гг. и данных о транспортировке этой продукции. Полученные результаты свидетельствуют о ведущей роли регионов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Запада России в экспорте малообработанной древесины. При цене углеродной единицы на уровне в 1000 руб. за 1 тонну CO₂, и объемах внешней торговли древесиной на уровне 2021 г. мы оцениваем потенциальные платежи за общие выбросы от экспорта необработанных лесоматериалов и пиломатериалов в сумму, эквивалентную 65,7 млрд руб. Треть этого объема приходится на Иркутскую область, Красноярский и Хабаровский края. Вырученные средства могли бы быть использованы в целях создания фонда финансирования лесоклиматических проектов в России. Предложенная мера государственного регулирования внешней торговли продукцией из древесины может рассматриваться как альтернатива существующим таможенным пошлинам на вывоз круглого леса, поскольку она соответствует политике в области стимулирования производств с высокой добавленной стоимостью и, кроме того, способствует достижению национальных климатических целей.

Ключевые слова: лесная промышленность, лесоклиматические проекты, углеродный баланс, углеродный налог, платежи за выбросы, Азиатская Россия, пиломатериалы

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект 5.6.3.2. (0260-2021-0005) «Движущие силы и механизмы развития кооперационных и интеграционных процессов в экономике Сибири», № 121040100279-5.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гордеев, Р. В. Углеродный налог на экспорт лесоматериалов и пиломатериалов как мера национальной промышленной и климатической политики / Р. В. Гордеев, А. И. Пыжев // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15. – № 3 (59). – С. 133–147. – Библиогр.: с. 141–146 (53 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.3/9>

Поступила 01.04.2025. Пересмотрена 03.09.2025. Принята 15.09.2025. Опубликована онлайн 25.09.2025.

Carbon tax on roundwood and sawn wood exports as a measure of national industrial and climate policy

Roman V. Gordeev¹✉, rumgord@ya.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-2769-3914>

Anton I. Pyzhev¹, pyanist@ya.ru  <https://orcid.org/0000-0001-7909-3227>

¹*Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 17 Academician Lavrentyev Avenue, Novosibirsk 630090, Russian Federation*

Abstract

Russia's forests play a crucial role in regulating the global climate system, but the economic potential of this natural resource has yet to be explored. We propose a mechanism for regulating foreign trade by implementing a carbon tax on the export of roundwood and sawn wood that would serve both the goals of creating a funding source for climate mitigation initiatives in forestry and incentivizing deep wood processing. Our approach utilizes statistics on foreign trade in wood products from 2016 to 2021, along with data on the transportation of these commodities, to assess the carbon balance of Russian regions. The findings indicate that the regions of Siberia, the Far East, and North-West of Russia play a predominant role in the export of low-processed wood. Applying a carbon unit price of 1,000 rubles per ton of CO₂ and trade volumes at the 2021 level, we estimate potential payments for total emissions from the export of roundwood and sawn wood at 65.7 billion rubles. The Irkutsk Oblast, Krasnoyarsk Krai and Khabarovsk Krai account for one third of this volume. The collected duties could be allocated to the development of initiatives focused on reforestation, afforestation and climate change mitigation in the Russian Federation. The proposed measure of state regulation of foreign trade in wood products can be regarded as a potential alternative to the existing customs duties on roundwood exports. It is consistent with the policy of stimulating high-value-added industries and, moreover, contributes to the achievement of national climate goals.

Keywords: *timber industry, climate projects in forestry, carbon balance, carbon tax, emission payments, Asian Russia, sawn wood*

Funding: the article was prepared under the R&D plan of the Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS, project "Driving forces and mechanisms of development of cooperation and integration processes in the Siberian economy", No. 121040100279-5.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Gordeev R. V., Pyzhev A. I. (2025). Carbon tax on roundwood and sawn wood exports as a measure of national industrial and climate policy. *Forestry Engineering journal*, Vol. 15, No. 3 (59), pp. 133-147 (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.3/9>

Received 01.04.2025. **Revised** 03.09.2025. **Accepted** 15.09.2025. **Published online** 25.09.2025.

Введение

В литературе последних лет фокус исследований проблем лесов России сместился в сторону двух направлений. Первое развивается в связи с климатическими изменениями, необходимостью адаптации к ним и формированию отечественной климатической и низкоуглеродной политики. Большая роль российских лесов в регулировании климатической

системы Земли может стать одним из важных природоресурсных активов нашей страны уже в ближайшие годы или десятилетия [1–3]. В связи с этим активно развивается научно-методическая основа оценки запасов углерода в лесах России на национальном и региональном уровнях [4–7].

Другое направление связано с решением проблем экономики традиционных, древесных, полез-

ностей лесов. Среди них низкий уровень добавленной стоимости в конечной продукции, нелегальные рубки, неэффективность лесовосстановления, вывоз круглого леса за рубеж, нехватка отечественной техники и прочие [8–11].

Настоящая работа продолжает цикл исследований оценки объемов эмиссии и накопления углерода в России, происходящих в результате внешней торговли лесной продукцией [12; 13]. Опираясь на полученные ранее результаты, мы предлагаем механизм углеродного регулирования внешней торговли, который потенциально может позитивно повлиять на достижение национальных целей по низкоуглеродному развитию и решение задач промышленной политики в лесном комплексе.

Механизмы климатического регулирования, как правило, сводятся к установлению углеродных налогов в сочетании со внедрением систем торговли квотами на выбросы парниковых газов [14–17]. Собранные таким образом средства должны предназначаться для реализации климатических инициатив, в частности проектов по увеличению нетто-поглощения парниковых газов наземными экосистемами.

Среди положительных сторон введения углеродного налога называют возможность использования уже отлаженной налоговой системы, контроль экспортоориентированных отраслей с повышенным уровнем выбросов, создание стимулов перехода к низкоуглеродным технологиям. К отрицательным сторонам относят сложности при выборе уровня налоговой ставки и создание нерыночных преимуществ для отдельных производителей [18; 19].

В основном идея внедрения углеродного налога обсуждается в отношении секторов, вносящих наибольший вклад в атмосферные выбросы углерода. К таким относят добычу полезных ископаемых и обрабатывающие производства, в ходе которых происходит горение ископаемого топлива [20; 21]. Лесная промышленность редко обсуждается в этом контексте, поскольку она не является крупным эмитентом парниковых газов [22]. Однако можно утверждать, что вырубка лесов снижает потенциальный объем поглощения углерода на территории страны, а экспорт изделий из древесины фактически

является потерями запасов углерода, которые могли сохраниться в древостое или быть потреблены как заготовленные лесоматериалы (ЗЛМ) внутри страны.

В зарубежной литературе исследования возможностей введения углеродного налога в лесной промышленности также встречаются нечасто. Talberth и Carlson [23] на примере США предложили специальный сбор как дополнительный платеж к налогам на объем заготовки, существующий во многих штатах. Углеродным налогом планируется облагать выбросы, возникающие при заготовке древесины и обезлесении, без учета выбросов при транспортировке и переработке древесины. Полученные средства могут быть направлены специальный фонд для компенсации экстерналий из-за заготовки древесины и интенсификации перехода к умным климатическим технологиям в области лесного хозяйства.

Chen и др. [24] исследовали последствия введения углеродного налога на импорт заготовленных лесоматериалов в Тайване. Анализ временных рядов с помощью эконометрической модели ARDL (англ. Autoregressive Distributed Lag) показал, что спрос на импортную древесину ожидаемо отрицательно коррелирован с её ценой, но положительно — с реальным ВВП. В случае введения углеродного налога спрос на импорт бревен, пиломатериалов и целлюлозы сокращается сильнее, чем спрос на другие изделия из древесины. Индуцированный налогами рост цен на импортную продукцию приводит к необходимости удовлетворения внутреннего спроса за счет стимулирования отечественного производства, что может увеличить запасы углерода Тайваня на 10–15%.

В работе [25] на примере лесной промышленности Китая показано, что при слишком высокой цене на углерод на уровне 57,9 долл. за тонну выбросов углеродный налог будет оказывать «тормозящее» воздействие на экономику, и объем производства продукции из древесины будет снижаться. По этой причине поиск оптимальной границы диапазона цен на углерод для проведения низкоуглеродной политики и достижения климатических целей без ущерба производству является сложной и пока не решенной задачей.

В отечественной литературе тема внедрения механизмов углеродного регулирования в лесной промышленности пока не получила развития. Настоящая работа преследует цель внести вклад в разработку методов решения данного вопроса, решив следующие задачи:

1) разработать подход к оценке углеродного баланса регионов России, позволяющий в дальнейшем использовать его как основу для имплементации механизма углеродного регулирования внешней торговли;

2) дать оценку потенциального объема платежей в бюджет в случае введения дополнительного углеродного налога на экспорт необработанных лесоматериалов и пиломатериалов.

Материалы и методы

Объект и предмет исследования

Объектом исследования выступают регионы России, предметом являются выбросы углерода в результате экспорта субъектами РФ древесной продукции низкой степени обработки.

В данной работе мы анализируем данные о внешней торговле двумя группами товаров:

1) лесоматериалы: коды 4401—4403 Таможенной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД) Евразийского экономического союза (ЕАЭС);

2) пиломатериалы: код 4407 ТН ВЭД ЕАЭС.

Мы рассматриваем экспорт лесоматериалов и пиломатериалов как фактические потери запасов углерода для страны, а импорт — как накопление. Такой подход частично соответствует подходу атмосферного потока (англ. Atmospheric Flow Approach, AFA), описанному в рекомендациях МГЭИК по формированию национальных кадастров парниковых газов [26]. Проведенные ранее исследования показали, что именно подход атмосферного потока в большей степени отвечает интересам России с точки зрения оценки собственных запасов углерода [12; 27; 28].

Однако AFA подразумевает описанную выше методику учета только для сырьевых товаров (лесоматериалы), но не для пиломатериалов. При этом известно, что пиломатериалы зачастую выступают «товарами прикрытия» для вывоза за рубеж мини-

мально обработанной древесины. Поэтому для целей данного исследования мы считаем рациональным использовать единый подход для обеих категорий товаров.

С 2022 г. принят ряд мер, направленных на борьбу с бесконтрольным экспортом круглого леса. В частности, введены новые коды ТН ВЭД, позволяющие разграничить вывозимые лесоматериалы по глубине переработки и уровню влажности. Это позволило ввести различные ставки таможенных пошлин для товаров, принципиально отличающихся по уровню переработки. Например, для пиломатериалов влажностью более 22% толщиной не менее 100 мм и шириной не менее 100 мм установлена ставка пошлины в размере 200 евро за 1 куб. м, в то время как для аналогичных товаров с влажностью менее 22% ставка оставалась нулевой. Кроме того, вывоз лесоматериалов (4403 ТН ВЭД) хвойных и ценных пород, с 2022 г. ограничен лишь двумя железнодорожными пунктами в Республике Карелия (Люття) и Приморском крае (Хасан). Указанные меры были введены сроком на 1 год и до настоящего момента ежегодно продлялись. Очередной срок истекает в конце 2025 г.

Сбор данных

Источником данных о внешней торговле является Федеральная таможенная служба России (ФТС). С 2022 г. данные в разрезе регионов не публикуются в открытом доступе, поэтому ряд наблюдений ограничен 2021 г.

Разграничить лесоматериалы по уровню влажности для данных до 2022 г. затруднительно, поскольку ранее соответствующие коды ТН ВЭД не существовали. Поэтому в своих оценках мы рассматриваем гипотетический сценарий, при котором повышенные ставки не будут продлены, а объемы экспорта лесопроductии за рубеж сохранятся приблизительно в том же объеме, что и до 2022 г.

Мы используем конверсионные коэффициенты для перевода объемно-весовых характеристик древесной продукции в углерод, приведенные в последнем руководстве МГЭИК [26]. Они учитывают различное содержание углерода в лиственных (0,280 т С / куб. м) и хвойных (0,225 т С / куб. м) лесоматериалах. Более детальные различия в породном составе с учетом региональных особенностей не были

учтены. Признавая эти ограничения, отметим, что целью исследования является не получение максимально точных оценок углеродного следа внешней торговли, а демонстрация подхода к таможенному регулированию на основе таких оценок. Коррекция полученных результатов может стать предметом будущих работ.

Подробное описание методики оценки эмиссии углерода в результате транспортировки товаров опубликовано нами ранее в работе [12]. Для перевозок по железной дороге мы используем оценку в 10 граммов CO₂ на тонно-километр пути [29; 30], а для транспортировки морем — 10,7 граммов CO₂ на тонно-милю [31].

Анализ данных

Выбросы углерода в результате транспортировки (ET) рассчитаны по следующей формуле:

$$ET = D_{ж/д} \times E_{ж/д} + D_{море} \times E_{море}, \quad (1)$$

где $D_{ж/д}$ и $D_{море}$ — расстояния от экспортера до импортера товара по железной дороге или морю в км, а $E_{ж/д}$ и $E_{море}$ — удельные объемы выбросов углерода, Мт CO₂ / км.

Тогда углеродный баланс (CB) за год для региона с учетом выбросов при транспортировке равен:

$$CB = \sum_{p=1}^n \left(EX_p \times cf_p \times \frac{44}{12} + ET_{EX_p} \right) - \sum_{p=1}^n \left(IM_p \times cf_p \times \frac{44}{12} + ET_{IM_p} \right), \quad (2)$$

где EX_p и IM_p — объемы экспорта и импорта товара p в куб. м;

cf_p — конверсионный коэффициент для товара p , Мт С / куб. м;

ET_{EX_p} и ET_{IM_p} — эмиссия углерода при транспортировке товара p в результате экспорта и импорта, рассчитанная по формуле (1), Мт CO₂.

Все расчеты выполнены в программной среде RStudio на языке программирования R. Расстояния между контрагентами рассчитаны с помощью пакетов *osrm* [32], *stplanr* [33], *mapview* [34]. Визуализация полученных результатов реализована с помощью пакета *ggplot2* [35].

Результаты

Используя формулы (1)–(2), мы получили оценки углеродного баланса внешней торговли для регионов России по доступным данным за 2016–2021 гг.

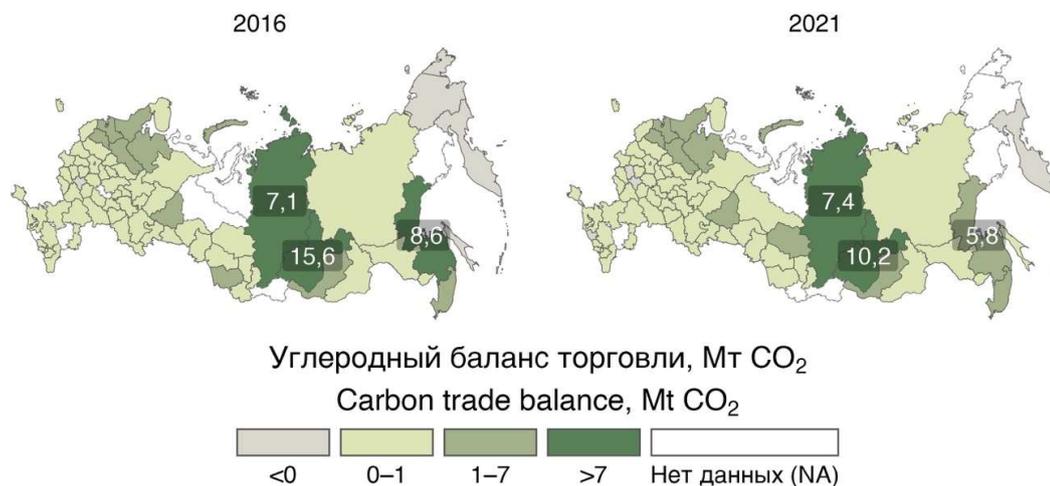


Рисунок 1. Динамика углеродного баланса в регионах России 2016—2021 гг., Мт CO₂.

Figure 2. Changes in the carbon balance in Russ. regions between 2016 and 2021, Mt CO₂

Источник: составлено авторами

Source: authors' calculation and visualization

Видно, что распределение объемов эмиссии углерода в высокой степени устойчиво и слабо изменяется во времени. География распределения значений углеродного баланса соответствует регионам присутствия крупнейших лесопромышленных предприятий, сосредоточенных на Северо-Западе России, в Сибири и на Дальнем Востоке. Однако северо-западные регионы с развитой целлюлозно-бумажной промышленностью все же уступают регионам Азиатской части России с точки зрения объемов экспорта круглого леса и пиломатериалов. Безусловными лидерами экспорта в углеродном выражении являются Иркутская область, Красноярский и Хабаровский края. Вместе с тем наблюдается тенденция сокращения эмиссии со временем, что объясняется постепенным снижением вывоза круглого леса.

Отметим, что структура внешней торговли по сравнению с 2016 г. менялась неравномерно. В регионах Северо-Запада в 2021 г. наблюдается существенное увеличение объемов экспортируемых лесоматериалов за счет дополнительного спроса со стороны торговых партнеров на фоне новостей о принятии закона о запрете вывоза необработанной древесины. Вместе с тем в регионах Азиатской части России и доля лесоматериалов, и общие объемы их продаж за рубеж в натуральном выражении значительно сокращались.

Полученные нами оценки эмиссии углерода могут быть представлены в денежном выражении для дальнейшей разработки механизма углеродного регулирования. Недостаток стимулирования отечественных компаний к производству товаров с более высокой добавленной стоимостью может быть восполнен за счет введения таможенных пошлин на соответствующую продукцию из древесины, в частности лесоматериалов и минимально обработанных пиломатериалов [13; 36]. Экспорт необработанной древесины может быть интерпретирован как потери национальных запасов углерода, которые могли быть сохранены в лесах или лесопромышленной продукции, потребленной на территории страны. Поэтому оптимальный уровень таможенной пошлины может быть рассчитан через оценку объема углерода в лесоматериалах и пиломатериалах с добавлением выбросов при транспортировке этих товаров.

Установление цены на углерод требует поиска баланса между величиной посылки для производителя издержек и необходимостью достаточного объема сборов для дальнейшего финансирования климатических проектов [22; 37–39]. Так, цена углеродных квот в Системе торговли квотами на выбросы в ЕС (European Union's Greenhouse Gas Emissions Trading System, EU-ETS) в последние пять лет была крайне волатильна. С 2011 по 2017 гг. цена оставалась стабильно ниже 10 евро за 1 т CO₂. Однако в июле 2019 г. они выросли втрое до 30 евро и постепенно достигли 96 евро в феврале 2022 г. [40]. Спустя год, в марте 2023 г. был установлен новый ценовой рекорд – она поднялась выше 106 евро, после чего цены постепенно снижались и составляют на март 2025 г. 73 евро за 1 т CO₂ [41].

В России углеродные единицы торгуются на Национальной товарной бирже, входящей в группу Московской биржи. Первые торги на символическую сумму в 20 углеродных единиц состоялись 26 сентября 2022 г., цена продажи составила 1000 рублей за единицу [42]. Год спустя в ходе первого крупного аукциона ПАО «СИБУР Холдинг» продала 2735 углеродных единиц по цене 700 рублей за т CO₂ [43].

Используя условную цену в 1000 руб. за тонну CO₂, при объемах экспорта на уровне 2021 г. мы оцениваем платежи за общие выбросы от экспорта круглого леса и пиломатериалов в размере 65,7 млрд руб. Это составляет 2,2 % общей выручки и 14,2 % чистой прибыли всех российских лесозаготовительных компаний по данным за 2021 г. [44], что является внушительной, но не запретительно высокой величиной. При этом на круглый лес и пиломатериалы приходится примерно одинаковые объемы платежей: 33,3 и 32,3 млрд руб., соответственно.

В пространственном разрезе объемы платежей распределены неравномерно. По состоянию на 2021 г. четыре региона являются нетто-импортерами древесного сырья, ещё по семи данные о внешней торговле отсутствуют. Поэтому предметом для рассмотрения возможности введения пошлин являются 74 субъекта РФ. Десять регионов с наибольшим размером платежей формируют 75% общего объема потенциальной суммы налогов (рисунок 2).

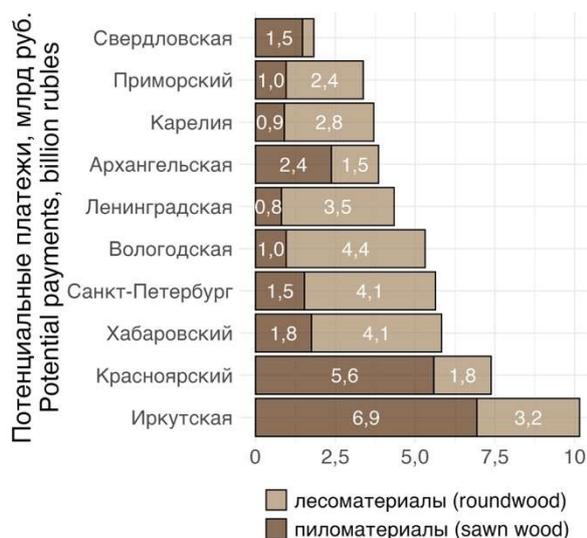


Рисунок 2. Регионы-лидеры по объему потенциальных углеродных платежей, млрд руб.

Figure 2. Leading regions in terms of potential carbon payments, billion rubles

Источник: составлено авторами

Source: authors' calculation and visualization

Ожидаемо лидирующие позиции занимают регионы Сибири и Дальнего Востока: Иркутская область, Красноярский и Хабаровский края. Также в числе десятки лидеров находятся регионы СЗФО. На четвертом месте располагается Санкт-Петербург за счет портовой инфраструктуры и формального отношения части торговых потоков на этот регион.

Представляется, что именно регионы Азиатской части России ввиду традиционно сырьевой ориентации экспорта, могли бы извлечь наибольшую пользу при введении такого платежа. Отметим, что планируемое сокращение экспорта не обязательно должно означать стагнацию отрасли. При развитии отечественного производства товаров с высокой добавленной стоимостью также необходимо значительное количество сырья: например, на каждую тонну бумаги приходится порядка 4 куб. м древесины [13].

Ключевым вопросом является дальнейшее распределение собранных углеродных платежей за экспорт. Мы рассматриваем в качестве одной из основных задач предложенного механизма регулирования торговли вклад в достижение целей национальной климатической политики. Вырученные

средства могли бы накапливаться в специальном фонде, который бы финансировал лесоклиматические проекты в России. К таким проектам можно отнести инициативы в области лесоразведения, лесовосстановления, повышения качества лесопользования, удобрения лесов [45; 46]. Согласно оценкам Центра ответственного природопользования Института географии РАН, окупаемость проектов по добровольному сохранению лесов высокой природоохранной ценности, по защитному лесоразведению, восстановлению осушенных торфяников и некоторых лесопожарных проектов достижима при цене 10 долл. США за 1 тонну выбросов парниковых газов [47], что в целом соответствует цене, принятой нами за ориентир в расчетах. Особое внимание следует обратить на возможность реализации проектов по использованию ЗЛМ и древесных отходов в результате заготовки. Они подразумевают сокращение эмиссии углерода в атмосферу за счет производства биотоплива или замены заготовленными лесоматериалами других строительных материалов, произведенных с сопутствующими выбросами парниковых газов [46].

В мировой практике проекты, связанные с лесами, доминируют в общей структуре климатических проектов, занимая 54% [48]. Однако в отечественном реестре зарегистрированы в основном технологические проекты [Там же]. Исключения достаточно редки и сосредоточены на Дальнем Востоке: Приморском крае, Сахалинской области. В последние годы интерес к лесоклиматическим проектам проявляют и крупные корпорации, заинтересованные в компенсации собственных выбросов для подтверждения приверженности принципам ESG (англ. Environmental, Social and Corporate Governance) и продолжения работы с внешнеторговыми партнерами, планирующими введение трансграничного углеродного регулирования [49; 50]. Тем не менее, потенциал развития лесоклиматических проектов в России пока мало раскрыт, ввиду целого ряда неоднократно озвученных причин: непроработанности нормативной базы, дефицита мощностей производства лесопосадочного материала, высоким квалификационным требованиям к кадрам для реализации

проекта, повышенным природным рискам, которые трудно контролировать [13; 46].

Обсуждение

Мы предложили механизм углеродного регулирования как одно из возможных направлений для достижения национальных климатических целей и целей стимулирования производства товаров с высокой добавленной стоимостью. Результаты демонстрируют, что даже с относительно небольшим бременем для компаний, эта инициатива может создать фонд для будущего развития лесных климатических проектов. Похожий механизм был предложен в работе [51], где было показано, что введение углеродного налога на экспорт в Китае сократит экспорт энергоемких товаров, увеличивая при этом производство и экспорт товаров с высокой добавленной стоимостью и снижая прямую эмиссию углерода от экспорта. Наши результаты также соответствуют исследованиям по лесной промышленности, которые предполагают, что ограничения экспорта могут быть потенциально полезны для отечественной индустрии и помогают достичь целей климатической политики [23; 25; 36; 52; 53].

Следует признать некоторые ограничения полученных результатов. Так, наши оценки основаны на предположении об исходно высоких уровнях экспорта, которые в дальнейшем могут сократиться по причине как непосредственно введения механизма углеродного регулирования, так и других мер политики, направленной на повышение уровня добавленной стоимости внутри страны.

По причинам недоступности актуальных данных мы опирались на данные о внешней торговле до 2022 г. Очевидно, что в настоящее время география торговли лесопромышленной продукцией существенно изменилась. Однако ее структура в целом остается достаточно стабильной в краткосрочном периоде: малообработанные лесоматериалы и пиломатериалы будут и в дальнейшем пользоваться спросом на мировом рынке, что создает риски экономически необоснованного роста рубок в регионах Азиатской части России.

По вышеуказанным причинам полученная нами оценка в целом может восприниматься как верхний потенциальный предел. Кроме того, стимулирование производства товаров высоких переделов

в будущем также изменит структуру и объемы эмиссии углерода, возникающей в ходе деятельности лесопромышленных компаний внутри страны. В данной работе мы рассматриваем лишь внешнеторговую деятельность, однако перед рассмотрением возможностей введения предложенной политики резервуары углерода, возникающие в результате производства и потребления продукции из древесины внутри страны, также должны быть оценены для регионов России. Это может стать направлением дальнейших исследований.

Заключение

Большие лесные площади, спрос со стороны азиатских рынков и по-прежнему низкая себестоимость лесозаготовки создают сравнительные преимущества отечественным производителям в торговле малообработанной лесопромышленной продукцией. Сохранение перечисленных факторов ведет к тому, что национальные лесные богатства используются неэффективно, становясь предметом дешевого сырьевого экспорта. При этом зачастую Россия вынуждена импортировать товары с высокой добавленной стоимостью, произведенные из российского же леса. Новые таможенные пошлины, введенные с 2022 г., призваны внести вклад в решение этой проблемы. Тем не менее вопрос о продлении этих пошлин остается актуальным.

Предложенная нами мера по введению платежей за эмиссию при экспорте таких товаров может рассматриваться как альтернатива существующим пошлинам и возможность стимулировать производителей к повышению добавленной стоимости, одновременно внося вклад в достижение национальных климатических целей. При объемах отечественной внешней торговли на уровне 2021 года потенциальный объем платежей может составить 65,7 млрд руб. Ключевая роль в наполнении фонда отводится регионам Сибири, Дальнего Востока и Северо-Запада России как наиболее значимым экспортерам древесного сырья.

Если предлагаемый механизм регулирования торговли будет рассматриваться как часть национальной системы управления выбросами углерода, появится возможность использовать небольшую часть доходов от лесной промышленности для финансирования лесоклиматических проектов. Этот

подход может внести важный вклад в достижение национальных целей по углеродной нейтральности с помощью практических экономических механизмов и создать долгожданные стимулы для увеличения глубины переработки древесины в России.

Список литературы

1. Лукина Н.В. Глобальные вызовы и лесные экосистемы // Вестник Российской академии наук. – 2020. – Т. 90. – № 6. – С. 528—532. – DOI: 10.31857/S0869587320060080. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42995033>
2. Птичников А.В., Шварц Е.А., Попова Г.А., Байбар А.С. Стратегия низкоуглеродного развития России и роль лесов в её реализации // Вестник Российской академии наук. 2023. – Т. 93. – № 1. – С. 36—49. – DOI: 10.31857/S0869587323010073. – URL: <https://elibrary.ru/ENEITI>
3. Перспективы реализации лесоклиматических проектов: потенциал регионов Енисейской Сибири: флагманский аналитический доклад / ред.: Е.А. Ваганов, А.И. Пыжев, М.В. Курбатова. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2023. – 160 с. – URL: <https://www.sfu-kras.ru/files/NOC-doklad.pdf> (дата обращения: 27.03.2025)
4. Russian forest sequesters substantially more carbon than previously reported / D. Schepaschenko, E. Moltchanova, S. Fedorov (et al.) // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. No. 1. Art. no. 12825. –DOI: 10.1038/s41598-021-92152-9
5. Ваганов Е.А., Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю., Пыжев А.И. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений // Экономика региона. – 2021. – Т. 17. – № 4. – С. 1096—1109. – DOI: 10.17059/EKON.REG.2021-4-4. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47490907>
6. Оценка потоков парниковых газов в экосистемах регионов Российской Федерации / В.Н. Коротков, А.А. Романовская, Д.В. Карелин [и др.]; под ред. А.А. Романовской. – М.: Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, 2023. – 345 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=56147005>
7. Сорокина Д.Д., Птичников А.В., Романовская А.А. Сравнительный анализ и оценка методик расчета поглощения парниковых газов лесными экосистемами, применяемых в Российской Федерации // Известия российской академии наук. Серия географическая. 2023. – Т. 87. – № 4. – С. 497—511. – DOI: 10.31857/S2587556623040131. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54378905>
8. Иванцова Е.Д. Механизмы стимулирования инвестиций в лесной сектор экономики: анализ мирового опыта в контексте целесообразности его применения в России // Вестник Пермского университета. Серия: экономика. – 2020. – Т. 15. – № 4. – С. 566—586. – DOI: 10.17516/1997-1370-157-0900. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44461083>
9. Антонова Н.Е. Деревянное домостроение как драйвер спроса на лесопромышленную продукцию на Дальнем Востоке // ЭКО. – 2025. – № 1 (600). – С. 71—88. – DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2025-1-71-88. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80300595>
10. Антонова Н.Е. Исследование эффективности использования лесных ресурсов региона в период экономической нестабильности // Власть и управление на востоке России. – 2024. – № 4 (109). – С. 61—69. – DOI: 10.22394/1818-4049-2024-109-4-61-69. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=79704663>
11. Шишелов М.А., Носков В.А. Оценка ресурсной эффективности лесного комплекса России: методология и практика // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2023. – Т. 21. – № 3. – С. 124—144. – DOI: 10.47711/2076-3182-2023-3-124-144. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=59997085>
12. Gordeev R.V., Pyzhev A.I. Evaluating carbon emissions and removals resulting from Russia's trade in harvested wood products // Forest Policy and Economics. – 2025. – Vol. 172. – Art. no. 103444. – DOI: 10.1016/j.forpol.2025.103444
13. Пыжев А.И., Гордеев Р.В., Зандер Е.В., Пыжева Ю.И. Углеродное регулирование как инструмент государственной политики стимулирования глубокой переработки лесного сырья в России // Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки. –2024. – Т. 17. – №. 6. – С. 1183—1191. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67973211>
14. Горбачева Н.В. Экономическая эффективность климатических проектов: традиционный и темпоральный подходы // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2024. – Т. 28. – № 4. – С. 587—614. – DOI: 10.17323/1813-8691-2024-28-4-587-614. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75183563>

15. Исмагилова О.Д. Ценообразование на углеродные выбросы: мировой опыт // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2023. – Т. 39. – № 4. – С. 470—495. – DOI: 10.21638/spbu05.2023.402. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=59720119>
16. Макаров И.А. Глобальное изменение климата как вызов мировой экономике и экономической науке // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2013. – Т. 17. – № 3. – С. 479—496. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20813399>
17. Порфирьев Б.Н. «Зеленые» тенденции в мировой финансовой системе // Мировая экономика и международные отношения. – 2016. – Т. 60. – № 9. – С. 5—16. – DOI: 10.20542/0131-2227-2016-60-9-5-16. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26637968>
18. Глазырина И.П. Проблемы экологически неравноценного обмена в XXI веке // ЭКО. – 2021. – Т. 51. – № 9. – С. 94—124. – DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-9-94-124. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46527514>
19. Мотосова Е.А., Потравный И.М. Плюсы и минусы введения углеродного налога: зарубежный опыт и позиция России по Киотскому протоколу // ЭКО. – 2014. – № 7 (481). – С. 180—189. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21819993>
20. Hájek M., Zimmermannová J., Helman K., Rozenský L. Analysis of carbon tax efficiency in energy industries of selected EU countries // Energy Policy. – 2019. – Vol. 134. – Art. no. 110955. – DOI: 10.1016/j.enpol.2019.110955
21. Wang Y., Li L., Yin R. A primer on forest carbon policy and economics under the Paris Agreement: Part I // Forest Policy and Economics. – 2021. – Vol. 132. – Art. no. 102595. – DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102595
22. van Kooten G.C. Forest carbon offsets and carbon emissions trading: Problems of contracting : Special section on The economics of carbon sequestration in forestry // Forest Policy and Economics. – 2017. – Vol. 75. – Pp. 83—88. – DOI: 10.1016/j.forpol.2016.12.006
23. Talberth J., Carlson E. Forest carbon tax and reward: regulating greenhouse gas emissions from industrial logging and deforestation in the US // Environment, Development and Sustainability. – 2024. – DOI: 10.1007/s10668-024-04523-7
24. Chen P.-Y., Chen B.-Y., Tsai P.-H., Chen C.-C. Evaluating the impacts of a carbon tax on imported forest products—evidence from Taiwan // Forest Policy and Economics. – 2015. – Vol. 50. – Pp. 45—52. – DOI: 10.1016/j.forpol.2014.07.012
25. Liu J., Wu F. Forest Carbon Sequestration Subsidy and Carbon Tax as Part of China’s Forestry Policies // Forests. – 2017. – Vol. 8. – No. 3. – Art. no. 58. – DOI: 10.3390/f8030058
26. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Intergovernmental Panel on Climate Change. – Switzerland: IPCC, 2019. – URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html> (дата обращения: 05.11.2023)
27. Грабар В.А. Оценка бюджета углерода в изъятых при лесозаготовках биомассе // Лесоведение. 2007. – № 5. – С. 12—21. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9534329>
28. Грабар В.А., Гитарский М.Л. Оценка депонирования атмосферного углерода в лесной продукции // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 4. – С. 23—29. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16515527>
29. Railway Handbook / International Energy Agency, International Union of Railways, 2017. – 120 p. – URL: <https://www.iea.org/reports/railway-handbook-2017>
30. Влияние экологической повестки на международные железнодорожные грузоперевозки / Eurasian Rail Alliance Index, 2020. – 16 с. – URL: https://index1520.com/upload/medialibrary/e9a/OTLK-eco-ru_3.pdf
31. Fourth IMO GHG Study / IMO. London: International Maritime Organization, 2020. – 524 p. – URL: <https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20Executive-Summary.pdf> (дата обращения: 11.03.2025)
32. osrm: Interface Between R and the OpenStreetMap-Based Routing Service OSRM. – 2024. – URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/osrm/> (дата обращения: 05.02.2025).
33. stplanr: Sustainable Transport Planning. – 2024. – URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/stplanr/index.html> (дата обращения: 05.02.2025).
34. mapview: Interactive Viewing of Spatial Data in R. – 2023. – URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/mapview/index.html> (дата обращения: 05.02.2025).
35. ggplot2. – 2024. – URL: <https://ggplot2.tidyverse.org/index.html> (дата обращения: 15.11.2024).
36. van Kooten G.C., Johnston C. Global impacts of Russian log export restrictions and the Canada–U.S. lumber dispute: Modeling trade in logs and lumber // Forest Policy and Economics. – 2014. – Vol. 39. – Pp. 54—66. – DOI: 10.1016/j.forpol.2013.11.003
37. Li L., Zhang D. Forest carbon offset protocols in compliance carbon markets // Forest Policy and Economics. – 2024. – Vol. 165. – Art. no. 103253. – DOI: 10.1016/j.forpol.2024.103253
38. Rossi D.J., Baker J.S., Abt R.C. Quantifying additionality thresholds for forest carbon offsets in Mississippi pine pulpwood markets // Forest Policy and Economics. – 2023. – Vol. 156. Art. no. 103059. – DOI: 10.1016/j.forpol.2023.103059

39. 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. – DOI: 10.31857/S2587556623040040. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54378912>
40. Emission allowances and associated derivatives: final report / ESMA. Paris, France: European Securities and Markets Authority, 2022. – 143 p. – URL: https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma70-445-38_final_report_on_emission_allowances_and_associated_derivatives.pdf (дата обращения: 18.02.2025)
41. European Commission. EU Emissions Trading System (EU ETS) / EU Emissions Trading System, 2025. – URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en (дата обращения: 20.03.2025).
42. Попова И.М., Колмар О.И. Низкоуглеродное развитие России: вызовы и возможности в новых условиях // Вестник международных организаций. – 2023. – Т. 18. – № 4. – С. 62—95. – DOI: 10.17323/1996-7845-2023-04-03. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=64200233>
43. ТАСС. «Сибур» провел первые в РФ крупные биржевые сделки по продаже углеродных единиц // ТАСС, 2023. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/19421289> (дата обращения: 20.03.2025).
44. ForestComplex.ru. Аналитики: в 2021 году российский ЛПК добился рекордной выручки // ForestComplex.ru — Портал о лесозаготовке и деревообработке. 13.12.2022. – URL: <https://forestcomplex.ru/finansy/analitiki-v-2021-godu-rossijskij-lpk-dobilysya-rekordnoj-vyruchki/> (дата обращения: 27.03.2025).
45. Антонова Н.Е., Дзюба Н.А. Лесоклиматические проекты как новый приоритет стратегического развития лесного комплекса региона // Регионалистика. – 2024. – Т. 11. – № 1. – С. 5—23. – DOI: 10.14530/reg.2024.1.5. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65613045>
46. Коротков В.Н. Лесные климатические проекты в России: ограничения и возможности // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2022. – Т. 7. – № 4. – С. 39—46. – DOI: 10.21685/2500-0578-2022-4-3. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50385462>
47. Шварц Е.А., Кокорин А.О., Птичников А.В., Кренке А.Н. Трансграничное углеродное регулирование и леса России: от ожиданий и мифов к реализации интересов // Экономическая политика. – 2022. – Т. 17. – № 5. – С. 54—77. – DOI: 10.18288/1994-5124-2022-5-54-77. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54043543>
48. Львова Н.А. Формирование финансовой модели углеродного регулирования в контексте целей декарбонизации Российской Федерации // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2024. – Т. 40. – № 3. – С. 387—415. – DOI: 10.21638/spbu05.2024.303. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=73239484>
49. Лесные климатические проекты: возможности и проблемы реализации ESG-подхода. Часть 1 / Г.А. Фоменко, А.А. Романовская, М.А. Фоменко [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2022. – № 2. – С. 91—106. – DOI: 10.24412/1728-323X-2022-2-91-106. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48728483>
50. Лесные климатические проекты: возможности и проблемы реализации ESG-подхода. Часть 2 / Г.А. Фоменко, А.А. Романовская, М.А. Фоменко [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2022. – № 3. – DOI: 10.24412/1728-323X-2022-3-65-74. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49327696>
51. Li J.F., Wang X., Zhang Y.X. Is it in China's interest to implement an export carbon tax? // Energy Economics. – 2012. – Vol. 34. – No. 6. – Pp. 2072—2080. – DOI: 10.1016/j.eneco.2012.02.012
52. Lenglet J., Courtonne J.-Y., Caurila S. Material flow analysis of the forest-wood supply chain: A consequential approach for log export policies in France // Journal of Cleaner Production. – 2017. – Vol. 165. – Pp. 1296—1305. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.177
53. Sasaki N. Timber production and carbon emission reductions through improved forest management and substitution of fossil fuels with wood biomass // Resources, Conservation and Recycling. – 2021. – Vol. 173. – Art. no. 105737. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105737

References

1. Lukina N.V. *Global'nye vyzovy i lesnye jekosistemy* [Global challenges and forest ecosystems]. Vestnik Rossijskoj akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences. 2020. 90. 6: 528—532. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0869587320060080. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42995033>
2. Ptichnikov A.V., Shvarts E.A., Popova G.A., Baibar A.S. *Strategija nizkouglerodnogo razvitija Rossii i rol' lesov v ejo realizacii* [Low-carbon development strategy of Russia and the role of forests in its realization]. Vestnik Rossijskoj akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences. 2023. 93. 1: 36—49. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0869587323010073. URL: <https://elibrary.ru/ENEITI>
3. *Perspektivy realizacii lesoklimaticheskikh proektov: potencial regionov Enisejskoj Sibiri: flagmanskij analiticheskij doklad* [Prospects for the realization of forest-climatic projects: the potential of the regions of Yenisei Siberia: flagship analytical report]. E.A. Vaganov, A.I. Pyzhev, M.V. Kurbatova (eds.). Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2023. 160 p. (In Russ.). URL: <https://www.sfu-kras.ru/files/NOC-doklad.pdf>

4. Schepaschenko D., Moltchanova E., Fedorov S. (et al.). *Russian forest sequesters substantially more carbon than previously reported*. Scientific Reports. 2021. 11. 1: 12825. DOI: 10.1038/s41598-021-92152-9
5. Vaganov E.A., Porfiriev B.N., Shirov A.A., Kolpakov A.Yu. *Ocenka vklada rossijskih lesov v snizhenie riskov klimaticeskikh izmenenij* [Assessment of the contribution of Russian forests to climate change mitigation]. *Jekonomika regiona = Economy of Regions*. 2021. 17. 4: 1096—1109. (In Russ.). DOI: 10.17059/EKON.REG.2021-4-4. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47490907>
6. V.N. Korotkov, A.A. Romanovskaya, D.V. Karelin (et al.). *Ocenka potokov parnikovyyh gazov v jekosistemah regionov Rossijskoj Federacii* [Assessment of greenhouse gas fluxes in ecosystems of the Russian Federation regions]. ed. by A.A. Romanovskaya. Moscow: Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology. 2023. 345 p. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=56147005>
7. Sorokina D.D., Ptichnikov A.V., Romanovskaya A.A. *Sravnitel'nyj analiz i ocenka metodik rascheta pogloshhenija parnikovyyh gazov lesnymi jekosistemami, primenjaemyh v Rossijskoj Federacii* [Comparative analysis and assessment of methodologies applied in the Russian Federation for calculating greenhouse gas absorption by forest ecosystems]. *Izvestiya Rossijskoj Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2023. 87. 4: 497—511. (In Russ.). DOI: 10.31857/S2587556623040131. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54378905>
8. Ivantsova E.D. *Mehanizmy stimulirovaniya investicij v lesnoj sektor jekonomiki: analiz mirovogo opyta v kontekste celesoobraznosti ego primeneniya v Rossii* [Investment Encouragement Mechanisms in Forestry Sector: Analysis of Global Experience and its Viability in Russia]. *Vestnik Permskogo universiteta. Serija: jekonomika = Perm University Herald. Economy*. 2020. 15. 4: 566—586. (In Russ.). DOI: 10.17516/1997-1370-157-0900. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44461083>
9. Antonova N.E. *Derevjannoe domostroenie kak drajver sprosa na lesopromyshlennuju produkciju na Dal'nem Vostoke* [Timber House Building as a Driver of Demand for Timber Products in the Far East]. *EKO = ECO*. 2025. 1. 600: 71—88. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2025-1-71-88. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80300595>
10. Antonova N.E. *Issledovanie jeffektivnosti ispol'zovaniya lesnyh resursov regiona v period jekonomicheskoj nestabil'nosti* [Efficiency of Forest Resource Usage in the Region During the Period of Economic Instability]. *Vlast' i upravlenie na vostoce Rossii = Power and Administration in the East of Russia*. 2024. 4. 109: 61—69. (In Russ.). DOI: 10.22394/1818-4049-2024-109-4-61-69. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=79704663>
11. Shishelov M.A., Noskov V.A. *Ocenka resursnoj jeffektivnosti lesnogo kompleksa Rossii: metodologija i praktika* [Assessment of the Resource Efficiency of the Forest Complex of Russia: Methodology and Practice]. *Nauchnye trudy: Institut narodnohozjajstvennogo prognozirovaniya RAN = Scientific works: Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*. 2023. 21. 3: 124—144. (In Russ.). DOI: 10.47711/2076-3182-2023-3-124-144. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=59997085>
12. Gordeev R.V., Pyzhev A.I. *Evaluating carbon emissions and removals resulting from Russia's trade in harvested wood products*. *Forest Policy and Economics*. 2025. 172: 103444. DOI: 10.1016/j.forpol.2025.103444
13. Pyzhev A.I., Gordeev R.V., Zander E.V., Pyzheva Yu.I. *Uglerodnoe regulirovanie kak instrument gosudarstvennoj politiki stimulirovaniya glubokoj pererabotki lesnogo syr'ja v Rossii* [Carbon Regulation as a Tool of Public Policy to Stimulate Deep Processing of Forest Raw Materials in Russia]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Gumanitarnye nauki = Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. 2024. 17. 6: 1183—1191. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67973211>
14. Gorbacheva N.V. *Jekonomicheskaja jeffektivnost' klimaticeskikh projektov: tradicionnyj i temporal'nyj podhody* [Economic Efficiency of Climatic Projects: Conventional and Temporal Approaches] *Jekonomicheskij zhurnal Vysshej shkoly jekonomiki = Higher School of Economics Economic Journal*. 2024. 28. 4: 587—614. (In Russ.). DOI: 10.17323/1813-8691-2024-28-4-587-614. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75183563>
15. Ismagilova O.D. *Cenoobrazovanie na uglerodnye vybrosy: mirovoj opyt* [Carbon Pricing World Wide]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Jekonomika = St. Petersburg University Journal of Economic Studies*. 2023. 39. 4: 470—495. (In Russ.). DOI: 10.21638/spbu05.2023.402. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=59720119>
16. Makarov I.A. *Global'noe izmenenie klimata kak vyzov mirovoj jekonomike i jekonomicheskoj nauke* [Global Climate Change as a Challenge to World Economy and Economic Science]. *Jekonomicheskij zhurnal Vysshej shkoly jekonomiki = Higher School of Economics Economic Journal*. 2013. 17. 3: 479—496. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20813399>
17. Porfir'ev B.N. *«Zelenye» tendencii v mirovoj finansovoj sisteme* [Green Trends in the Global Financial System]. *Mirovaja jekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya = World Economy and International Relations*. 2016. 60. 9: 5—16. (In Russ.). DOI: 10.20542/0131-2227-2016-60-9-5-16. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26637968>
18. Glazyrina I.P. *Problemy jekologicheskogo neravnocennogo obmena v XXI veke* [Problems of Environmentally Unequal Exchange in the 21st Century]. *EKO = ECO*. 2021. 51. 9: 94—124. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-9-94-124. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46527514>

19. Motosova E.A., Potravnyy I.M. *Pljusy i minusy vvedeniya uglerodnogo naloga: zarubezhnyy opyt i pozicija Rossii po Kiotskomu protokolu* [The Pros and Cons of Introducing a Carbon Tax: an Analysis of Foreign Experience]. *EKO = ECO*. 2014. 7. 481: 180—189. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21819993>
20. Hájek M., Zimmermannová J., Helman K., Rozenský L. *Analysis of carbon tax efficiency in energy industries of selected EU countries*. *Energy Policy*. 2019. 134: 110955. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.110955
21. Wang Y., Li L., Yin R. *A primer on forest carbon policy and economics under the Paris Agreement: Part I*. *Forest Policy and Economics*. 2021. 132: 102595. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102595
22. van Kooten G.C. *Forest carbon offsets and carbon emissions trading: Problems of contracting: Special section on the economics of carbon sequestration in forestry*. *Forest Policy and Economics*. 2017. 75: 83—88. DOI: 10.1016/j.forpol.2016.12.006
23. Talberth J., Carlson E. *Forest carbon tax and reward: regulating greenhouse gas emissions from industrial logging and deforestation in the US*. *Environment, Development and Sustainability*. 2024. DOI: 10.1007/s10668-024-04523-7
24. Chen P.-Y., Chen B.-Y., Tsai P.-H., Chen C.-C. *Evaluating the impacts of a carbon tax on imported forest products—evidence from Taiwan*. *Forest Policy and Economics*. 2015. 50: 45—52. DOI: 10.1016/j.forpol.2014.07.012
25. Liu J., Wu F. *Forest Carbon Sequestration Subsidy and Carbon Tax as Part of China's Forestry Policies*. *Forests*. 2017. 8. 3: 58. DOI: 10.3390/f8030058
26. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Intergovernmental Panel on Climate Change*. Switzerland: IPCC, 2019. URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
27. Grabar V.A. *Ocenka bjudzhetna ugleroda v iz'jatoy pri lesozagotovkah biomasse* [Estimation of the carbon budget in the biomass removed during logging]. *Lesovedenie*. 2007. 5: 12—21. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9534329>
28. Grabar V.A., Gitarskii M.L. *Ocenka deponirovaniya atmosfernogo ugleroda v lesnoj produkcii* [Assessment of Atmospheric Carbon Sequestration in Forest Products]. *Meteorologija i gidrologija = Russian Meteorology and Hydrology*. 2008. 4: 23—29. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16515527>
29. *Railway Handbook*. International Energy Agency, International Union of Railways, 2017. 120 p. URL: <https://www.iea.org/reports/railway-handbook-2017>
30. *Vlijanie ekologicheskoj povestki na mezhdunarodnye zhelezodorozhnye gruzoperevozki* [Impact of the environmental agenda on international rail freight transportation]. Eurasian Rail Alliance Index, 2020. 16 p. (In Russ.). URL: https://index1520.com/upload/medialibrary/e9a/OTLK-eco-ru_3.pdf
31. *Fourth IMO GHG Study / IMO*. London: International Maritime Organization, 2020. 524 p. URL: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20Executive-Summary.pdf> (accessed: 11.03.2025)
32. *osrm: Interface Between R and the OpenStreetMap-Based Routing Service OSRM*. 2024. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/osrm/> (accessed: 05.02.2025).
33. *stplanr: Sustainable Transport Planning*. 2024. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/stplanr/index.html> (accessed: 05.02.2025).
34. *mapview: Interactive Viewing of Spatial Data in R*. 2023. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/mapview/index.html> (accessed: 05.02.2025).
35. *ggplot2*. 2024. URL: <https://ggplot2.tidyverse.org/index.html> (accessed: 15.11.2024).
36. van Kooten G.C., Johnston C. *Global impacts of Russian log export restrictions and the Canada–U.S. lumber dispute: Modeling trade in logs and lumber*. *Forest Policy and Economics*. 2014. 39: 54—66. DOI: 10.1016/j.forpol.2013.11.003
37. Li L., Zhang D. *Forest carbon offset protocols in compliance carbon markets*. *Forest Policy and Economics*. 2024. 165: 103253. DOI: 10.1016/j.forpol.2024.103253
38. Rossi D.J., Baker J.S., Abt R.C. *Quantifying additionality thresholds for forest carbon offsets in Mississippi pine pulpwood markets*. *Forest Policy and Economics*. 2023. 156: 103059. DOI: 10.1016/j.forpol.2023.103059
39. Kurichev N.K., Ptichnikov A.V., Shvarts E.A., Krenke A.N. *Prirodno-klimaticheskie proekty v Rossii: ključevye problemy i uslovija uspeha* [Nature-Based Offsets in Russia: Key Challenges and Conditions for Success]. *Izvestiya Rossijskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2023. 87. 4: 619—636. (In Russ.). DOI: 10.31857/S2587556623040040. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54378912>
40. *Emission allowances and associated derivatives: final report / ESMA*. Paris, France: European Securities and Markets Authority, 2022. 143 p. URL: https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma70-445-38_final_report_on_emission_allowances_and_associated_derivatives.pdf (accessed: 18.02.2025)
41. European Commission. *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. 2025. URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en (accessed: 20.03.2025).

42. Popova I.M., Kolmar O.I. *Nizkouglerodnoe razvitie Rossii: vyzovy i vozmozhnosti v novyh usloviyah* [Russia's Low Carbon Development Policy: Opportunities and Constraints in the New Economic and Political Reality]. *Vestnik mezhdunarodnyh organizacij = International Organisations Research Journal*. 2023. 18. 4: 62—95. (In Russ.). DOI: 10.17323/1996-7845-2023-04-03. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=64200233>
43. TASS. *“Sibur” proved pervyye v RF krupnye birzhevyye sdelki po prodazhe uglerodnyh edinits* [“Sibur” conducted the first major exchange transactions in the Russian Federation for the sale of carbon units]. TASS. 2023. (In Russ.). URL: <https://tass.ru/ekonomika/19421289> (accessed: 20.03.2025).
44. ForestComplex.ru. *Analitiki: v 2021 godu rossijskij LPK dobilsya rekordnoj vyruchki* [Analysts: in 2021 the Russian timber industry achieved record revenue] ForestComplex.ru — Portal o lesozagotovke i derevoobrabotke = ForestComplex about logging and woodworking. 13.12.2022. (In Russ.). URL: <https://forestcomplex.ru/finansy/analitiki-v-2021-godu-rossijskij-lpk-dobilsya-rekordnoj-vyruchki/> (accessed: 27.03.2025).
45. Antonova N.E., Dzyuba N.A. *Lesoklimaticheskie proekty kak novyy prioritet strategicheskogo razvitiya lesnogo kompleksa regiona* [Forest Climate Projects as a New Priority for the Strategic Development of the Region's Forest Complex]. *Regionalistika = Regionalistics*. 2024. 11. 1: 5—23. (In Russ.). DOI: 10.14530/reg.2024.1.5. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65613045>
46. Korotkov V.N. *Lesnye klimaticheskie proekty v Rossii: ogranicheniya i vozmozhnosti* [Forest climate projects in Russia: constraints and opportunities]. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2022. 7. 4: 39—46. (In Russ.). DOI: 10.21685/2500-0578-2022-4-3. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50385462>
47. Shvarts E.A., Kokorin A.O., Ptichnikov A.V., Krenke A.N. *Transgranichnoe uglerodnoe regulirovanie i lesa Rossii: ot ozhidaniy i mifov k realizacii interesov* [Cross-Border Carbon Regulation and Forests in Russia: from Expectations and Myth to Realization of Interests]. *Jekonomicheskaja politika = Economic Policy*. 2022. 17. 5: 54—77. (In Russ.). DOI: 10.18288/1994-5124-2022-5-54-77. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54043543>
48. Lvova N.A. *Formirovanie finansovoy modeli uglerodnogo regulirovaniya v kontekste celej dekarbonizacii Rossijskoj Federacii* [Forming a Financial Model of Carbon Regulation in the Context of the Decarbonization Objectives for the Russian Federation]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Jekonomika = St Petersburg University Journal of Economic Studies*. 2024. 40. 3: 387—415. (In Russ.). DOI: 10.21638/spbu05.2024.303. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=73239484>
49. Fomenko G.A., Romanovskaya A.A., Fomenko M.A. (et al.). *Lesnye klimaticheskie proekty: vozmozhnosti i problemy realizacii ESG-podhoda. Chast' 1* [Forest Carbon Projects: Opportunities and Problems of Implementing the ESG Principles. Part 1]. *Problemy regional'noj jekologii = Problems of Regional Ecology*. 2022. 2: 91—106. (In Russ.). DOI: 10.24412/1728-323X-2022-2-91-106. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48728483>
50. Fomenko G.A., Romanovskaya A.A., Fomenko M.A. (et al.). *Lesnye klimaticheskie proekty: vozmozhnosti i problemy realizacii ESG-podhoda. Chast' 2* [Forest Carbon Projects: Opportunities and Problems of Implementing the ESG Principles. Part 2] *Problemy regional'noj jekologii = Problems of Regional Ecology*. 2022. 3: 65—74. (In Russ.). DOI: 10.24412/1728-323X-2022-3-65-74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49327696>
51. Li J.F., Wang X., Zhang Y.X. *Is it in China's interest to implement an export carbon tax?* *Energy Economics*. 2012. 34. 6: 2072—2080. DOI: 10.1016/j.eneco.2012.02.012
52. Lenglet J., Courtonne J.-Y., Caurla S. *Material flow analysis of the forest-wood supply chain: A consequential approach for log export policies in France*. *Journal of Cleaner Production*. 2017. 165: 1296—1305. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.177
53. Sasaki N. *Timber production and carbon emission reductions through improved forest management and substitution of fossil fuels with wood biomass*. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. 173: 105737. DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105737

Сведения об авторах

✉ Гордеев Роман Викторович — канд. экон. наук, старший научный сотрудник Отдела прогнозирования экономического развития Красноярского края Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, пр. Академика Лаврентьева, 17, г. Новосибирск, Российская Федерация, 630090, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2769-3914>, e-mail: rgordeev@sfu-kras.ru.

Пыжжев Антон Игоревич, канд. экон. наук, заместитель директора по научной работе, заведующий Отделом прогнозирования экономического развития Красноярского края Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, пр. Академика Лаврентьева, 17, г. Новосибирск, Российская Федерация, 630090, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7909-3227>, e-mail: apyzhev@sfu-kras.ru.

Information about the authors

✉ *Roman V. Gordeev* – PhD in Economics, Senior Researcher, Department of Economic Development Forecasting of Krasnoyarsk Krai, Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 17 Academician Lavrentyev Avenue, Novosibirsk 630090, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2769-3914>, e-mail: rungord@ya.ru.

Anton I. Pyzhev – PhD in Economics, Deputy director on scientific research, Head of the Department of Economic Development Forecasting of Krasnoyarsk Krai, Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 17 Academician Lavrentyev Avenue, Novosibirsk 630090, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7909-3227>, e-mail: pyanist@ya.ru.

✉ Для контактов | Corresponding author