

В рамках обеих моделей самые большие средние значения разностей «расчет – измерение» получились для пунктов Могилев 06 и Витебск 03. Величины среднеквадратичных отклонений названной разности также максимальны для этих пунктов. Свидетельствует ли это о неважном качестве измерений на этих пунктах или недостатках обеих использованных моделей – задача дальнейших исследований.

Даже в случае «правильного» уравнения регрессии расчеты по нему, проведенные с использованием некорректных данных о концентрациях прекурсоров озона, будут обнаруживать заметные отклонения от измеренных концентраций приземного озона. И наоборот, неверно измеренные концентрации озона при корректных значениях концентраций антропогенных загрязнений опять приведут к появлению отклонений расчетных значений от измеренных концентраций озона.

И, наконец, следует отметить, что список регистрируемых газовых загрязнений воздуха, оказывающих влияние на приземный озон, значительно более широк, чем номенклатура регистрируемых автоматическими станциями Белгидромета веществ. Уровень влияния неучтенных антропогенных и естественных загрязнений воздуха в условиях Беларуси следует детально исследовать, составить список веществ, играющих определяющую роль, и обеспечить их мониторинг. В частности, регистрируемые данные о среднесуточных концентрациях частиц в воздухе вполне надежны, и их следует включить в число объясняющих переменных уравнения регрессии.

Выше перечислены реальные и возможные недостатки системы регистрации загрязнений воздуха, используемой НСМОС. Однако имеются и существенные недоработки методики применения регрессионного анализа зависимости приземного озона от метеоусловий и прекурсоров озона. Авторы продолжают работу в этом направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Людчик А.М. Статистическая оценка антропогенного воздействия на приземный озон /А. М. Людчик, В. И. Покаташкин, Л. М. Болотько, Р. Н. Бурак, П. Н. Павленко // Природные ресурсы. -2015. - № 1. – С. 95 – 105.
2. Божкова В.В. Климатическая норма приземного озона в чистой атмосфере Беларуси / В. В. Божкова, Л. М. Болотько, А. М. Людчик, Н. Павленко П., С. Д. Умрейко // Природные ресурсы. – 2019. - № 2. – С. 98 – 107.
3. Людчик А. М. Эффективная методика учета нелинейной зависимости концентрации приземного озона от метеопараметров и концентраций антропогенных загрязнителей воздуха / А. М. Людчик, А. Н. Акимов, П. Н. Павленко // 23-я Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2023 года: экологические проблемы XXI-го века». 18 – 19 мая 2023. Минск 2023. - С. 257 – 260.
4. Божкова В.В. Флуктуации поля приземного озона в Беларуси, обусловленные метеорологическими условиями и антропогенным загрязнением воздуха / В.В. Божкова, А. М. Людчик, Е. А. Мельник // Природные ресурсы. – 2020. - № 1. – С. 80 - 91.

## АНАЛИЗ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В РАМКАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

## ANALYSIS OF THE WOODWORKING INDUSTRY IN THE REPUBLIC OF BELARUS WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**И. В. Акулич, К. М. Мукина**

**I. V. Akulich, K. M. Mukina**

*Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, irina.akulich@inbox.ru*

*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

«Зеленая» экономика трактуется в целом ряде авторитетных международных документов как вариант новой социально-экономической модели, которая ориентирована на принципы устойчивого развития и активно использует инновационные «зеленые» технологии. «Зеленый» рост предполагает стимулирование экономики при сохранении окружающей природной среды и бесперебойном предоставлении ими ресурсов и экосистемных услуг, от которых зависит благополучие настоящего и будущих поколений людей. В Республике Беларусь был принят ряд документов стратегического характера по устойчивому развитию экономики страны, основными из которых являются: Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года и Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 годы.

The “green” economy is interpreted in a number of authoritative international documents as a variant of a new socio-economic model that focuses on the principles of sustainable development and actively uses innovative

“green” technologies. “Green” growth involves stimulating the economy while preserving the natural environment and uninterrupted provision of resources and ecosystem services on which the well-being of present and future generations of people depends. The Republic of Belarus has adopted a number of strategic documents on the sustainable development of the country’s economy, the main of which are: the National Strategy for Sustainable Socio-Economic Development of the Republic of Belarus for the period up to 2035 and the National Action Plan for the Development of a “green” economy in the Republic of Belarus for 2021–2025.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, «зеленая» экономика, деревообрабатывающая отрасль, выбросы, сточные воды, технологии.

*Keywords:* sustainable development, green economy, woodworking industry, emissions, wastewater, technology.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-2-103-107>

Пятнадцатой целью Национальной стратегии устойчивого развития являются защита и восстановление экосистем суши. В отношении лесов главной задачей является повышение их ресурсного потенциала и обеспечение устойчивого, экологически ответственного и социально ориентированного лесопользования, базирующегося на принципах постоянства и неистощительности лесных ресурсов в интересах живущих и будущих поколений людей. Во взаимосвязи с Национальной стратегией устойчивого развития разработаны основные принципы организации лесной промышленности и направления его развития такие как:

- Концепция Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2030 года [1];
- Государственная программа «Белорусский лес» на 2021 - 2025 годы;
- Стратегический план развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 годы;

К 2025 году необходимо внедрить новые технологии в лесохозяйственное производство, оптимизировать соотношение охраняемых и эксплуатируемых лесов, а также улучшить возрастную структуру лесов. Стратегия развития до 2035 года направлена на создание экологически эффективного лесного хозяйства, которое позволит одновременно сохранить биоразнообразие лесных экосистем и повысить уровень интенсивности лесопользования для удовлетворения растущего спроса на древесину [1].

В целях содействия развитию лесохозяйственной отрасли, эффективного использования лесных ресурсов, сохранения экологической и социальной роли лесов утверждена Государственная программа «Белорусский лес» на 2021–2025 годы. Программа направлена на обеспечение формирования продуктивных и устойчивых лесов, рациональное использование лесных ресурсов, повышение ресурсного потенциала лесов для удовлетворения экономических и социальных потребностей [3].

Программа состоит из четырех подпрограмм:

- Лесное хозяйство;
- Строительство лесохозяйственных дорог;
- Охотничье хозяйство;
- Деревообрабатывающая отрасль.

Модернизация лесозаготовительной, деревообрабатывающей, мебельной, целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности, повышение их эффективности и конкурентоспособности, создание кадрового резерва для развития и роста лесной промышленности являются целью подпрограммы «Деревообрабатывающая отрасль». Подпрограмма по деревообрабатывающей отрасли учитывает следующие приоритеты:

- повышение размера добавленной стоимости от переработки круглых лесоматериалов;
- снижение производственных затрат на выпуск продукции глубокой переработки древесины;
- формирование «зеленой» экономики, базирующейся на энергосбережении, внедрении экологических и эффективных технологий, возобновляемых и альтернативных источников энергии;
- стимулирование инвестиционной активности, повышение эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию новых видов продукции;
- наращивание экспортного потенциала деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и мебельной отраслей за счет диверсификации рынков сбыта;
- достижение финансовой стабильности перерабатывающих организаций, обеспечение устойчивого финансово-экономического состояния на основе прибыльности хозяйствования;
- обеспечение подготовки и переподготовки кадрового персонала по основным инженерно-техническим специальностям и рабочим профессиям, востребованным отраслевыми производствами.

В целях совершенствования деревообрабатывающей промышленности проводится её модернизация, разрабатываются различные стратегии и меры для эффективного развития как на уровне президента, так и на уровне промышленности и предприятий. Так, например, в 2007 году Главой государства было принято решение о проведении модернизации деревообрабатывающих предприятий концерна «Беллесбумпром». Это дало толчок к современному развитию лесной промышленности Беларуси. Благодаря этой перестройке, предприятия были оснащены современным оборудованием вследствие чего повысилось качество и практически вдвое увеличился ассортимент выпускаемой продукции. Выпускаемые товары являются как импортозамещающие, так и экспортно-ориентированные.

На данный момент осуществляется Программа развития деревообрабатывающего и мебельного производства концерна «Беллесбумпром» на период до 2025 года. Основные цели – достижение устойчивого, экономически эффективного, конкурентоспособного, инновационного развития деревообрабатывающего и мебельного комплекса, ориентированного на увеличение выпуска соответствующей мировым стандартам продукции, создание высокопроизводительных рабочих мест, рост производительности труда по добавленной стоимости, наращивания экспортного потенциала. При её реализации ожидается увеличение объемов производства деревообрабатывающих и мебельных предприятий на 107,4 %, обеспечение рентабельности продаж на уровне 10–15 % в условиях сдержанного роста цен на продукцию, достижение темпа роста производительности труда по чистой добавленной стоимости, составляющего 122 %, увеличение доли экспорта в объеме производства деревообрабатывающих и мебельных предприятий до уровня 67–68 %, достижение коэффициента фактического использования производственных мощностей не ниже 80 % [3].

Лесная промышленность стала одной из важнейших отраслей народного хозяйства нашей страны. Она состоит из нескольких взаимосвязанных производств: лесозаготовительной промышленности, деревообрабатывающей промышленности, целлюлозно-бумажной промышленности и лесохимической промышленности.

Доля отраслей в структуре лесной промышленности представлена на рисунке 1. Главной отраслью лесной промышленности является деревообрабатывающая (69,5 %), занимающая более две трети от общей доли валовой произведенной продукции, оставшиеся одну треть делят целлюлознобумажная (16,4 %), лесозаготовительная (13,5 %) и лесохимическая (0,6 %) промышленности.

В данной работе исследование проведено по главной деревообрабатывающей отрасли лесной промышленности.

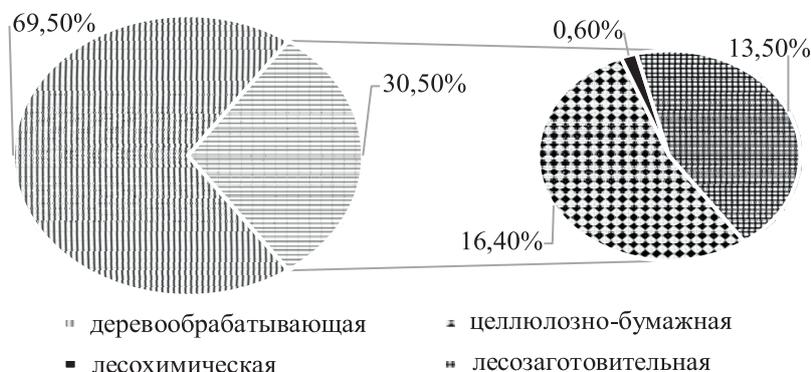


Рисунок 1– Доля отраслей в структуре лесной промышленности

**Деревообрабатывающая промышленность** – отрасль лесной промышленности, которая включает в себя механическую и химикомеханическую обработку и переработку древесины, используя в качестве сырья для производства различные лесоматериалы. Она занимает самую большую долю в объеме всего лесопромышленного комплекса.

Деревообрабатывающая промышленность включает в себя следующие производства:

1. производства первичной обработки древесины;
2. производства вторичной обработки древесины;
3. производства химико-механической переработки древесины.

В Беларуси работает одиннадцать объединений по производству мебели, шесть фанерных производств и три открытых акционерных общества по производству спичек.

Лесная промышленность Республики Беларусь представлен в основном концерном «Беллесбумпром». Производственная деятельность предприятий концерна в настоящее время подразделяется на три сектора: деревообработка, производство мебели и целлюлозно-бумажная промышленность. Политика предприятий лесопромышленного комплекса основана на наличии собственных древесных ресурсов и их рациональном, высокоэффективном использовании внутри страны. В организациях концерна успешно внедрены системы менеджмента качества, управления окружающей средой, управления охраной труда, а также имеется сертификация Лесного попечительского совета (FSC). Образование загрязняющих веществ происходит как в основных технологических процессах, так и во вспомогательных подразделениях. И практически на всех фазах технологического процесса лесозаготовок, лесопиления и деревообработки образуются древесные отходы различного вида и качества. Древесные отходы подразделяются на: отходы от заготовки древесины, отходы от обработки древесины и отходы от переработки древесины [5].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха и сточных вод в деревообрабатывающей промышленности являются:

- деревообрабатывающее производство;
- мебельное производство;
- производство древесно-стружечных, древесноволокнистых и ламинированных плит, клееной фанеры.

Основные технологии производства продукции деревообрабатывающих предприятий можно разделить на механическую обработку, склейку, приготовление связующих, отделку, антисептирование и сушку.

На этапе обработки древесины основным загрязняющим веществом, выделяемым в воздух, является древесная пыль, а также пыль неорганическая и твердые частицы. При мокром окорке воды имеют следующие характеристики температура 20° С, рН 4,5–5,0, концентрация взвешенных веществ до 2,5 г/л, БПК<sub>5</sub> 900–1800 мг/л, ХПК 2,1–4,5 г/л. При приготовлении связующих и в процессе склейки в воздух и сточные воды попадают фенол, формальдегид, аммиак и другие вещества [5].

Мебельное производство является завершающим этапом переработки древесины. При отделке древесины выбросы содержат летучие органические соединения такие как ацетон, бутилацетат, этанол, этилацетат и другие. Основной расход воды в данном производстве связан с обслуживанием гидрофильтров окрашивающих камер. Основными загрязняющими веществами в этом продукте являются красители и растворители.

Объём добычи вод из природных источников за 2010–2021 годы, по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь до 2015 года ведётся отдельно для деревообработки и целлюлозно-бумажной отраслей. В этот период наблюдается, что основной объём изъятых вод приходится на целлюлозно-бумажное производство: добыча воды превышает в 5-8 раз добычу деревообрабатывающих производств. На рисунке 2 представлен график изъятия вод деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленностью. Видно, что из-за сильного проседания в 2014–2019 годах линия имеет большую погрешность.

В 2022 год объём изъятной воды составил 34,46 млн. куб. м, а в 2023 году – 38,36 млн. куб. м. Можно сделать вывод, что если в лесной промышленности сохранится темп увеличения объёмов производства, то с каждым годом добыча вод будет возрастать приблизительно на 4 млн. куб. м. Если темп производства возрастет, особенно в целлюлозно-бумажной отрасли, то данный показатель будет увеличиваться с каждым годом.

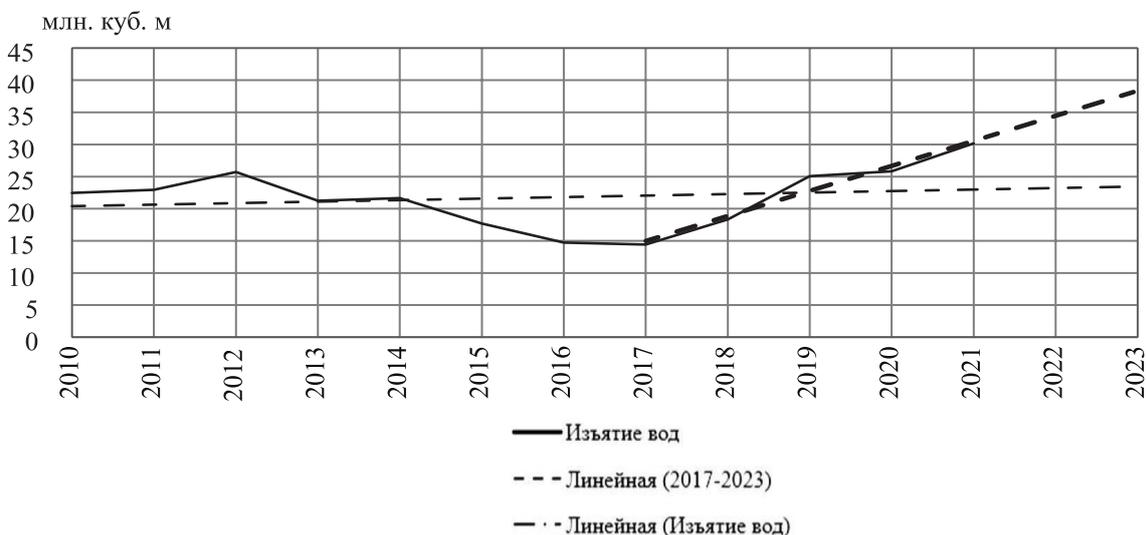


Рисунок 2 – График изъятия вод деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленностью

Анализ отходов деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных производств в период 2016–2021 годы выявил увеличение образования отходов. В 2021 году образовалось в два раза больше отходов чем в 2016 году. При этом количество отходов на млрд. руб. продукции имеет тенденцию к уменьшению. Что может означать использование отходов в качестве сырья для повторного производства.

Проведен анализ образования отходов производства в деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, который представлен на рисунке 3.

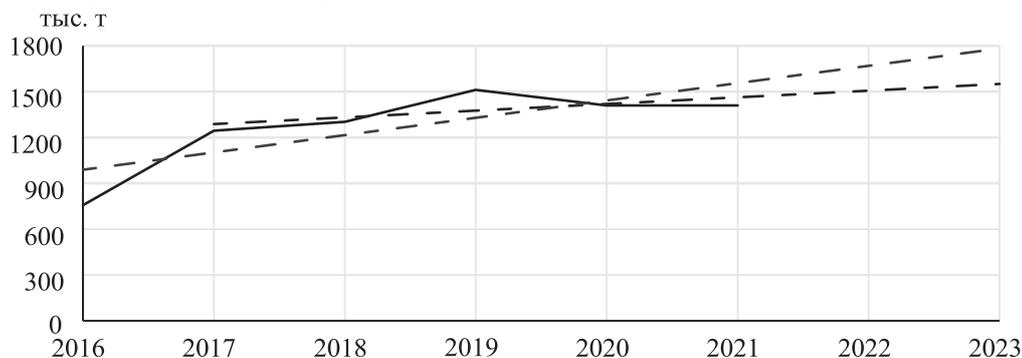


Рисунок 3 – Количество образовавшихся отходов производства в деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности

В результате анализа графика определен темп роста образования отходов за период 2016–2021 годы, который составил 186,24 %. Темп прироста в 2022 и 2023 году составил 4,9 %.

Возможности отечественной переработки сегодня позволяют рационально использовать весь объем заготовленной древесины как внутри страны, так и путем глубокой переработки для получения альтернативного импортно-экспортного продукта с высокой добавленной стоимостью.

Анализ законодательных актов, программ по развитию лесного хозяйства и лесной промышленности выявил, что основным направлением развития является рациональное лесопользование, при котором будет повышаться объём заготовки лесных ресурсов при росте воспроизводства леса, а также развитие эффективной и конкурентоспособной промышленности, для производства продукции с высокой добавочной стоимостью, увеличения поставок товаров в зарубежные страны и повышения использования отходов в качестве сырья.

Основными экологическими направлениями в развитии деревообрабатывающей промышленности являются снижение выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Утилизация отходов является также перспективным направлением, поскольку она даёт возможность использовать вторично отработанные ресурсы. Существует множество направлений для использования отходов деревообрабатывающей промышленности, например, в качестве удобрений, в производстве древесного газа, технологической щепы и другие. Древесное сырьё содержит органические вещества (лигнин – 18–30 %, целлюлозу – 39–52 %), способствующие гумусообразованию в почве, а также минеральные вещества (фосфор, калий, углерод). Удобрение состоящие только из древесных отходов будет обеднено азотом, поэтому рекомендуется использовать компосты на основе древесно-растительных остатков. Компосты из коры, опилок, стружки и мелкой фракции щепы являются естественным органическим удобрением, обладают способностью удерживать в почве влагу и питательные вещества, способствуют аэрации почвы [5].

Для производства древесного (генераторного) газа применяют термический метод переработки древесных отходов в газогенераторах. Эффективность газификации достигает 85–90 %. Благодаря этому, а также удобству применения газа, газификация является более эффективным и чистым процессом, чем сжигание. Установки газификации могут успешно применяться как для организации новых лесных и деревообрабатывающих предприятий, так и для модернизации действующих предприятий, в том числе в районах, удаленных от электрических и газовых сетей.

Одним из путей комплексного использования древесины является производство технологической щепы из всех кусковых отходов, которая является сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности, древесностружечных, древесноволокнистых плит и биотопливной промышленности. Древесные отходы применяются для производства древесно-цементных композитов, а именно в качестве заполнителя для производства древесноминеральных композиционных материалов, при производстве арболита, цементно-стружечных плит, фибролита и другие. Ещё одним методом утилизации является производство древесного угля, топливных и технологических брикетов и гранул, они используются в качестве бытового и промышленного топлива. Брикет по сравнению с древесными отходами выделяют в 2-3 раза больше энергии при сгорании.

Таким образом отходы деревообрабатывающей отрасли вследствие их разнообразного химического состава можно использовать в качестве сырья как внутри отрасли, так и на других производствах. В Республике Беларусь концерн «Беллесбумпром». перерабатывает около 250 тыс. т. отходов в год.

Основными направлениями решения задач «зеленой» экономики в деревообрабатывающей промышленности является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, уменьшение образования отходов производства и максимальное их использование в качестве вторичных материальных ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://www.economy.gov.by/ru/dejst\\_prognoz\\_dok-ru/](http://www.economy.gov.by/ru/dejst_prognoz_dok-ru/). – Дата доступа: 20.11.2023.

2. О Национальном плане действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 дек. 2021 г., № 1710 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/2021/nats.plan-po-razvitiju-zelenojekonomiki.pdf>:22.10.2023.

3. О Государственной программе «Белорусский лес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 января 2021 г., № 52 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100052>. – Дата доступа: 22.11.2023.

4. Программа развития деревообрабатывающего и мебельного производства концерна «Беллесбумпром» на период до 2025 года [Электронный ресурс] // Белорусский производственно-торговый концерн лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. – Режим доступа: <http://bellesbumprom.by/ru/dokumenty/programmu>. – Дата доступа: 10.10.2023.

5. Промышленность Белоруссии [Электронный ресурс] / Википедии. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://w.wiki/5w6q> – Дата доступа: 28.10.2023.