



РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья
УДК 332.02

Статья поступила в редакцию 24.05.2026;
одобрена после рецензирования 09.06.2026;
принята к публикации 26.06.2026.

Развитие целлюлозно-бумажной промышленности как фактор преодоления структурного профицита древесного сырья на внутреннем рынке в условиях внешнеторговых ограничений

Александр Рафаильевич Минигулов

Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний,
Рязань, Россия

Аннотация:

Введение. В условиях санкционной блокады традиционных экспортных рынков лесопромышленный комплекс Российской Федерации столкнулся с системным избытком производственных мощностей и профицитом низкотоварного сырья. Переориентация поставок на рынки Азии не обеспечивает полноценной утилизации отходов лесопиления из-за нерентабельности логистики, что привело к росту неиспользуемых древесных отходов до 6,72 млн тонн к 2024 году. **Цель.** Научное обоснование организационно-экономического механизма развития целлюлозно-бумажной промышленности как основного драйвера абсорбции сырьевого профицита, декарбонизации технологических цепочек и обеспечения экономической безопасности лесного комплекса. **Методы.** Использованы статистические данные Федеральной службы государственной статистики и Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) за период 2017–2025 гг. В качестве инструментов применены методы сравнительного и балансового анализа, а также технико-экономического моделирования материальных потоков. Оценка влияния процентных ставок на выпуск продукции целлюлозно-бумажной промышленности выполнена с помощью структурного эконометрического SVAR-моделирования. Технологическая оптимизация процессов исследована на основе концепций цифровых двойников производственно-технологических цепочек и интеллектуального нейросетевого управления. **Результаты.** Количественно охарактеризованы объемы неиспользуемого сырья и подтверждена их утилизационная ценность. Выявлен кризис перепроизводства на рынке тарных картонов по итогам 2025 года, вызванный опережающим ростом мощностей, а также сырьевой сдвиг гофропроизводства в пользу вторичного волокна (до 60 %). На примере АО «СЛПК» доказана эффективность декарбонизации за счет сжигания кородревесных отходов (снижение выбросов на 185,8 тыс. тонн CO_2 -экв.). Предложена модель регулирования финансовых, сырьевых и цифровых потоков, направленная на субсидирование процентных ставок по инвестициям и устранение нормативных барьеров расширенной ответственности производителей в части критериев утилизации вторичных ресурсов, обеспечивающая стабилизацию лесного комплекса Российской Федерации.



© Минигулов А. Р., 2026



**Ключевые слова:**

лесопромышленный комплекс,
целлюлозно-бумажная
промышленность,
отходы лесопиления,
монетарная политика,
расширенная ответственность
производителей,
декарбонизация,
цифровые двойники,
нейросетевое регулирование

Для цитирования:

Минигулов А. Р. Развитие целлюлозно-бумажной промышленности как фактор преодоления структурного профицита древесного сырья на внутреннем рынке в условиях внешнеторговых ограничений // Экономическая политика и национальная безопасность. 2026. № 3 (5). С. 5–16.

Информация об авторе:

Минигулов А. Р.
Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний
(Российская Федерация, 390000, г. Рязань, ул. Сенная, д. 1)
адъюнкт факультета подготовки научно-педагогических кадров
Am901@yandex.ru

REGIONAL ECONOMY

Original article

The article was submitted May 24, 2026;
approved after reviewing June 09, 2026;
accepted for publication June 26, 2026.

Pulp and paper industry development as a factor in overcoming domestic wood surplus under trade restrictions

Alexander R. Minigulov

The Academy of the FPS of Russia, Ryazan, Russia

Abstract:

Introduction. Under the sanctions induced blockade of traditional export markets, the forest industry of the Russian Federation has faced a systemic surplus of production capacity and an excess of low grade raw materials. The reorientation of supply chains towards Asian markets does not ensure the full scale utilisation of sawmill waste due to the unprofitability of logistics, resulting in an increase in unused wood waste to 6.72 million tonnes by 2024. **Objective.** To provide a scientific justification for an organisational and economic mechanism for the development of the pulp and paper industry (hereinafter referred to as PPI) as a key driver for absorbing raw material surplus, decarbonising technological supply chains, and ensuring the economic security of the forest industry. **Methods.** The study employs statistical data from the Federal State Statistics Service and the Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS) for the period 2017–2025. The methodology comprises comparative and balance sheet analysis, alongside technical and economic modelling of material flows. The effect of interest rates on PPI output was assessed via structural econometric SVAR modelling. Technological optimisation was explored through digital twin concepts for production technological chains and intelligent neural network control. **Results.** The volumes of unused raw materials are quantitatively characterised, and their utilisation value is confirmed. A crisis of overproduction in the containerboard market is identified for 2025, driven by excessive capacity growth, as well as a raw material shift in corrugated production towards secondary fibre (up to 60 %). On the example of JSC “SLPK”, the effectiveness of decarbonisation through the combustion of bark and wood waste is demonstrated (emission reduction of 185.8 thousand tonnes of CO₂ equivalent). A model is proposed for regulating financial, raw material, and digital flows, aimed at subsidising interest rates on investment loans and removing regulatory

barriers to extended producer responsibility with respect to criteria for the utilisation of secondary resources, thereby ensuring the stabilisation of the Russian forest industry.

Keywords:

forest industry,
pulp and paper industry,
sawmill waste,
monetary policy,
extended producer responsibility,
decarbonisation,
digital twins,
neural network regulation

For citation:

Minigulov, Alexander R. 2026. "Razvitie cellyulozno-bumazhnoj promyshlennosti kak faktor preodoleniya strukturnogo proficita drevesnogo syr'ya na vnutrennem rynke v usloviyah vneshnetorgovyh ogranichenij" ["Pulp and paper industry development as a factor in overcoming domestic wood surplus under trade restrictions"] (In Russ.). *Ekonomicheskaya politika i natsional'naya bezopasnost'* [Economic policy and national security] 5, no. 3 (July):5-16.

Information about the author:

Minigulov A. R.
The Academy of the FPS of Russia
(1, Sennaya str., Ryazan, 390000, Russian Federation)
Postgraduate of the faculty of research and teaching staff training
Am901@yandex.ru

**ВВЕДЕНИЕ**

Лесопромышленный комплекс (далее – ЛПК) Российской Федерации функционирует в условиях глубоких структурных изменений, вызванных потерей традиционных каналов экспорта и разрушением трансграничных логистических путей. В условиях санкционного давления адаптация внешнеэкономической стратегии государства становится критически важной для поддержания стабильности экспортно-ориентированных отраслей (Есаян и Белов 2020; Blanchard and Ripsman 2013). Ситуация характеризуется жесткими внешними санкционными ограничениями и внутренними регуляторными мерами, направленными на декриминализацию лесопользования. С января 2022 года действует запрет на вывоз необработанного круглого леса хвойных и ценных лиственных пород, ограничены поставки щепы и шпона в недружественные страны, а также функционирует обновленная Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (далее – ЛесЕГАИС), обеспечивающая сквозной контроль движения сырья¹. Системная декриминализация и внедрение цифровых платформ сквозного учета древесины, таких как Федеральная государственная информационная система лесного комплекса, существенно повышают экономическую и экологическую безопасность лесного хозяйства страны (Иванов 2025). Данные институциональные изменения привели к формированию внутри страны масштабного профицита низкотоварной древесины и отходов лесопиления. Транспортировка таких грузов на рынки Азии экономически нецелесообразна из-за высокой доли логистических затрат в конечной стоимости, в результате чего избыточное накопление древесных отходов снижает операционную рентабельность лесопильных заводов и вынуждает лесозаготовителей сокращать объемы выручки (Mensah P. et al 2025).

Определяющим вектором преодоления сырьевого кризиса выступает развитие целлюлозно-бумажной промышленности (далее – ЦБП), способной перерабатывать низкокачественную древесину и отходы лесопиления в высокотехнологичную продукцию. ЦБП формирует основную долю добавленной стоимости ЛПК. В крупных лесохимических регионах, таких как Республика Коми, на долю целлюлозно-бумажного производства приходится до 62 % выручки лесного комплекса, в то время как деревообработка и лесозаготовка занимают лишь 30 % и 8 % соответственно (Шишелов 2022). Производственные мощности отрасли высоко концентрированы и находятся в управлении ограниченного числа интегрированных холдингов². При этом оценка регионального потенциала сбыта и производства продукции выступает важным элементом планирования развития лесохимических мощностей (Ежова 2007).

Развитие внутреннего рынка ЦБП ограничивается высокой динамичностью и неоднородностью спроса в различных сегментах. Рынок офисной бумаги демонстрирует падение объемов потребления на 9 % до 450 тыс. тонн, вызванное массовым переходом бизнеса на

¹ Обзор рынка лесной продукции России // United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) : [website]. URL: <https://unece.org/sites/default/files/2022-11/russian-federation-country-market-statement-2022-ru.pdf> (дата обращения: 09.06.2026).

² Андрухина А. А. Влияние пандемии COVID-19 на целлюлозно-бумажную отрасль в России // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 37. С. 129–133.

электронный документооборот³, что вынуждает производителей переориентировать мощности на производство тарных картонов и гофроупаковки. Однако сегмент гофропроизводства сталкивается с кризисом предложения, выражающимся в опережении темпа ввода новых мощностей над темпом роста внутреннего потребления в три раза⁴. Сырьевая структура гофрокартона претерпела инверсию, при которой доля вторичного волокна (макулатуры) достигла 60 % против 40 % первичной целлюлозы, что обусловлено его дешевизной и развитием механизма расширенной ответственности производителей (далее – РОП) при сохранении регуляторных неясностей в трактовке процессов утилизации⁵.

Реализация проектов модернизации и расширения производственных мощностей ЦБП лимитируется макрофинансовыми барьерами. Эконометрический анализ реакции обрабатывающей промышленности на шоки монетарной политики указывает на аномально высокую чувствительность целлюлозно-бумажных предприятий к росту процентных ставок (Добро-нравова 2022). В условиях ужесточения денежно-кредитных условий отрасль реагирует на рост стоимости кредита глубоким и отложенным (на 2–3 месяца) снижением физических объемов производства. Это объясняется высокой капиталоемкостью проектов модернизации и зависимостью холдингов от внешнего заемного финансирования (Добро-нравова 2022).

Проблема усугубляется пространственными диспропорциями и инфраструктурными ограничениями. До 81 % объемов лесобумажной продукции концентрируется в границах региональных центров, что отдаляет переработку от лесосырьевых баз, а низкая плотность лесных дорог круглогодичного действия повышает себестоимость доставки балансов и щепы (Шишелов 2022). На технологическом уровне вовлечение в оборот нестабильного по свойствам вторичного сырья и отходов лесопиления дестабилизирует работу бумагоделательных машин, увеличивая обрывность полотна. Существующие системы автоматизации не обладают необходимой адаптивностью, что требует внедрения цифровых двойников производственно-технологических цепочек (Жабицкий и др. 2025) и интеллектуальных нейросетевых регуляторов параметров влажности, толщины и массы бумажного полотна (Слюта 2025).

Проблема исследования заключается в нарастающем противоречии между увеличивающимся профицитом неиспользуемых древесных отходов лесопиления и системными макрофинансовыми, инфраструктурными и технологическими ограничениями, блокирующими сбалансированное расширение мощностей целлюлозно-бумажного производства. Цель исследования состоит в научном обосновании модели и организационно-экономического механизма устранения данных структурных ограничений для обеспечения экономической безопасности и сырьевой стабильности лесного комплекса Российской Федерации. Обеспечение экономической безопасности отраслей в рамках государственного управления требует создания комплексной системы мониторинга и нейтрализации как внешних, так и внутренних угроз (Василенко 2020). Обозначенные барьеры предопределяют логику исследования и требуют детальной верификации статистической и методологической базы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методологическая основа исследования базируется на системном анализе материальных балансов лесопользования и эконометрическом моделировании влияния макрофинансовой среды на промышленные комплексы. Эмпирическую базу работы составили официальные статистические показатели Федеральной службы государственной статистики, агрегированные в Единой межведомственной информационно-статистической системе⁶ (ЕМИСС). В частности, для анализа динамики производства целлюлозы, бумаги и картона использованы временные ряды по выпуску продукции в натуральном

³ Бумажные тренды – 2025: рынок офисной бумаги // UpackUnion : [сайт]. URL: <https://upackunion.ru/stati/bumazhnye-trendy-2025-tynok-ofisnoj-bumagi/> (дата обращения: 09.06.2026).

⁴ Картон в эпоху перемен: эксперты на UPAKEXPO о вызовах рынка, эффективных решениях и диалоге с государством // Там же. URL: <https://upackunion.ru/analitika/karton-v-epohu-peremen-eksperty-na-upakexpo-o-vyzovah-rynka-effektivnyh-resheniyah-i-dialoge-s-gosudarstvom/> (дата обращения: 09.06.2026).

⁵ URL: <https://upackunion.ru/analitika/karton-v-epohu-peremen-eksperty-na-upakexpo-o-vyzovah-rynka-effektivnyh-resheniyah-i-dialoge-s-gosudarstvom/> (дата обращения: 09.06.2026).

⁶ Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) : [официальный сайт]. URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 09.06.2026).

выражении с 2017 года⁷, а оперативные финансовые показатели лесоперерабатывающих предприятий оценены на основе данных мониторинга рентабельности проданных товаров и услуг⁸. Дополнительно привлечены ведомственные сведения Федерального агентства лесного хозяйства, данные ЛесЕГАИС, а также официальные материалы Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации⁹ и Европейской экономической комиссии ООН¹⁰.

Для обеспечения сопоставимости разнородных физических показателей (объемных единиц заготовки круглого леса, весовых показателей выпуска бумаги и нормативного объема древесных отходов) применен метод технико-экономического моделирования балансов древесного сырья. Техничко-экономическая оптимизация таких процессов тесно связана с оценкой и минимизацией удельных энергозатрат при заготовке и первичной переработке древесины непосредственно в условиях лесосеки (Коломинова 2020). Оценка потенциала образования побочных продуктов лесопиления (технологической щепы, опилок) выполнена на основе нормированных коэффициентов выхода сырья: производство 1 м³ пиломатериалов формирует в среднем 0,25–0,30 м³ технологической щепы и до 0,15 м³ опилок. Расчет сырьевого потребления целлюлозно-бумажных производств осуществлен по международной методологии ФАО ООН, устанавливающей средний расход балансовой древесины в объеме 4,5–5,0 м³ на выработку 1 тонны химической целлюлозы. Систематизация динамических рядов образования и переработки промышленных отходов за период 2019–2024 гг. опирается на методические рекомендации Государственного научного центра по промышленным отходам и стандарты ГОСТ 32567-2013¹¹ для круглых лесоматериалов. Кроме того, большое значение имеет научно обоснованная оценка экологических ущербов от лесозаготовок для поддержания баланса между интересами лесного бизнеса и задачами сохранения биоразнообразия (Камбалин и др. 2020).

Оценка макрофинансовых ограничений, блокирующих инвестиции в модернизацию ЦБП, проведена на основе сопоставления результатов импульсных откликов производства на шоки процентных ставок. Использован математический аппарат структурных векторных авторегрессий (далее – SVAR), позволяющий определить эластичность выпуска целлюлозно-бумажной продукции к изменениям ключевой ставки Центрального банка с учетом характерного временного лага в 2–3 месяца (Добронравова 2022). Данный подход позволяет увязать финансовую результативность крупнейших лесохимических холдингов с текущими параметрами монетарного регулирования.

Техничко-технологический блок моделирования опирается на концепцию цифровых двойников непрерывных производств (Жабицкий и др. 2025). Сквозная производственно-технологическая цепочка (далее – ПТЦ) химической переработки древесины формализована в виде направленного графа, где узлами выступают отдельные переделы, а ребрами – технологические потоки, характеризующиеся векторами физико-химических параметров. Для прецизионного регулирования качественных характеристик бумаги на конечной стадии передела CD-control использована математическая модель трехслойной искусственной нейронной сети с алгоритмом обратного распространения ошибки Backpropagation (Слюта 2025). Обучение нейросетевых регуляторов позволило симулировать компенсацию многофакторных отклонений толщины и влажности полотна при использовании нестабильного по фракционному составу вторичного сырья, снижая риски возникновения брака и обрывов на бумагоделательных машинах.

⁷ Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2017 г. в соответствии с ОКПД2 // Там же. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58636> (дата обращения: 09.06.2026).

⁸ Рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг : оперативные данные мониторинга экономики // Там же. URL: <https://fedstat.ru/indicator/58036> (дата обращения: 22.10.2025).

⁹ Обзор лесных ресурсов Российской Федерации : аналитический отчет // Национальное информационное агентство «Природные ресурсы» (НИА-Природа) : [сайт]. URL: <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=4258> (дата обращения: 22.10.2025).

¹⁰ URL: <https://unece.org/sites/default/files/2022-11/russian-federation-country-market-statement-2022-ru.pdf> (дата обращения: 09.06.2026).

¹¹ ГОСТ 32567-2013. Межгосударственный стандарт. Плиты древесные с ориентированной стружкой : (EN 300:2006, NEQ). Москва : Стандартинформ, 2014. 20 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ баланса лесосырьевых ресурсов лесного комплекса Российской Федерации свидетельствует о прогрессирующих диспропорциях в сфере обращения с побочными продуктами лесопиления. Фактическое прекращение экспортных отгрузок технологической щепы и биотоплива в европейские страны вызвало избыточное накопление неиспользуемой древесной массы на промплощадках деревообрабатывающих предприятий. Динамика образования, переработки и накопления древесных отходов за период 2019–2024 гг. приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика образования и утилизации отходов лесопромышленной деятельности предприятий ЛПК Российской Федерации (2019–2024 гг.)

Table 1 – Dynamics of generation and utilisation of waste from forest industry activities of the Russian Federation (2019–2024)

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Наличие отходов на начало отчетного года, т	3 285 761,35	3 058 589,10	1 718 074,80	3 424 851,10	3 207 412,30	3 001 053,50
Образование отходов за отчетный год, т	11 747 477,22	14 833 655,00	7 558 842,50	10 756 276,00	9 496 659,30	14 121 219,00
Утилизировано отходов всего, т	8 665 488,24	9 669 229,40	5 496 902,60	7 811 114,30	6 445 579,70	7 404 908,80
Наличие отходов на конец отчетного года, т	4 353 317,17	3 172 964,00	1 889 134,00	3 298 920,00	3 510 831,00	3 003 929,00

Источник: Составлено автором по данным¹².

Анализ данных позволяет сделать вывод, что при росте годового объема образующихся отходов на 20,2 % (с 11,75 млн тонн в 2019 году до 14,12 млн тонн в 2024 году), показатели их реальной переработки и утилизации сократились на 14,5 % (с 8,67 млн тонн до 7,40 млн тонн). При этом повышение эффективности первичной утилизации и переработки отходов непосредственно на лесосеках позволяет существенно снизить антропогенную нагрузку и предотвратить лесные пожары¹³. Объем неиспользуемого остатка древесных отходов, формирующего избыточное давление на инфраструктуру лесопильных заводов, увеличился более чем в два раза – с 3,08 млн тонн в 2019 году до 6,72 млн тонн в 2024 году. Накопление данного профицита непосредственно связано с отсутствием внутри страны перерабатывающих мощностей, способных компенсировать выпавшие экспортные объемы.

Параллельно в лесопромышленном комплексе сохраняется значительный объем заготовки балансовой древесины, которая традиционно выступает основным полуфабрикатом для выработки целлюлозы. Динамика производства основных категорий круглых лесоматериалов представлена в таблице 2.

Устойчивая ежегодная заготовка круглых хвойных и лиственных балансов в объеме более 30 млн м³ (30,19 млн м³ в 2022 году) подтверждает наличие надежной ресурсной базы для глубокой химической переработки. Надежность сырьевой базы позволяет развивать новые направления химической микронизации целлюлозы, включая получение порошковой и микрокристаллической целлюлозы для нужд пищевой и фармацевтической промышленности (Носкова и др. 2020). Объединение ресурсов низкотоварной балансовой древесины со свободными 6,72 млн тонн отходов лесопиления открывает перспективы для масштабного развития картонно-бумажных производств.

¹² ГОСТ 10700-97. Макулатура бумажная и картонная. Технические условия. Москва : Издательство стандартов, 2001. 11 с. ; ГОСТ 32567-2013. Лесоматериалы круглые. Методы измерения объема. Москва : Стандартиформ, 2014. 20 с. ; Национальный стандарт лесопромышленного комплекса для Российской Федерации : FSC-STD-RUS-02.1-2020 RU / Лесной попечительский совет. Bonn : FSC International Center, 2020. 151 с. ; Методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления. Москва : [б. и.], 2003. 90 с. ; URL: <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=4258> (дата обращения: 22.10.2025).

¹³ Картон в эпоху перемен: эксперты на UPAKEXPO о вызовах рынка, эффективных решениях и диалоге с государством // Там же. URL: <https://upackunion.ru/analitika/karton-v-epohu-peremen-eksperty-na-upakexpo-o-vyzovah-rynka-effektivnyh-resheniyah-i-dialoge-s-gosudarstvom/> (дата обращения: 09.06.2026).

Таблица 2 – Производство основных видов продукции в натуральном выражении

Table 2 – Key product output in physical terms, thousand solid cubic metres

тыс. плотных кубических метров
thousand dense cubic meters

Вид лесоматериалов	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Древесина необработанная	139 876,77	149 427,49	143 083,76	142 824,26	148 456,83	130 750,20
Хвойные породы	90 954,20	93 478,30	88 136,59	88 057,53	89 585,31	78 374,06
из них балансы круглые хвойные	14 029,16	15 111,41	15 966,86	16 020,23	15 074,08	14 846,55
Лиственные породы	33 636,33	41 070,74	41 463,74	41 759,04	45 857,70	41 146,88
из них балансы круглые лиственные	12 428,78	14 586,88	15 965,44	15 551,32	16 989,91	15 347,56

Источник: Составлено автором по данным ЕМИСС¹⁴.

Опережающая динамика сегмента тарных картонов и гофроупаковки на протяжении последних лет определялась ростом спроса на экологичную упаковку, хотя рынок традиционных видов бумаг демонстрировал тенденцию к сжатию¹⁵. Тем не менее по итогам 2025 года внутренний рынок упаковочных материалов из гофрированного картона и тарных картонов вошел в фазу структурного перепроизводства. Скорость наращивания производственных мощностей целлюлозных комбинатов в три раза опередила динамику реального потребления упаковки внутри страны, которая в 2025 году выросла всего на 1 % из-за замедления темпов роста пищевой промышленности¹⁶. Результатом данного дисбаланса стало заполнение складов готовой продукции, падение цен и переход к жесткому демпингу со стороны ключевых холдингов¹⁷.

Ситуация осложнилась изменением пропорций используемого сырья в гофрокартоне. Под воздействием удорожания первичной целлюлозы и ужесточения требований РОП произошло смещение структуры волокна в пользу макулатурного сырья (макулатура заняла 60 % рынка, целлюлоза – 40 %), поскольку вторичное сырье обходится на 15–30 % дешевле первичного целлюлозного волокна¹⁸. При этом вовлечение макулатуры снижает показатели прочности тары, что требует введения компенсирующих полимерных присадок.

В сегменте потребительских коробочных картонов зафиксированы успешные результаты импортозамещения за счет вывода на проектную мощность линий мелованного картона FVB на КБК «КАМА» и картона SBB на АО «Сыктывкарский ЛПК», что позволило довести долю отечественной продукции в этом сегменте до 81 %¹⁹. Однако полноценное функционирование рециклинговых производств блокируется нормативной неопределенностью в законодательстве о РОП, где отсутствие четких критериев понятия «утилизация» сдерживает переработчиков от расширения мощностей.

Преодоление выявленных ограничений требует сопряжения макроэкономического регулирования с технологической модернизацией предприятий. Использование цифровых двойников ПТЦ позволяет проводить непрерывный мониторинг и балансовое согласование потоков сырья, энергии и готовой продукции на всех технологических переделах ЦБП, минимизируя влияние нестабильности свойств входящих отходов (Жабицкий и др. 2025).

¹⁴ Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2017 г. в соответствии с ОКПД2 // ЕМИСС : [официальный сайт]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58636> (дата обращения: 09.06.2026).

¹⁵ Воронцова Е. А. Анализ российского рынка бумаги и бумажных изделий // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2020. № 2 (42). С. 7–12.

¹⁶ URL: <https://upackunion.ru/analitika/karton-v-epohu-peremen-eksperty-na-upakexpo-o-vyzovah-rynka-effektivnyh-resheniyah-i-dialoge-s-gosudarstvom/> (дата обращения: 09.06.2026).

¹⁷ Там же.

¹⁸ Там же.

¹⁹ Тенденции на рынке упаковки: влияние глобальных экономических трендов и внутренних запросов ритейла // UpackUnion : [сайт]. URL: <https://upackunion.ru/analitika/tendenczii-na-rynke-upakovki-vliyanie-globalnyh-ekonomicheskikh-trendov-i-vnutrennih-zaprosov-ritejla/> (дата обращения: 09.06.2026).

Реальным примером внедрения принципов наилучших доступных технологий в ЦБП выступает модернизация ТЭЦ АО «Сыктывкарский ЛПК» (Караваяев и Черкасская 2024). Замена трех старых котельных установок на многотопливный корьевого котел производительностью 277 т/ч обеспечила глубокую утилизацию кородревесных отходов и обезвоженного осадка сточных вод в пузырьковом кипящем слое. Эколого-экономические результаты модернизации характеризуются:

1) ростом выработки «зеленой» электрической энергии на базе КДО с 57,3 млн кВт·ч (2019) до 467,3 млн кВт·ч (2023);

2) увеличением доли «зеленой» энергии в общем объеме генерации ТЭЦ с 2,0 % до 15,8 %;

3) сокращением потребления ископаемого природного газа на 99 млн м³ в год.

4) снижением валовых выбросов парниковых газов на 185,8 тыс. тонн в эквиваленте CO₂.

Для снижения дефицита качественной балансовой древесины в зонах активного промышленного освоения эффективным инструментом выступает переход к интенсивному ведению лесного хозяйства. На примере лесопитомника АО «СЛПК» производительностью 8,6 млн сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой доказана возможность искусственного лесовосстановления с практически 100-процентной приживаемостью (Караваяев и Черкасская 2024). На конечной стадии передела в процессе сушки и формования полотна на скоростных БДМ – прецизионное регулирование качественных характеристик бумаги по ширине полотна (CD-control) на основе нейросетевых регуляторов с алгоритмом обратного распространения ошибки обеспечивает точечную компенсацию отклонений влажности и массы 1 м² (Слюта 2025). Это снижает вероятность обрывов полотна на БДМ, минимизирует объем технологического брака и сокращает удельные энергозатраты. Для систематизации и практического внедрения предложенных решений разработан комплексный организационно-экономический механизм, направленный на устранение структурных ограничений и декарбонизацию производственных цепочек лесного комплекса (рисунок).

Представленный механизм структурирует процесс трансформации ресурсного потенциала лесопиления в устойчивые экономические эффекты через интеграцию сырьевых, финансовых и цифровых потоков, обеспечивая снижение зависимости отрасли от внешней конъюнктуры.

ВЫВОДЫ Проведенное исследование подтверждает, что ЛПК Российской Федерации находится в состоянии глубокого структурного сырьевого дисбаланса, характеризующегося избыточным накоплением неиспользуемых отходов лесопиления (достигших в 2024 году исторического максимума в 6,72 млн. тонн) при стабильно высоком уровне заготовки балансовой древесины (свыше 30 млн м³). Введение внешнеторговых и внутренних регуляторных ограничений заблокировало традиционные европейские каналы экспорта низкомаржинального сырья, а поставки в азиатском направлении оказались экономически неэффективными из-за высоких логистических затрат²⁰.

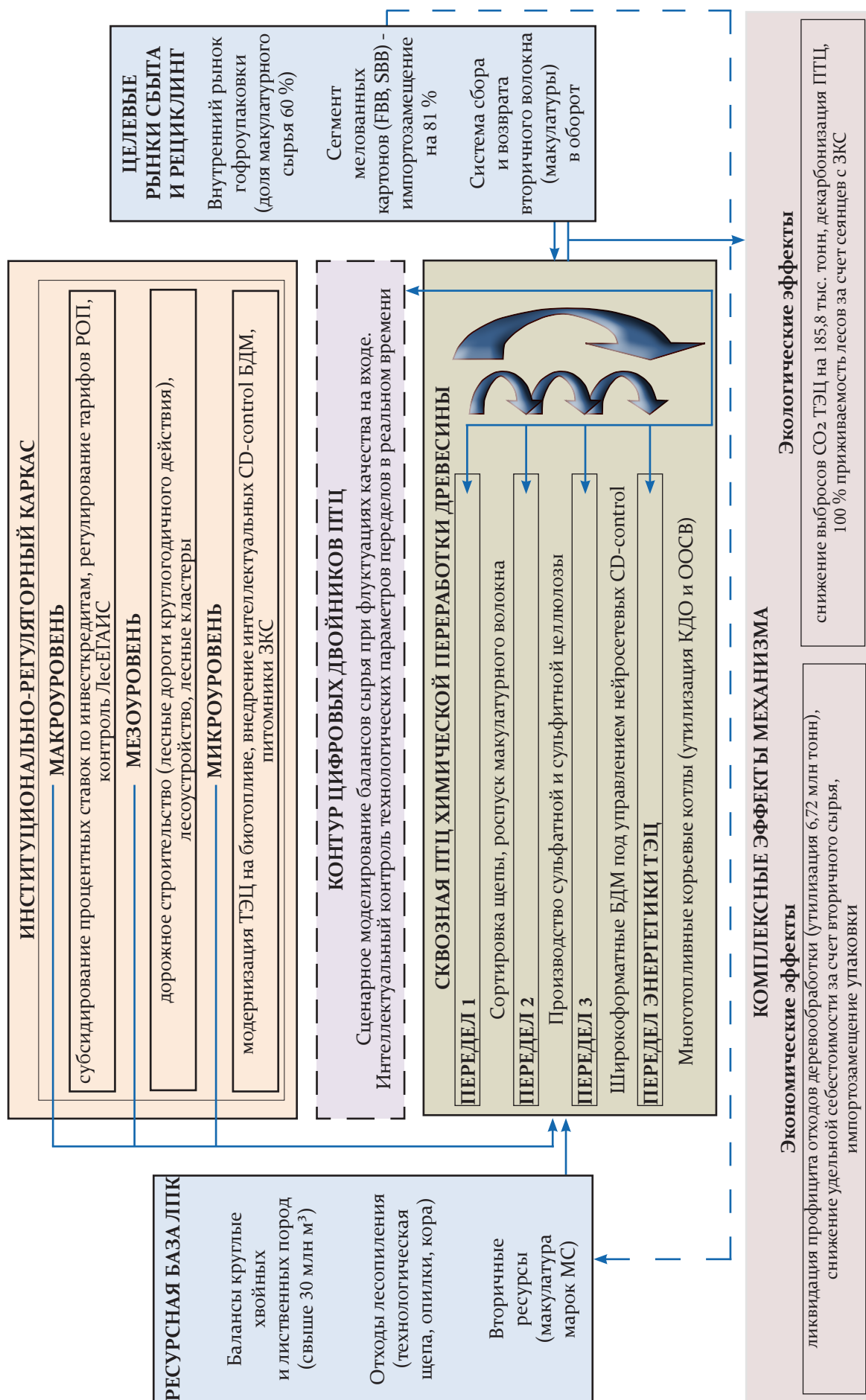
Единственным эффективным каналом масштабного поглощения образовавшегося сырьевого профицита и повышения добавленной стоимости лесного комплекса выступает целлюлозно-бумажная промышленность, однако ее развитие сдерживается нестабильностью спроса на внутреннем рынке, пространственными диспропорциями и макрофинансовыми ограничениями. Традиционный сегмент офисной бумаги переживает сжатие под влиянием цифровизации документооборота²¹, а наиболее привлекательное направление производства тарных картонов и гофроупаковки вошло в фазу структурного перепроизводства с опережающим ростом предложения и заполнением складов²². Дополнительным барьером выступает нормативный дуализм в администрировании механизмов РОП, препятствующий наращиванию переработки вторичного волокна (макулатуры), доля которого в сырьевой структуре гофропроизводства к 2025 году достигла доминирующих 60 %²³.

²⁰ URL: <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=4258> (дата обращения: 22.10.2025).

²¹ URL: <https://upackunion.ru/stati/bumazhnye-trendy-2025-rynok-ofisnoj-bumagi/> (дата обращения: 09.06.2026).

²² URL: <https://upackunion.ru/analitika/karton-v-epohu-peremen-eksperty-na-upakexpo-o-vyzovah-rynka-effektivnyh-resheniyah-i-dialoge-s-gosudarstvom/> (дата обращения: 09.06.2026).

²³ Там же.



Источник: Разработано автором.

Рисунок. Организационно-экономический механизм устранения структурных ограничений и декарбонизации технологических цепочек ЦБП
Figure. Organizational and economic mechanism for eliminating structural constraints and decarbonizing technological chains of the pulp and paper industry

Эконометрический анализ реакции промышленных отраслей на монетарное регулирование доказывает высокую чувствительность ЦБП к шокам процентных ставок (Добронравова 2022; Kolodii et al. 2019). Капиталоемкий характер проектов модернизации комбинатов и зависимость крупнейших лесохимических холдингов от заемного финансирования в условиях жесткой денежно-кредитной политики ведут к снижению рентабельности и отложенному падению объемов выпуска. Сложившаяся ситуация усугубляется иррациональной пространственной организацией производства, характеризующейся концентрацией до 81 % мощностей в региональных центрах и низкой плотностью лесных дорог, удорожающей доставку сырья (Шишелов 2022).

Для обеспечения стабильного функционирования предприятий ЦБП при вовлечении в оборот нестабильного по фракционному составу вторичного сырья обоснована необходимость перехода к сквозному проектированию технологических процессов на основе концепции цифровых двойников ПТЦ (Жабицкий и др. 2025). На микроуровне внедрение нейросетевых адаптивных регуляторов параметров влажности, толщины и массы полотна на БДМ обеспечивает прецизионный контроль качества готовой продукции и минимизирует обрывность (Слюта 2025). Внедрение принципов наилучших доступных технологий на уровне энергетических комплексов комбинатов (утилизация КДО в многотопливных котлах для выработки «зеленой» энергии, обеспечившая на АО «СЛПК» снижение выбросов CO₂ на 185,8 тыс. тонн) в сочетании с интенсивным лесовосстановлением сеянцами с закрытой корневой системой формирует экономику замкнутого цикла и декарбонизацию всей цепочки химической переработки древесины (Караваев и Черкасская 2024).

Преодоление структурных ограничений ЛПК требует перехода от пассивного рыночного саморегулирования к модели целенаправленного государственного содействия. Разработанный организационно-экономический механизм предусматривает сопряжение сырьевых, финансовых и цифровых потоков. Практическая реализация предложенных направлений (субсидирование процентных ставок по долгосрочным кредитам для проектов ЦБП, устранение нормативных лагун в механизме РОП и развитие региональной дорожной инфраструктуры) позволит трансформировать экологическое и экономическое бремя накопленного профицита древесных отходов в высоколиквидный промышленный и климатический капитал, гарантируя экономическую безопасность лесного комплекса Российской Федерации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

Василенко О. А. Вопросы экономической безопасности и государственного управления в контексте стратегии экономической безопасности России // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2020. Т. 16, № 1 (382). С. 60–79. <https://doi.org/10.24891/ni.16.1.60>

Vasilenko, O'l'ga A. 2020. "Voprosy ekonomicheskoy bezopasnosti i gosudarstvennogo upravleniya v kontekste strategii ekonomicheskoy bezopasnosti Rossii" ["Issues of economic security and public administration in terms of Russia's economic security strategy"] (In Russ.). *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost' [National Interests: Priorities and Security]* 16, no. 1 (January):60–79. <https://doi.org/10.24891/ni.16.1.60>

Добронравова Е. П. Эконометрический анализ влияния монетарной политики на отрасли российской промышленности // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2022. № 3 (55). С. 45–60. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2022-55-3-3>

Dobronravova, Elizaveta P. 2022. "Ekonometricheskij analiz vliyaniya monetarnoj politiki na otrasli rossijskoj promyshlennosti" ["Econometric analysis of the impact of monetary policy on Russian industrial sectors"] (In Russ.). *Zhurnal Novej ekonomicheskoy associacii [Journal of the New Economic Association]* 55, no. 3 (September):45–60. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2022-55-3-3>

Ежова В. А. Определение потенциала производства и реализации продукции предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*. 2007. Т. 22, № 53. С. 101–104.

Ezhova, Victoria A. 2007. "Opredelenie potentsiala proizvodstva i realizacii produkci predpriyatiyami cellyulozno-bumazhnoj promyshlennosti" ["Determination of Russian regional markets' potential for manufacturing and selling of pulp-and-paper products and development of enterprises in this branch"] (In Russ.). *Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena [Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences]* 22, no. 53 (December):101–4.

Есаян С. К., Белов В. И. Проблемы и перспективы развития внешнеэкономической деятельности в РФ // *Научный электронный журнал Меридиан* : [сетевое издание]. 2020. № 2 (36). С. 552–554. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41803792_90827462.pdf

- Esayan, Satik K., and Valeriy I. Belov. 2020. "Problemy i perspektivy razvitiya vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti v RF" ["Problems and prospects of development of foreign economic activity in Russia"] (In Russ.). Nauchnyy elektronnyy zhurnal Meridian [Scientific electronic journal Meridian] 36, no. 2:552–4. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41803792_90827462.pdf
- Иванов П. И. О декриминализации лесопромышленного комплекса страны // *Аграрное и земельное право*. 2025. № 11. С. 518–520. https://doi.org/10.47643/1815-1329_2025_11_518
- Ivanov, Pyotr I. 2025. "O dekriminalizacii lesopromyshlennogo kompleksa strany" ["On decriminalization of the timber industry in the country"] (In Russ.). Agrarnoe i zemel'noe pravo [Agrarian and land law], no. 11 (November):518–20. https://doi.org/10.47643/1815-1329_2025_11_518
- Концепция инструментов цифрового моделирования комплексных технологий на полном жизненном цикле инновационных производств / Жабицкий М. Г., Андриенко Ю. А., Конев Ю. Н. [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. 2025. Т. 13, № 8. С. 41–50.
- Zhabitskii, Mikhail G. [et al.]. 2025. "Konceptiya instrumentov cifrovogo modelirovaniya kompleksnyh tekhnologij na polnom zhiznennom cikle innovacionnyh proizvodstv" ["Complex digital modeling tools concept for the innovative industries technologies life cycle"]. (In Russ.). [International Journal of Open Information Technologies] 13, no. 8 (August):41–50.
- Камбалин В. С., Вашукевич Е. В., Музыка С. М., Ященко Г. Н. Научно-методические подходы к оценке ущербов от лесозаготовок на примере Иркутской области // *Вестник охотоведения*. 2020. Т. 17, № 3. С. 211–220.
- Kambalin, Viktor S. [et al.]. 2020. "Nauchno-metodicheskie podhody k ocenke ushcherbov ot lesozagotovok na primere Irkutskoj oblasti" ["Scientific and methodological approaches to the assessment of damage from logging on the example of the Irkutsk region"] (In Russ.). Vestnik ohotovedeniya [Bulletin of Hunting] 17, no. 3 (September):211–20.
- Караваяев Д. А., Черкасская С. В. Экологические и климатические инициативы Сыктывкарского лесопромышленного комплекса // *Охрана окружающей среды и заповедное дело*. 2024. Т. 5, № 4. С. 77–85.
- Karavaev, Dmitry A., and Svetlana V. Cherkasskaya. 2024. "Ekologicheskie i klimaticheskie iniciativy Syktyvkarskogo lesopromyshlennogo kompleksa" ["Environmental and climate initiatives of Syktyvkar timber industry complex"] (In Russ.). Ohrana okruzhayushchej sredy i zapovednoe delo [Environment protection and nature reserve management] 5, no. 4:77–85.
- Коломинова М. В. Расчет удельных энергозатрат для технологий лесосечных работ с углубленной переработкой древесины // *Системы. Методы. Технологии*. 2020. № 1 (45). С. 91–97. <https://doi.org/10.18324/2077-5415-2020-1-91-97>
- Kolominova, Marina V. 2020. "Raschet udel'nyh energozatrat dlya tehnologij lesosechnyh rabot s uglublennoy pererabotkoj drevesiny" ["Calculation of specific energy costs for logging technologies with advanced wood processing"] (In Russ.). Sistemy. Metody. Tehnologii [Systems Methods Technologies] 45, no. 1 (March):91–7. <https://doi.org/10.18324/2077-5415-2020-1-91-97>
- Носкова О. А., Сахно Н. В., Фонарев В. Д., Хакимов Р. Р. Возможность использования целлюлозы для бумажного производства в качестве сырья при получении порошковой целлюлозы // *Химия. Экология. Урбанистика*. 2020. Т. 4. С. 128–132.
- Noskova, Olga A. [et al.]. 2020. "Vozmozhnost' ispol'zovaniya cellyulozy dlya bumazhnogo proizvodstva v kachestve syr'ya pri poluchenii poroshkovoj cellyulozy" ["Possibility of using cellulose for paper production as a raw material when producing powder cellulose"] (In Russ.). Himiya. Ekologiya. Urbanistika [Chemistry. Ecology. Urbanism] 4 (December):128–32.
- Слюта М. О. Управление технологическими процессами производства бумаги по ширине полотна с использованием интеллектуальных технологий // *Инженерный вестник Дона* : [сетевое издание]. 2025. № 9 (129). С. 656–664.
- Slyuta, Marina O. 2025. "Upravlenie tekhnologicheskimi processami proizvodstva bumagi po shirine polotna s ispol'zovaniem intellektual'nyh tekhnologij" ["Control of technological processes of paper production across the width of the web using intelligent technologies"]. Inzhenernyy vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don], 129, no. 9 (September):656–64.
- Шишелов М. А. Ограничения и возможности развития лесопереработки северного региона (на примере Республики Коми) // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки*. 2022. № 3. С. 279–289. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2022.3.19>
- Shishelov, Maksim A. 2022. "Ogranicheniya i vozmozhnosti razvitiya lesopererabotki severnogo regiona (na primere Respubliki Komi)" ["Limitations and opportunities for the development of wood processing in the northern region (the case of the Komi Republic)"] (In Russ.). Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Social'no-ekonomicheskie nauki [PNRPU. Sociology and Economics Bulletin], no. 3 (September):279–89. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2022.3.19>
- Blanchard J.-M. F., Ripsman N. M. *Economic statecraft and foreign policy: Sanctions, incentives, and target state calculations*. Abingdon : Routledge, 2013. 266 p. <https://doi.org/10.4324/9780203098172>
- Blanchard, Jean-Marc F., and Norrin M. Ripsman. 2013. *Economic statecraft and foreign policy: Sanctions, incentives, and target state calculations* 266. Abingdon : Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203098172>
- Mensah P. [et al.]. The global supply chain of wood products: A literature review // *Forests*. 2025. Vol. 16. № 7. P. 1036. <https://doi.org/10.3390/f16071036>

- Mensah, Prosper [et al.]. 2025/ "The global supply chain of wood products: A literature review." *Forests* 16, no. 7 (June):1036. <https://doi.org/10.3390/f16071036>
- Kolodii S., Gariaga L., Rudenko M., Kolodii S. Econometric analysis of indicators of development of financial and real economic sectors // *Financial and credit activity problems of theory and practice*. 2019. Vol. 31, № 4. P. 279–290. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v4i31.190917>
- Kolodii, Serhii [et al.]. 2019. "Econometric analysis of indicators of development of financial and real economic sectors." *Financial and credit activity problems of theory and practice* 31, no. 4 (January):279–90. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v4i31.190917>