

**ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.53>

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ
ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

Научная статья

Хаертдинова А.А.¹, Сафина А.В.²*

¹ ORCID : 0000-0002-4556-7081;

² ORCID : 0000-0002-7344-9242;

^{1,2} Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (alb_saf[at]mail.ru)

Аннотация

В статье проведен анализ состояния лесоперерабатывающей отрасли России в динамике за последние 8-10 лет. Согласно статистическим данным, в настоящее время наблюдается рост объема производств в денежном выражении даже в условиях санкционных ограничений. В качестве базы данных для проведения анализа использовались статистические показатели развития отрасли, отражающие вклад в экономический потенциал страны. Проведен корреляционный анализ, который позволил определить зависимость эффективности переработки древесных отходов от различных индикаторов и выявить наиболее значимые из них. В качестве индикаторов приняты валовой внутренний продукт, объемы отгруженных товаров по видам деревообрабатывающих производств, экспорт неотработанной древесины, инвестиции в основной капитал отрасли, инвестиции государства в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР). Высокие коэффициенты корреляции установлены для таких переменных как общий объем производства изделий из древесины и валовой внутренний продукт страны, что обуславливает необходимость внедрения перспективных инновационных технологий рециклинга древесных отходов. Тесная связь показателей ассигнований на НИОКР, как из госбюджета, так и за счет коммерческих предприятий подтвердила данную гипотезу о наукоемкости процесса переработки отходов.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, древесные отходы, рециклинг, эффективность, корреляционный анализ.

CORRELATION ANALYSIS OF FACTORS DETERMINING THE EFFICIENCY OF WOOD WASTE RECYCLING

Research article

Khaertdinova A.A.¹, Safina A.V.²*

¹ ORCID : 0000-0002-4556-7081;

² ORCID : 0000-0002-7344-9242;

^{1,2} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

* Corresponding author (alb_saf[at]mail.ru)

Abstract

The article analyses the state of the Russian forest processing industry in dynamics over the last 8-10 years. According to statistical data, there is currently an increase in the volume of production in monetary terms even under the conditions of sanctions restrictions. The statistical indicators of the industry development reflecting the contribution to the economic potential of the country were used as a database for the analysis. The correlation analysis was carried out to determine the dependence of the efficiency of wood waste processing on various indicators and to identify the most significant of them. Gross domestic product, volumes of shipped goods by types of woodworking industries, export of unprocessed wood, investments in fixed capital of the industry, government investments in research and development (R&D) were taken as indicators. High correlation coefficients are established for such variables as the total volume of production of wood products and the gross domestic product of the country, which determines the need for the introduction of promising innovative technologies of wood waste recycling. The close relationship between the indicators of allocations for R&D, both from the state budget and at the expense of commercial enterprises, confirmed this hypothesis about the knowledge-intensive nature of the waste recycling process.

Keywords: forest industry complex, wood waste, recycling, efficiency, correlation analysis.

Введение

Леса в Российской Федерации занимают более четверти мировых запасов древесной массы, являясь экологическим каркасом и важным ресурсом для экономики страны. Лесопромышленный комплекс обладает не меньшим потенциалом, чем нефтегазовая и металлургическая отрасли и вносит вклад в экономический рост и повышение благосостояния населения [1]. По данным Росстата, на 1 января 2023 года в данном секторе экономики страны численность занятых составила 594,6 тыс. человек (0,5% общего количества рабочей силы страны), которые вносят свой вклад в отечественный валовой внутренний продукт (0,5% общей добавленной стоимости страны). Это старейшая отрасль российской экономики, деятельность которой связана с заготовкой и переработкой древесины.

Благодаря лесу человечество получает разнообразный строительный материал, бумагу и мебель, топливо и ткани, посуду и лаки и т.д.

Деловая древесина – это основной продукт отрасли, значительная доля которой идет на экспорт. Долгие годы Россия занимала второе место по экспорту древесины, уступая только США, однако с изменением геополитической ситуации в мире картина изменилась, и Россия в настоящее время переместилась на 6 место по значению этого показателя.

Российские лесопромышленники преодолевают серьезные трудности в связи с глобальными макроэкономическими изменениями. В этих условиях корректируются показатели Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года [2]. Уточняются целевые индикаторы, определяющие параметры развития лесной промышленности в долгосрочной перспективе (с учетом увеличения доли данного сектора экономики в валовом внутреннем продукте). Одним из главных направлений является повышение уровня обработки и переработки древесины, а также масштабирования технологических цепочек получения продукции из древесины с высокой долей добавленной стоимости [3].

Повышение эффективности использования лесных ресурсов, глубокая переработка древесной биомассы, создание мало- и безотходных производств являются основными направлениями перехода лесоперерабатывающей отрасли России к современному высокодоходному и экологически устойчивому развитию. Организация переработки лесосечных отходов может обеспечить рост товарной продукции не менее чем на 10-15%. Практическая значимость глубокой переработки лесных ресурсов и необходимость ее экономической оценки определили цель настоящей работы, заключающейся в анализе показателей развития лесоперерабатывающей отрасли России в динамике за последние 8-10 лет, проведении корреляционного анализа и выявлении факторов, определяющих эффективность переработки древесных отходов.

Методы и принципы исследования

Достижение поставленной цели работы было произведено на основе применения общенаучных методов и способов. В качестве базовых методов использовались статистические, аналитические и эмпирические методы анализа, предполагающие наличие динамических рядов по показателям, оказывающим влияние на эффективность переработки древесных отходов. В качестве информационной базы использовались официальные статистические данные Росстата [4].

Статистический и эмпирический методы анализа позволяют исследовать массивы данных и получать из них направление динамики показателей во времени. На базе полученного уровня ряда абсолютных и относительных величин можно проследить за процессом развития исследуемого показателя. Динамические ряды по показателям производства обработки древесины, объема отгруженных товаров по лесоперерабатывающему комплексу, образования древесных отходов использованы для анализа изменений этих значений, позволяющих оценить степень их расхождений, определить темпы их роста и рассчитать абсолютные и относительные разницы. Посредством логического анализа были выявлены индикаторы, которые впоследствии заложены как факторы для обработки и проведения процедуры корреляционной зависимости.

Корреляционный анализ позволил выявить связи между изучаемым показателем эффективности переработки древесных отходов и факторами, оказывающие влияние на исследуемый индикатор. Оценка тесноты связи в линейной зависимости между переменными, приближенная к единице объясняет сильную связь между измеряемыми величинами. При увеличении значения одной величины происходит закономерное увеличение другой, и наоборот, низкий коэффициент корреляции свидетельствует об отсутствии прямой зависимости и слабом влиянии на исследуемый показатель. Засуживает внимания и следует акцентироваться на показателях с высокой степенью тесноты связи между переменными для выявления возможностей наращивания экономического потенциала с целью улучшения результирующего показателя.

Основные результаты

Динамика темпов роста обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки (кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения) по годам представлена в табл. 1 в процентах к соответствующему периоду прошлого года.

Таблица 1 - Индекс обработки древесины и производства изделий из дерева и пробки

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.53.1>

2015, %	2016, %	2017, %	2018, %	2019, %	2020, %	2021, %	2022, %	2023, %	2024, %*
100,5	108,2	104,9	114,1	106,2	98,0	111,9	90,9	99,8	108,0

Примечание: по данным Росстата; по ист [4]; * - январь-март 2024 г.

Как видно из данных таблицы, с 2008 г. наблюдается устойчивый темп роста и положительная динамика производства изделий из древесины. Снижение объемов производства в 2020 году объясняется пандемией, связанной с короно-вирусной инфекцией, охватившей весь мир, что и привело к сокращению объемов производств и снижению темпов экономического развития всех стран мира. К стагнации отрасли в 2022 г. привело беспрецедентное количество санкций по отношению к России со стороны ведущих стран мира. Однако данные за последний отчетный год

свидетельствует о быстром восстановлении производства [5]. Как видно по данным Росстата, представленным в табл.2, в номинальном выражении объемы производства также растут.

Таблица 2 - Объем отгруженных товаров по лесоперерабатывающему комплексу

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.53.2>

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024**
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, млн. руб	46814	56530	52220	70672	96025	61718	77554	86143
Распиловка и строгание древесины, млн. руб	17493	18887	19238	23480	30955	22123	28373	32775
Производство изделий из дерева, пробки, соломки и материалов для плетения, млн. руб	29321	37643	32983	47193	65070	39595	49181	53368
Итого по отрасли, млн. руб	46814	56530	52220	70672	96025	61718	77554	86143

Примечание: по данным Росстата; по ист. [4]; ** - январь-март 2024 г.

Согласно статистическим данным, сокращение объемов продаж в 2022 году оказалось настолько существенным, что в номинальном выражении объем продаж не достиг предыдущего года, уменьшение составило 34,3 млрд. руб. При этом индекс цен производителя в отрасли в 2022 г. составил лишь 108,99%, что не способствовало росту денежного объема, в то время как в 2021 году цены выросли на 40,87%, что и обеспечило высокий прирост в 2021 году (25,4 млрд. руб.). О восстановление деятельности отрасли свидетельствуют данные за первый квартал 2024 года. За первые три месяца работы предприятий лесопромышленного комплекса объемы производства в денежном выражении достигли более 86 млрд. руб. Это больше, чем за весь 2023 год на 8,6 млрд. руб. в номинальном выражении и на 18,9% больше, чем в 2022 году в реальном выражении. В ближайшей перспективе (к 2030 году) планируется увеличить объемы производства лесного комплекса и довести долю добавленной стоимости в валовом внутреннем продукте страны до 1 процента, против 0,5% в 2023 году, численность занятых должна возрасти на 40%. В сложившейся тенденции развития отрасли – это вполне реальная задача.

На каждой стадии промышленного производства происходит образование отходов, которые легко могут превратиться в «отходы от производства» и быть утилизированы. Ежегодно по данным Росстата на предприятиях лесоперерабатывающего комплекса происходит образование от 20 до 30 млн. тонн древесных отходов. Практика переработки таких отходов мало чем отличается от переработки бытовых отходов или отходов полимерной продукции. Полимерные отходы в большинстве подлежат захоронению, т.к. они плохо разлагаются и долго сохраняют свои первоначальные свойства. Только половина всех произведенных полимерных отходов подлежит переработке [6], [7].

Вопрос переработки древесины решается совсем другим способом. Как говорил основатель крупнейшей в Европе компании по переработке древесины «Egger» Фритц Эггер: «Древесина – слишком ценный материал, чтобы его просто выбрасывать!». Отходы древесины, как ни какие другие отходы не должны быть утилизированы, т.к. они представляют собой ценный материал для вторичной обработки и использования [8]. Простая утилизация отходов представляет собой потери материальных и энергетических ресурсов.

По данным табл.3 можно видеть, какое количество древесных отходов образуется в России от деятельности предприятий лесопромышленного комплекса.

Таблица 3 - Динамика образования древесных отходов в России

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.53.3>

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Древесные отходы, тыс. тонн	85,0	87,0	90,0	92,0	93,0	90,6

Примечание: по ист. [4]

Большая часть отходов остается не востребованной и только половина из них подвергается переработке. По оценкам специалистов организация переработки отходов экономически выгодна, рентабельность такой деятельности составляет 20-22%.

Обсуждение

Для определения факторов, определяющих эффективность переработки древесных отходов, был произведен корреляционный анализ. В качестве индикаторов, которые были положены в основу анализа рассматривались следующие показатели: валовой внутренний продукт (ВВП), объемы отгруженных товаров по видам деревообрабатывающих производств (изделий из древесины, пилопродукция, производство древесно-стружечных плит и древесно-полимерных композитов), экспорт неотработанной древесины, инвестиции в основной капитал отрасли, инвестиции государства в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) [9].

В качестве гипотезы были выдвинуты следующие предположения:

- чем выше уровень производства, тем выше уровень образования отходов;
- чем больше инвестиций основной капитал лесоперерабатывающей отрасли, тем эффективнее переработка и сокращение отходов;
- чем выше экспорт необработанной деловой древесины, тем меньше уровень отходов;
- чем выше объем производства из древесных отходов готовой продукции, тем лучше показатели управления древесными отходами;
- чем больше вложения государства в НИОКР, тем эффективнее переработка отходов лесного производства и лучше развиты процессы их вторичного использования.

В результате анализа выявлены следующие связи согласно критерию корреляции Пирсона (табл. 4).

Таблица 4 - Результаты корреляционного анализа по образованию древесных отходов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.53.4>

Индикаторы	Коэффициенты Пирсона
Валовой внутренний продукт (ВВП)	0,916546
Производство изделий из древесины	0,941879
Распиловка и строгание древесины	0,597626
Производство древесно-стружечных плит и древесных композитов	0,824442
Инвестиции в основной капитал деревообрабатывающей отрасли	0,546623
Экспорт необработанной деловой древесины	-0,614375
Ассигнования на НИОКР, в т. ч.:	0,790644
Государственные ассигнования	0,700299
Коммерческие расходы предприятий	0,765403

Примечание: коэффициенты Пирсона, отн. ед

Как видно по данным табл. 4, наиболее устойчивые связи прослеживаются между переменными показателями общего производства изделий из древесины (0,941879) и валовым внутренним продуктом страны (0,916546). Исходя из предположения, что эти показатели находятся в функциональной зависимости, факт высокой тесноты связи свидетельствует о том, что при увеличении производства будет, соответственно, увеличиваться и образование отходов. При увеличении производства изделий из древесины на 1 рубль увеличение образования отходов увеличится на 94 копейки.

С точки зрения анализа большой интерес представляет сравнение двух независимых показателей, когда изменение одного показателя не вызывает неизбежное изменение другого. Рассмотрение вероятностных зависимостей, не имеющих функционального характера, представляет особый интерес с точки зрения определения эффективности управления образованием древесных отходов и подтверждение выдвинутых в исследовании гипотез.

Распиловка и строгание древесины имеет слабую связь с результирующим показателем (0,596623), так как на этом этапе производства уже нет активного образования отходов древесины.

Экспорт необработанной деловой древесины имеет среднюю и обратную связь, т.е. это означает, что две переменные движутся в противоположном направлении. Повышение экспорта необработанной деловой древесины приводит к уменьшению древесных отходов. Однако в связи с введенным запретом на вывоз ценных лиственных пород, а также хвойных деревьев (за последние десятилетие – это сокращение составило около 9-10%), снижение образования отходов оказалось не столь существенным.

Интерес представляет результат анализа коэффициента корреляции производства древесно-стружечных плит и древесных полимерных композитов (0,824442), который свидетельствует о прямой зависимости с процессом образования отходов древесины. Отсюда следует, что чем выше уровень производства изделий с применением древесных материалов, в том числе и отходов, тем выше уровень использования отходов древесины.

Тесная связь продемонстрирована и между показателями ассигнований на НИОКР. Общий коэффициент составил 0,790644, в том числе ассигнования из государственного бюджета – 0,700299 (что составляет третью часть всех вложений в отрасль) и коммерческие расходы предприятий – 0,765403. Полученные значения подтвердили гипотезу, что переработка древесных отходов является наукоемким процессом, требующим развития научно-технических исследований, расширения исследовательской базы и внедрения инновационных технологий.

Заключение

Глобальное значение лесоперерабатывающей отрасли увеличивает коллективную ответственность по сохранению и воспроизводству лесов, внедрению технологий глубокой переработки древесины и создание мало- и безотходных производств. Это путь перехода на экономику замкнутого цикла или циркулярную экономику [10]. Проведенный анализ позволил подтвердить гипотезу, что эффективность переработки древесных отходов и уровень рециклинга в лесоперерабатывающих отраслях зависит от вложений в эту сферу. Индикаторами при этом выступают вложения в научно-исследовательские и конструкторские работы, а также действующие производства, занимающиеся выпуском готовой продукции с последующей переработкой древесных отходов.

Тесная связь между переменными показателями общего производства изделий из древесины и валовым внутренним продуктом страны свидетельствует, о том, что при увеличении производства будет, соответственно, увеличиваться и образование отходов. Именно поэтому необходимо стимулировать научные исследования, развитие высокотехнологичных производств и передовых технологий в области рециклинга древесных отходов, подтверждением чему является тесная связь между показателями ассигнований на НИОКР.

Государство и бизнес имеют одинаковое желание вкладываться в это направление развития отрасли. Этот факт – подтверждение того, что у предприятий и бизнеса есть стимулы к комплексной переработке древесины с получением продукции с высокой долей добавленной стоимости.

Проведенный анализ и полученные данные могут быть использованы для получения прогнозных моделей изменений в лесоперерабатывающей отрасли и выработки управленческих механизмов для перехода к устойчивому развитию предприятий и производству конкурентоспособной продукции из древесины.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Мишкин Д.В., Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.53.5>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Mishkin D.V., Pacific State University, Khabarovsk, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.53.5>

Список литературы / References

1. Pyzhev A. Ecological and economic modelling of the forestry problems of Russia / A. Pyzhev, R. Sharafutdinov, I. Borisova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2020. — 753. — p. 082004. — DOI: 10.1088/1757-899X/753/8/082004..
2. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 11 февраля 2021 г. N 312-р. — URL: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdlxID77KCTL.pdf> (дата обращения: 08.04.2024).
3. Сафина А.В. Теоретические аспекты комплексной переработки древесины / А.В. Сафина, Р.Р. Хасаншин, Ш.П. Мухаметзянов и др. — Казань: Школа, 2020. — 118 с.

4. Статистический сборник // Промышленность России 2023. — 2023 — URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 08.04.2024)
5. Khaertdinova A. European waste management experience: yesterday, today, tomorrow / A. Khaertdinova, D. Sultanova, A. Karimov // E3S Web of Conferences : 2nd International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021. — St.Petersburg, 2021. — № 247. — DOI: 10.1051/e3sconf/202124701008.
6. Sultanova D. Waste management as an element of sustainable development of the circular economy in the European Union / D. Sultanova, A. Maliashova, S. Gadelshina // E3S Web of Conferences: 2nd International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021. — St.Petersburg, 2021. — № 247. — DOI: 10.1051/e3sconf/202124701008.
7. Хаертдинова А.А. Управление отходами: достижения и проблемы / А.А. Хаертдинова // Экономика и предпринимательство. — 2021. — 4(129). — с. 918-922. — DOI: 10.34925/EIP.2021.129.4.178.
8. Сафина А.В. Обзор исследований в области применения натуральных биополимеров растительного происхождения / А.В. Сафина, Я.Д. Погодина // Деревообрабатывающая промышленность. — 2022. — 4. — с. 101-113.
9. Janáková Sujová A. Evaluating the competitiveness of wood processing industry / A. Janáková Sujová , P. Hlaváčková, K. Marcineková // Drvna industrija. — 2015. — 66. — p. 281-288. — DOI: 10.5552/drind.2015.1432.
10. Султанова Д.Ш. Международный опыт становления циркулярной экономики: сравнительный анализ / Д.Ш. Султанова, А.А. Хаертдинова, А.А. Стародубова и др. — Казань: Школа, 2021. — 104 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pyzhev A. Ecological and economic modelling of the forestry problems of Russia / A. Pyzhev, R. Sharafutdinov, I. Borisova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2020. — 753. — p. 082004. — DOI: 10.1088/1757-899X/753/8/082004..
2. Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda [Strategy for the development of the forest complex of the Russian Federation for the period up to 2030]: Decree of the Government of the Russian Federation dated February 11, 2021 No. 312-r. — URL: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdIxID77KCTL.pdf> (accessed: 08.04.2024). [in Russian]
3. Safina A.V. Teoreticheskie aspekty kompleksnoj pererabotki drevesiny [Theoretical aspects of complex wood processing] / A.V. Safina, R.R. Hasanshin, Sh.R. Muhametzjanov et al. — Kazan': Shkola, 2020. — 118 p. [in Russian]
4. Statisticheskij sbornik [Statistical collection] // Industry of Russia 2023. — 2023 — URL: <https://rosstat.gov.ru> (accessed: 08.04.2024) [in Russian]
5. Khaertdinova A. European waste management experience: yesterday, today, tomorrow / A. Khaertdinova, D. Sultanova, A. Karimov // E3S Web of Conferences : 2nd International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021. — St.Petersburg, 2021. — № 247. — DOI: 10.1051/e3sconf/202124701008.
6. Sultanova D. Waste management as an element of sustainable development of the circular economy in the European Union / D. Sultanova, A. Maliashova, S. Gadelshina // E3S Web of Conferences: 2nd International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021. — St.Petersburg, 2021. — № 247. — DOI: 10.1051/e3sconf/202124701008.
7. Khaertdinova A.A. Upravlenie othodami: dostizheniya i problemy [Waste management: achievements and problems] / A.A. Khaertdinova // Economics and entrepreneurship. — 2021. — 4(129). — p. 918-922. — DOI: 10.34925/EIP.2021.129.4.178. [in Russian]
8. Safina A.V. Obzor issledovanij v oblasti primeneniya natural'nyh biopolimerov rastitel'nogo proishozhdenija [Review of research on the application of natural biopolymers of plant origin] / A.V. Safina, Ja.D. Pogodina // Wood processing industry. — 2022. — 4. — p. 101-113. [in Russian]
9. Janáková Sujová A. Evaluating the competitiveness of wood processing industry / A. Janáková Sujová , P. Hlaváčková, K. Marcineková // Drvna industrija. — 2015. — 66. — p. 281-288. — DOI: 10.5552/drind.2015.1432.
10. Sultanova D.Sh. Mezhdunarodnyj opyt stanovlenija tsirkuljarnoj ekonomiki: sravnitel'nyj analiz [International experience in the formation of a circular economy: a comparative analysis] / D.Sh. Sultanova, A.A. Khaertdinova, A.A. Starodubova et al. — Kazan': Shkola, 2021. — 104 p. [in Russian]