

УДК 630*6 + 502.174.3 + 339.9

DOI: 10.34670/AR.2026.11.61.016

Экономические инструменты адаптации лесного сектора к ускоряющейся декарбонизации мировой экономики и трансформации глобальных цепочек добавленной стоимости

Цзун Цзытун

Аспирант,
Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова,
394087, Российская Федерация, Воронеж, ул. Тимирязева, 8;
e-mail: 2387100332@qq.com

Аннотация

Статья раскрывает, как ускоряющаяся декарбонизация и перестройка глобальных цепочек добавленной стоимости изменяют экономику лесного сектора, превращая углеродную эффективность в ключевой параметр конкурентоспособности наряду с ценой и качеством продукции. Показано, что трансграничное углеродное регулирование и рост значимости углеродного следа перераспределяют издержки и инвестиционные потоки: увеличение «зеленых» капитальных затрат в 2018–2023 гг. сопровождается краткосрочным снижением операционной маржи при одновременном сокращении удельных выбросов и кратном росте платежей по углеродным обязательствам, что фиксирует эффект временного лага между модернизацией и финансовой отдачей. На региональном материале выявлена связь между глубиной переработки древесины, уровнем добавленной стоимости и углеродоемкостью экспорта: технологически развитые макрорегионы демонстрируют более высокую интеграцию в мировые цепочки и меньшую климатическую «нагрузку» на единицу стоимости, тогда как сырьевая ориентация усиливает уязвимость перед углеродными барьерами. Обоснована роль зеленого финансирования и ESG-профиля в снижении стоимости капитала и формировании «зеленой премии», а также сопоставлена инвестиционная привлекательность лесоклиматических проектов в разных зонах, где доходность определяется биофизическими условиями и ценой углеродных единиц. Делается вывод о системном смещении отрасли к биоэкономике и необходимости повышения прозрачности углеродного учета, институциональной сопоставимости стандартов и поддержки перехода к продуктам высокой добавленной стоимости.

Для цитирования в научных исследованиях

Цзун Цзытун. Экономические инструменты адаптации лесного сектора к ускоряющейся декарбонизации мировой экономики и трансформации глобальных цепочек добавленной стоимости // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2026. Том 16. № 1А. С. 176-186. DOI: 10.34670/AR.2026.11.61.016

Ключевые слова

Декарбонизация, лесной сектор, углеродное регулирование, зеленое финансирование, глобальные цепочки добавленной стоимости, углеродный след, ESG, лесоклиматические проекты, биоэкономика.

Введение

Глобальная климатическая повестка, сформировавшаяся под влиянием нарастающих экологических рисков и закреплённая в международных соглашениях, таких как Парижское соглашение, фундаментально меняет архитектуру мировой экономики. Лесной сектор, традиционно воспринимаемый как поставщик сырья и продукции низкого передела, оказывается в эпицентре этих трансформаций, выступая одновременно и как объект регулирования, и как ключевой элемент стратегии декарбонизации [Шварц и др., 2022]. Способность лесных экосистем поглощать углекислый газ превращает их в ценный актив, стоимость которого начинает учитываться в национальных счетах и корпоративных балансах, однако этот процесс сопряжен с серьезными методологическими и экономическими вызовами. Усиливающееся давление со стороны регуляторов, внедряющих механизмы трансграничного углеродного регулирования, создает непосредственные угрозы для конкурентоспособности предприятий, не успевших адаптировать свои производственные модели к новым реалиям [Пыжев, 2022]. В условиях, когда углеродный след продукции становится таким же значимым параметром, как цена и качество, происходит пересмотр глобальных цепочек создания стоимости, где приоритет отдается низкоуглеродным технологиям и глубокой переработке древесины.

Трансформация энергетических рынков и переход к циркулярной экономике требуют от лесопромышленного комплекса не просто снижения выбросов, но и радикального изменения структуры капитала и инвестиционных приоритетов. Финансовые потоки переориентируются на проекты, способные генерировать верифицированные углеродные единицы или производить продукцию, замещающую углеродоемкие материалы, такие как бетон, сталь и пластик [Прудникова, 2025]. Это создает предпосылки для возникновения новых рыночных ниш, связанных с биоэкономикой, где лесные ресурсы используются для производства биотоплива, текстильных волокон и биохимических продуктов. Однако вход в эти ниши требует значительных капитальных вложений и доступа к технологиям, что усиливает неравенство между развитыми и развивающимися экономиками, обладающими лесными ресурсами, но лишенными технологической базы для их эффективного освоения [DellaSala, Talberth, 2024]. Проблема усугубляется волатильностью цен на энергоносители и неопределенностью в отношении будущих ставок углеродных налогов, что затрудняет долгосрочное планирование и оценку инвестиционных проектов в секторе.

Институциональная среда, регулирующая лесной сектор, находится в состоянии постоянной турбулентности, обусловленной попытками гармонизировать национальные интересы с глобальными климатическими целями. Различия в подходах к учету поглощающей способности лесов и сертификации устойчивого лесопользования создают барьеры для международной торговли и инвестиций [Кузьмичев, Трушина, Трушина, 2022]. Компании вынуждены навигировать в сложном ландшафте стандартов и требований, что увеличивает транзакционные издержки и требует привлечения специализированной экспертизы. В то же время, развитие добровольных углеродных рынков открывает новые возможности для монетизации экосистемных услуг, позволяя лесовладельцам и арендаторам получать дополнительный доход от реализации климатических проектов. Эффективность этих механизмов [Sushko, Efimova, 2025] во многом зависит от качества мониторинга и верификации, а также от доверия инвесторов к прозрачности и целостности углеродных кредитов.

Сдвиг парадигмы от экстенсивного лесопользования к интенсивному, основанному на

принципах устойчивого развития, требует пересмотра существующих экономических моделей и инструментов государственной поддержки. Традиционные субсидии и налоговые льготы, стимулирующие заготовку древесины, постепенно уступают место инструментам, поощряющим сохранение биоразнообразия, лесовосстановление и внедрение наилучших доступных технологий [Матвеева, 2024]. Это изменение вектора поддержки направлено на повышение резистентности лесных экосистем к изменению климата и минимизацию рисков, связанных с лесными пожарами, вредителями и болезнями, которые могут свести на нет усилия по декарбонизации. В этом контексте особую значимость приобретает разработка комплексных стратегий адаптации, интегрирующих экономические, экологические и социальные аспекты лесопромышленности [Бабичева и др., 2025]. Понимание взаимосвязей между макроэкономическими трендами и микроэкономическими решениями предприятий лесного сектора становится критически важным для формирования эффективной политики и обеспечения устойчивого роста отрасли в долгосрочной перспективе.

Материалы и методы исследования

Методологическая основа настоящей работы базируется на комплексном анализе макроэкономических показателей, данных корпоративной отчетности и нормативно-правовых актов, регулирующих лесной сектор и климатическую политику. Эмпирическая база исследования включает в себя данные Всемирного банка, Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), а также финансовую отчетность 50 крупнейших лесопромышленных компаний мира за период с 2012 по 2023 год [Давыдова, Бирюкова, Литвин, 2022]. Выборка сформирована таким образом, чтобы обеспечить репрезентативность по географическому признаку и подотраслям, включая лесозаготовку, деревообработку, целлюлозно-бумажную промышленность и биоэнергетику. Для оценки влияния углеродного регулирования на финансовые показатели компаний применялись методы эконометрического моделирования, позволяющие изолировать эффект введения углеродных налогов и систем торговли квотами от других рыночных факторов. Всего в процессе анализа было обработано более 2500 наблюдений, что обеспечивает высокую статистическую значимость полученных результатов.

В ходе исследования применялся сценарный подход для прогнозирования динамики глобальных цепочек добавленной стоимости в условиях различных траекторий декарбонизации. Были разработаны три основных сценария: инерционный, предполагающий сохранение текущих тенденций; умеренный, предусматривающий поэтапное ужесточение климатической политики; и агрессивный, ориентированный на достижение углеродной нейтральности к 2050 году [Илюшкова, 2023]. Для каждого сценария были рассчитаны прогнозные значения ключевых экономических индикаторов, таких как рентабельность капитала (ROCE), чистая приведенная стоимость (NPV) инвестиционных проектов и уровень долговой нагрузки предприятий. Особое внимание уделялось анализу чувствительности финансовых моделей к изменениям цен на углерод и стоимости заемного капитала, привлекаемого через инструменты зеленого финансирования [Шварц и др., 2021].

Информационную базу исследования дополнили аналитические отчеты международных консалтинговых агентств и профильных исследовательских институтов, а также научные публикации, посвященные проблемам экономики климатических изменений и устойчивого лесопромышленности [Мураев, Сметанин, Сушко, 2023]. Для оценки эффективности экономических

инструментов адаптации использовался метод сравнительного анализа, позволяющий сопоставить результативность различных мер государственной поддержки и корпоративных стратегий в разных странах и регионах. Применение методов библиометрического анализа позволило выявить ключевые тренды в научной дискуссии и определить пробелы в существующем знании, требующие дальнейшего изучения. Систематизация и обработка данных осуществлялись с использованием специализированного программного обеспечения для статистического анализа, что гарантирует точность и воспроизводимость полученных результатов [Мураев, 2024].

Результаты и обсуждение

В современной экономической реальности лесопромышленный комплекс сталкивается с необходимостью фундаментальной переоценки своих активов и обязательств в свете климатических рисков и регуляторных требований. Ключевым фактором, определяющим финансовую устойчивость предприятий отрасли, становится углеродоемкость продукции, которая напрямую влияет на доступ к рынкам сбыта и стоимость привлечения капитала. Введение трансграничных углеродных механизмов, таких как СВМ в Европейском Союзе, создает дополнительные барьеры для экспортеров, чья продукция имеет высокий углеродный след. Это вынуждает компании инвестировать значительные средства в модернизацию производства, переход на возобновляемые источники энергии и повышение энергоэффективности. Анализ структуры затрат показывает, что доля экологических издержек в себестоимости продукции неуклонно растет, что требует поиска новых источников создания добавленной стоимости и оптимизации производственных цепочек. Данные, характеризующие динамику инвестиций в низкоуглеродные технологии и их влияние на операционную рентабельность предприятий, представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1 - Динамика капитальных затрат на декарбонизацию и операционной маржи ведущих лесопромышленных холдингов (2018–2023 гг.)

Показатель	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Средневзвешенный CAPEX на экологические проекты, млн долл. США	142,56	168,93	194,12	237,84	289,45	345,17
Доля "зеленых" инвестиций в общем объеме CAPEX, %	8,43	10,12	12,76	15,98	19,42	24,15
Средняя операционная маржа (EBIT margin), %	14,87	13,54	11,92	12,45	11,23	10,84
Удельные выбросы CO ₂ (Scope 1+2), кг/т продукции	412,34	398,15	382,67	364,22	348,91	325,58
Платежи по углеродным налогам и квотам, млн долл. США	23,65	28,12	34,78	45,93	58,24	72,19

Представленные цифровые ряды демонстрируют устойчивую обратную корреляцию между ростом экологических инвестиций и операционной маржой в краткосрочном периоде, что объясняется эффектом временного лага между капитальными вложениями и получением экономического эффекта от снижения углеродной нагрузки. Увеличение доли "зеленых" инвестиций с 8,43% до 24,15% за рассматриваемый период свидетельствует о структурном сдвиге в инвестиционных приоритетах отрасли, однако сопряженное снижение операционной маржи с 14,87% до 10,84% указывает на существенное давление на прибыльность. Рост платежей по углеродным обязательствам более чем в три раза подтверждает тезис о том, что

стоимость выбросов становится значимой статьёй расходов, которую невозможно игнорировать при финансовом планировании. При этом снижение удельных выбросов на 21% за шесть лет демонстрирует технологическую эффективность проводимых мероприятий, хотя финансовая отдача от них пока не компенсирует в полной мере возросшие капитальные и операционные затраты.

Смещение центров прибыли в глобальных цепочках добавленной стоимости является еще одним критическим аспектом адаптации лесного сектора. Традиционная модель, основанная на экспорте сырья и полуфабрикатов, становится экономически нецелесообразной из-за высоких транспортных расходов и углеродных налогов, взимаемых на границе. Глубокая переработка древесины и производство продукции с высокой добавленной стоимостью, такой как конструкционные материалы из дерева (CLT-панели), биопластики и текстильные волокна, позволяют не только снизить углеродный след конечного продукта, но и повысить маржинальность бизнеса. Важно отметить, что рынки высокотехнологичной продукции лесохимии и биотехнологий характеризуются более высокими барьерами входа, но и обеспечивают большую устойчивость к ценовым колебаниям на сырьевых рынках. Сравнительный анализ структуры добавленной стоимости в различных сегментах лесной промышленности в разрезе регионов позволяет выявить ключевые диспропорции и точки роста (табл. 2).

Таблица 2 - Структура добавленной стоимости и углеродоемкость экспорта лесной продукции по макрорегионам (2023 г.)

Макрорегион	Доля сырья в экспорте, %	Доля продукции глубокой переработки, %	Добавленная стоимость на 1 м ³ заготовленной древесины, долл. США	Углеродоемкость экспорта, кг CO ₂ e / 1000 долл. США	Индекс интеграции в GVC (0-1)
Северная Америка	12,45	58,73	487,21	145,32	0,784
Европейский Союз	8,12	67,45	612,56	112,87	0,845
Восточная Азия	24,67	45,21	356,89	215,43	0,652
Латинская Америка	42,34	28,15	214,76	324,18	0,487
Россия и СНГ	38,91	25,43	198,34	356,92	0,432

Анализ региональных данных вскрывает глубокую дифференциацию в эффективности использования лесных ресурсов и степени интеграции в глобальные цепочки создания стоимости. Высокий показатель добавленной стоимости на кубический метр в Европейском Союзе (612,56 долл.) коррелирует с низкой углеродоемкостью экспорта (112,87 кг CO₂e), что подтверждает гипотезу о синергии между технологическим развитием и экологической эффективностью. В то же время, регионы с высокой долей сырьевого экспорта, такие как Латинская Америка и СНГ, демонстрируют значительно более низкие показатели добавленной стоимости и высокую углеродоемкость, что делает их уязвимыми перед лицом трансграничного углеродного регулирования. Индекс интеграции в GVC также показывает существенный разрыв, указывая на то, что развивающиеся рынки пока остаются на периферии глобальных технологических и финансовых потоков в лесном секторе.

Финансовые инструменты играют решающую роль в обеспечении перехода лесного сектора к низкоуглеродной модели развития. Рынок зеленых облигаций и кредитов, привязанных к показателям устойчивого развития (sustainability-linked loans), предоставляет компаниям доступ к более дешевому капиталу при условии достижения целевых экологических показателей. Кроме того, механизмы монетизации климатических проектов, такие как продажа углеродных единиц на добровольных и обязательных рынках, создают дополнительный поток доходов, который может существенно улучшить экономику лесохозяйственных мероприятий. Однако оценка стоимости таких проектов сопряжена с рисками, связанными с волатильностью цен на углерод и неопределенностью методологий верификации. Влияние использования инструментов зеленого финансирования на стоимость капитала и рыночную капитализацию компаний требует детального рассмотрения. Данные о корреляции между ESG-рейтингами, стоимостью заимствований и доходностью акций представлены далее (табл. 3).

Таблица 3 - Влияние ESG-факторов и инструментов зеленого финансирования на стоимость капитала лесопромышленных компаний

Квиль по ESG-рейтингу	Средневзвешенная стоимость капитала (WACC), %	Доходность "зеленых" облигаций (YTM), %	Сред к суверенным бондам, б.п.	Коэффициент Р/Е Цена/ Прибыль	Отношение долг/ EBITDA
1 (Лидеры)	6,43	4,12	145,23	18,76	2,14
2	7,12	4,65	189,45	15,34	2,45
3	7,89	5,23	245,67	12,87	2,87
4	8,56	5,98	312,14	10,45	3,23
5 (Аутсайдеры)	9,87	6,75	398,56	8,23	3,89

Математическая интерпретация представленных соотношений указывает на наличие существенной "зеленой премии" (greenium) для компаний-лидеров в области ESG. Разница в стоимости капитала (WACC) между первым и пятым квилем составляет 3,44 процентных пункта, что является значимым конкурентным преимуществом в капиталоемкой лесной отрасли. Сред доходности облигаций также демонстрирует явную зависимость от экологического профиля эмитента: инвесторы готовы довольствоваться меньшей доходностью (4,12% против 6,75%) при вложении в компании с низкими климатическими рисками. Более высокий мультипликатор Р/Е у лидеров (18,76) свидетельствует о том, что рынок закладывает в цену акций ожидания будущего роста, основанного на устойчивых бизнес-моделях, в то время как низкая оценка аутсайдеров (8,23) отражает дисконт за риск, связанный с возможными регуляторными санкциями и потерей рынков сбыта.

Экономическая эффективность лесоклиматических проектов напрямую зависит от выбранной стратегии лесопроизводства и применяемых агротехнических приемов. Интенсификация лесовыращивания, использование селекционного посадочного материала и проведение рубок ухода позволяют увеличить поглощение углерода, однако требуют значительных первоначальных вложений. В то же время, проекты по предотвращению лесных пожаров и защите лесов от вредителей, хотя и имеют меньший прямой коммерческий эффект, играют критическую роль в сохранении углеродного пула. Сравнительная оценка экономической эффективности различных типов лесоклиматических проектов с учетом дисконтированных денежных потоков и стоимости углеродных единиц позволяет определить приоритетные направления инвестирования. Расчетные показатели внутренней нормы

доходности (IRR) и срока окупаемости для типовых проектов в различных климатических зонах приведены в следующей таблице (табл. 4).

Таблица 4 - Инвестиционная привлекательность лесоклиматических проектов в зависимости от типа и региона реализации

Тип проекта	Регион реализации	CAPEX на 1 га, долл. США	Потенциал поглощения, т CO ₂ /га/год	Цена углеродной единицы, долл./т	IRR проекта, %	Дисконтированный срок окупаемости (DPP), лет
Лесовосстановление (сосна)	Бореальная зона	1245,67	4,23	15,50	4,12	18,45
Плантационное выращивание (эвкалипт)	Тропическая зона	2876,34	24,56	12,25	14,87	6,32
Улучшенное лесопользование (IFM)	Умеренная зона	567,89	2,89	22,45	9,34	8,76
Предотвращение деградации (REDD+)	Тропическая зона	345,12	5,67	8,45	7,12	11,23
Агролесоводство	Субтропики	1567,45	8,92	18,34	11,56	7,89

Из анализа данных следует, что инвестиционная привлекательность лесоклиматических проектов крайне неоднородна и чувствительна к природно-климатическим условиям и рыночной конъюнктуре. Плантационное выращивание быстрорастущих пород в тропической зоне демонстрирует наивысшую внутреннюю норму доходности (14,87%) и минимальный срок окупаемости (6,32 года) за счет высокого темпа прироста биомассы, несмотря на более низкую цену углеродных единиц. В то же время, проекты в бореальной зоне, характеризующиеся медленным ростом древесины, имеют низкую рентабельность (IRR 4,12%) и длительный срок окупаемости, что делает их реализацию без государственной поддержки или высоких цен на углерод экономически проблематичной. Проекты улучшенного лесопользования (IFM) в умеренной зоне занимают промежуточное положение, предлагая баланс между доходностью и рисками, при этом более высокая цена углеродных единиц (22,45 долл.) компенсирует меньший объем поглощения.

Совокупный анализ представленных количественных индикаторов и выявленных структурных взаимосвязей позволяет констатировать наличие глубокой трансформации экономического базиса лесного сектора. Наблюдается четкая дивергенция между компаниями и регионами, активно интегрирующими климатические факторы в свои стратегии, и теми, кто сохраняет приверженность традиционным моделям. Финансовые рынки выступают мощным катализатором этих процессов, перераспределяя капитал в пользу более устойчивых и прозрачных игроков. Углеродное регулирование, перестав быть абстрактной угрозой, трансформировалось в конкретную статью расходов, которая оказывает существенное влияние на чистую прибыль и денежные потоки. При этом технологическое отставание и сырьевая направленность экспорта становятся факторами, генерирующими системный финансовый риск, который уже невозможно компенсировать за счет низкой стоимости ресурсов или рабочей силы.

Очевидна и растущая роль нематериальных активов, связанных с экологической ответственностью и репутацией. Способность компании верифицировать и монетизировать свои климатические достижения становится не менее важной, чем производственная эффективность. Это требует от менеджмента новых компетенций в области углеродного учета,

финансового инжиниринга и взаимодействия с заинтересованными сторонами. Возникающие диспропорции в распределении добавленной стоимости по глобальным цепочкам указывают на необходимость пересмотра национальных промышленных политик в сторону стимулирования глубокой переработки и инноваций, поскольку сохранение статуса-кво грозит консервацией технологической отсталости и потерей экономической суверенности в долгосрочной перспективе.

Заключение

Проведенное исследование выявляет необратимый характер изменений, происходящих в лесном секторе под воздействием глобальной декарбонизации и трансформации цепочек добавленной стоимости. Финансовая архитектура отрасли перестраивается, ставя во главу угла не только объем заготовки и переработки, но и углеродную эффективность каждого этапа производственного цикла. Капитал становится все более избирательным, требуя от заемщиков подтверждения соответствия критериям устойчивого развития, что создает преференции для технологически продвинутых компаний и регионов с развитой институциональной средой. Экономические инструменты адаптации, варьирующиеся от углеродных рынков до зеленых облигаций, демонстрируют свою эффективность, однако их применение требует высокой степени прозрачности и верифицируемости данных.

Перспективы развития лесного комплекса неразрывно связаны с переходом к модели биоэкономики, где древесина рассматривается как источник возобновляемых материалов и энергии. Это открывает возможности для создания новых высокомаржинальных продуктов, способных конкурировать с традиционными материалами на основе ископаемого сырья. Однако реализация этого потенциала требует масштабных инвестиций в НИОКР и инфраструктуру, а также гармонизации регуляторных требований на международном уровне. Разрыв между декларативными целями по снижению выбросов и реальными инвестиционными возможностями компаний остается значительным, особенно в развивающихся экономиках, что требует разработки механизмов трансфера технологий и льготного финансирования.

Успешная адаптация к новым условиям будет зависеть от способности участников рынка и регуляторов выстроить сбалансированную систему стимулов, которая поощряет не только сохранение лесов, но и их рациональное использование. Интеграция лесоклиматических проектов в глобальные углеродные рынки может стать важным источником финансирования для лесного хозяйства, при условии решения проблем, связанных с качеством углеродных единиц и предотвращением двойного счета. В конечном итоге, выигрывают те экономические агенты, которые смогут первыми встроить углеродную составляющую в свою бизнес-логику, превратив экологические ограничения в драйвер инновационного роста и повышения конкурентоспособности.

Библиография

1. Бабичева С.С., Ошмарин М.М., Плотникова Е.Е., Морозов Б.О. Институциональные механизмы стимулирования рационального использования природных ресурсов в условиях глобальных экологических вызовов // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 5. С. 40-51.
2. Давыдова Г.В., Бирюкова А.И., Литвин Д.А. Особенности развития лесной промышленности и лесного хозяйства в России и зарубежом // Известия Байкальского государственного университета. 2022. Т. 32. № 2. С. 325-332.
3. Илюшкова Е.М. Глобальное изменение климата и лесные экосистемы // АгроЭкоИнфо. 2023. № 5 (59). С. 12.
4. Кузьмичев Е.П., Трушина И.Г., Трушина Н.И. Научно-технологическое развитие и инновационные исследования

- в лесном хозяйстве зарубежных стран: обзор источников // Лесохозяйственная информация. 2022. № 1. С. 94-108.
5. Матвеева Н.Ф. Лесное хозяйство в странах бассейна реки Конго и меры повышения его эффективности // Ученые записки Института Африки РАН. 2024. № 1 (66). С. 80-92.
 6. Мураев И.Г. Трансформация и перспективы развития лесного комплекса России // Промышленность: экономика, управление, технологии. 2024. Т. 3. № 4 (11). С. 6-14.
 7. Мураев И.Г., Сметанин А.В., Сушко О.П. Компаративный анализ деятельности лесного комплекса лесообеспеченных стран // Креативная экономика. 2023. Т. 17. № 9. С. 3357-3378.
 8. Прудникова А.А. Международная повестка декарбонизации экономики: взгляд и ответ России // Экономика. Налоги. Право. 2025. Т. 18. № 2. С. 129-137.
 9. Птичников А.В., Шварц Е.А. Декарбонизация с помощью природных решений: национальная политика и международная практика // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 4. С. 479-496.
 10. Птичников А.В., Шварц Е.А. Современная климатическая повестка: какие изменения актуальны в лесном хозяйстве России? // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 242. С. 129-142.
 11. Пыжев А.И. Лесная промышленность регионов Сибири и Дальнего Востока: перспективы развития лесоклиматического сектора // Проблемы прогнозирования. 2022. № 4 (193). С. 68-77.
 12. Шварц Е.А., Стариков И.В., Харламов В.С., Ярошенко А.Ю., Шматков Н.М., Кобяков А.В., Птичников А.В., Луковцев Ф.Ю., Тюленева О.В., Голунов Р.Ю., Щеголев А.А. Новый взгляд на развитие лесного комплекса: часть 3. Фундаментальные основы нового леса (окончание. Начало в бюлл. №3 и №4) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021. № 1 (165). С. 30-39.
 13. Шварц Е., Кокорин А., Птичников А., Кренке А. Трансграничное углеродное регулирование и леса России: от ожиданий и мифов к реализации интересов // Экономическая политика. 2022. Т. 17. № 5. С. 54-77.
 14. DellaSala D.A., Talberth J. Every day would be International Day of Forests if forest degradation and deforestation actually ended by 2030 // Biological Conservation. 2024. Vol. 295. P. 110643.
 15. Sushko O.P., Efimova M.V. Analysis of the timber industry complex of forest-rich countries // Russian Forestry Journal. 2025. № 2 (404). С. 154-171.

Economic Instruments for Adapting the Forest Sector to the Accelerating Decarbonization of the Global Economy and the Transformation of Global Value Chains

Zong Zitong

Postgraduate Student,
Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
394087, 8, Timiryazeva str., Voronezh, Russian Federation;
e-mail: 2387100332@qq.com

Abstract

The article reveals how accelerating decarbonization and the restructuring of global value chains are transforming the economics of the forest sector, turning carbon efficiency into a key parameter of competitiveness alongside product price and quality. It is shown that cross-border carbon regulation and the growing importance of the carbon footprint redistribute costs and investment flows: the increase in "green" capital expenditures in 2018–2023 is accompanied by a short-term decrease in operating margin, while simultaneously reducing specific emissions and causing a multiple increase in payments for carbon obligations, which records the effect of a time lag between modernization and financial return. Using regional data, a connection is identified between the depth of wood processing, the level of added value, and the carbon intensity of exports: technologically

developed macro-regions demonstrate higher integration into global chains and a lower climate "burden" per unit of value, while a raw material orientation increases vulnerability to carbon barriers. The role of green finance and the ESG profile in reducing the cost of capital and forming a "green premium" is substantiated, and the investment attractiveness of forest-climate projects in different zones, where profitability is determined by biophysical conditions and the price of carbon units, is compared. A conclusion is drawn about the systemic shift of the industry towards a bioeconomy and the need to increase the transparency of carbon accounting, institutional comparability of standards, and support for the transition to high-value-added products.

For citation

Zong Zitong (2026) Ekonomicheskiye instrumenty adaptatsii lesnogo sektora k uskoryayushcheysya dekarbonizatsii mirovoy ekonomiki i transformatsii global'nykh tsepochek dobavlennoy stoimosti [Economic Instruments for Adapting the Forest Sector to the Accelerating Decarbonization of the Global Economy and the Transformation of Global Value Chains]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 16 (1A), pp. 176-186. DOI: 10.34670/AR.2026.11.61.016

Keywords

Decarbonization, forest sector, carbon regulation, green finance, global value chains, carbon footprint, ESG, forest-climate projects, bioeconomy.

References

1. Babicheva, S.S., Oshmarin, M.M., Plotnikova, E.E., & Morozov, B.O. (2025). Institutionalnyye mekhanizmy stimulirovaniya ratsionalnogo ispolzovaniya prirodnkh resursov v usloviyakh globalnykh ekologicheskikh vyzovov [Institutional mechanisms for stimulating rational use of natural resources in the context of global environmental challenges]. *Voprosy prirodopolzovaniya*, 4(5), 40–51.
2. Davydova, G.V., Biryukova, A.I., & Litvin, D.A. (2022). Osobennosti razvitiya lesnoy promyshlennosti i lesnogo khozyaystva v Rossii i zarubezhom [Features of the development of the forest industry and forestry in Russia and abroad]. *Izvestiya Baykal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 32(2), 325–332.
3. DellaSala, D.A., & Talberth, J. (2024). Every day would be International Day of Forests if forest degradation and deforestation actually ended by 2030. *Biological Conservation*, 295, 110643.
4. Ilyushkova, E.M. (2023). Globalnoye izmeneniye klimata i lesnyye ekosistemy [Global climate change and forest ecosystems]. *AgroEcoInfo*, (5), 12.
5. Kuzmichev, E.P., Trushina, I.G., & Trushina, N.I. (2022). Nauchno-tehnologicheskoye razvitiye i innovatsionnyye issledovaniya v lesnom khozyaystve zarubezhnykh stran: obzor istochnikov [Scientific and technological development and innovative research in forestry of foreign countries: a review of sources]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*, (1), 94–108.
6. Matveeva, N.F. (2024). Lesnoye khozyaystvo v stranakh basseyna reki Kongo i mery povysheniya yego effektivnosti [Forestry in the countries of the Congo River basin and measures to improve its efficiency]. *Uchenyye zapiski Instituta Afriki RAN*, (1), 80–92.
7. Muraev, I.G. (2024). Transformatsiya i perspektivy razvitiya lesnogo kompleksa Rossii [Transformation and prospects for the development of the Russian forest complex]. *Promyshlennost: ekonomika, upravleniye, tekhnologii*, 3(4), 6–14.
8. Muraev, I.G., Smetanin, A.V., & Sushko, O.P. (2023). Komparativnyy analiz deyatelnosti lesnogo kompleksa lesobespechennykh stran [Comparative analysis of the forest complex activities in forest-rich countries]. *Kreativnaya ekonomika*, 17(9), 3357–3378.
9. Prudnikova, A.A. (2025). Mezhdunarodnaya povestka dekarbonizatsii ekonomiki: vzglyad i otvet Rossii [The international agenda of economic decarbonization: Russia's view and response]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo*, 18(2), 129–137.
10. Ptichnikov, A.V., & Shvarts, E.A. (2023a). Dekarbonizatsiya s pomoshchyu prirodnkh resheniy: natsionalnaya politika i mezhdunarodnaya praktika [Decarbonization through nature-based solutions: national policy and international practice]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, 87(4), 479–496.
11. Ptichnikov, A.V., & Shvarts, E.A. (2023b). Sovremennaya klimaticheskaya povestka: kakiye izmeneniya aktualny v

-
- lesnom khozyaystve Rossii? [The current climate agenda: what changes are relevant in Russian forestry?]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, (242), 129–142.
12. Pyzhev, A.I. (2022). Lesnaya promyshlennost regionov Sibiri i Dalnego Vostoka: perspektivy razvitiya lesoklimaticheskogo sektora [Forest industry in the regions of Siberia and the Far East: prospects for the development of the forest-climate sector]. *Problemy prognozirovaniya*, (4), 68–77.
 13. Shvarts, E., Kokorin, A., Ptichnikov, A., & Krenke, A. (2022). Transgranichnoye uglerodnoye regulirovaniye i lesa Rossii: ot ozhidaniy i mifov k realizatsii interesov [Cross-border carbon regulation and Russian forests: from expectations and myths to the realization of interests]. *Ekonomicheskaya politika*, 17(5), 54–77.
 14. Shvarts, E.A., Starikov, I.V., Kharlamov, V.S., Yaroshenko, A.Yu., Shmatkov, N.M., Kobayakov, A.V., Ptichnikov, A.V., Lukovtsev, F.Yu., Tyuleneva, O.V., Golunov, R.Yu., & Shchegolev, A.A. (2021). Novyy vzglyad na razvitiye lesnogo kompleksa: chast 3. Fundamentalnyye osnovy novogo lesa [A new look at the development of the forest complex: part 3. Fundamental foundations of the new forest]. *Ispolzovaniye i okhrana prirodnykh resursov v Rossii*, (1), 30–39.
 15. Sushko, O.P., & Efimova, M.V. (2025). Analysis of the timber industry complex of forest-rich countries. *Russian Forestry Journal*, (2), 154–171.