

УДК 338.4

DOI: 10.18413/2409-1634-2025-11-4-0-6

Чеплинските И.Р.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ:
ФАКТОРЫ, ТРЕНДЫ, ОГРАНИЧЕНИЯ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»

Россия, 1600014, г. Вологда, ул. Горького, 56а

e-mail: inna.cheplinskite@mail.ru

Аннотация

В настоящее время регионами страны взят курс на переход от экспортоориентированной сырьевой модели развития к инновационной, на выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью, достижение технологического суверенитета. Траектория на развитие собственных технологий наблюдается и в лесопромышленном комплексе Вологодской области. Она нацелена на повышение конкурентоспособности предприятий, повышение эффективности производств, однако в то же время ряд факторов ограничивает прогресс в данной области. Цель исследования заключается в изучении особенностей технологического развития лесопромышленного комплекса Вологодской области. Задачи включают выявление определяющих технологическое развитие факторов, описание основных трендов и определение ограничивающих его проблем. Ключевые факторы выделены в соответствии с схемой этапов внедрения новой технологий. Наибольшее значение среди них имеют финансовое обеспечение, государственные инициативы, обеспеченность ресурсами, оборудованием, инфраструктурой, экологические требования и ряд других факторов. В настоящее время в отраслях лесопромышленного комплекса наблюдается тренд на цифровизацию, автоматизацию и роботизацию производств, формирование новых материалов и продуктов с заранее заданными свойствами на основе использования технологий из других областей знания, экологизация, становление энерго- и ресурсосберегающих технологий. Основными ограничениями технологического развития изучаемого комплекса в регионе являются низкая степень переработки сырья, низкая заинтересованность самих производителей в усложнении выпускаемой продукции, невысокие объемы лесовосстановительных работ, нехватка кадров и недостаточный объем инвестиций. Исследование проводилось с использованием методов систематизации, обобщения и анализа. Информационная база включает данные мониторингов технологических трендов НИУ ВШЭ, отраслевых новостных агентств, стратегических документов и зарубежных и отечественных исследований.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, технологическое развитие, новые технологии, автоматизация, цифровизация, генная инженерия.

Информация для цитирования: Чеплинские И.Р. Технологическое развитие лесопромышленного комплекса Вологодской области: факторы, тренды, ограничения // Научный результат. Экономические исследования. 2025. Т. 11. № 4. С. 66-76. DOI: 10.18413/2409-1634-2025-11-4-0-6

Inna R. Cheplinskite

**TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
OF THE VOLOGDA REGION TIMBER INDUSTRY:
FACTORS, TRENDS, RESTRICTIONS**

Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
56a Gorky St., Vologda, 160014, Russia

e-mail: inna.cheplinskite@mail.ru

Abstract

Currently, the country's regions have set a course for the transition from an export-oriented raw materials development model to an innovative one, for the production of high-value-added products, and the achievement of technological sovereignty. The trajectory towards the development of its own technologies is also observed in the timber industry of the Vologda region. It is aimed at increasing the competitiveness of enterprises and increasing the efficiency of production, but at the same time, a number of factors limit progress in this area. The purpose of the research is to study the features of the technological development of the Vologda region timber industry. The tasks include identifying the factors determining technological development, describing the main trends and identifying its limiting problems. The key factors are highlighted in accordance with the scheme of stages of the introduction of new technologies. Financial support, government initiatives, availability of resources, equipment, infrastructure, environmental requirements, and a number of other factors are of the greatest importance among them. Currently, in the branches of the timber industry, there is a trend towards digitalization, automation and robotization of production, the formation of new materials and products with predefined properties based on the use of technologies from other fields of knowledge, greening, and the development of energy- and resource-saving technologies. The main limitations of the technological development of the studied complex in the region are the low degree of processing of raw materials, the low interest of manufacturers themselves in making products more complex, low volumes of reforestation, lack of personnel and insufficient investments. The research was conducted using methods of systematization, generalization and analysis. The information base includes data from monitoring of technological trends at the Higher School of Economics, industry news agencies, strategic documents, and foreign and domestic research.

Key words: timber industry; technological development; new technologies; automation; digitalization; genetic engineering

Information for citation: Cheplinskite I.R. "Technological development of the Vologda region timber industry: factors, trends, restrictions", *Research Result. Economic Research*, 11(4), 66-76, DOI: 10.18413/2409-1634-2025-11-4-0-6

Введение

Перед регионами России стоит проблема перехода от экспортоориентированной модели развития к траектории инновационной, от поставок сырьевой, слабо переработанной продукции к формированию производств с высокой добавленной стоимостью. В данном контексте приоритет также получил вопрос достижения технологического суверенитета, обострившийся в связи со сложной геополитической ситуацией.

Траектория на формирование собственных технологий, повышение технологичности производств наблюдается в разных отраслях промышленности, в том числе в лесопромышленном комплексе (ЛПК). Последний имеет большое значение для экономики страны и особенно для обеспеченных древесиной регионов. В их число входит Вологодская область. Она является одним из приоритетных регионов для развития данного сектора промышленности согласно Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года.

В настоящее время ряд факторов снижает конкурентоспособность лесозаготавливающих и лесобрабатывающих предприятий. Главенствующий из них – низкий уровень технологического развития. Последнее также является причиной низкой эффективности использования лесных ресурсов [Беляков Г.П., 2016].

Из обозначенного выше следует, что уровень технологического развития имеет для ЛПК большое значение, поскольку он

определяет ряд параметров функционирования данного комплекса, способен привести к повышению его эффективности и достичь высоких результатов в других различных областях. В связи с этим цель исследования заключается в исследовании особенностей технологического развития ЛПК Вологодской области. Достижение цели требует выполнения следующих задач:

- выявить факторы, определяющие технологическое развитие комплекса;
- привести основные технологические тренды в разных отраслях ЛПК;
- определить ограничивающие его проблемы.

Объект исследования – ЛПК Вологодской области, предмет – технологическое развитие комплекса.

Методология исследования

В рамках данного исследования за основу комплексной систематизированной характеристики факторов, определяющих технологическое развитие ЛПК, взят процесс внедрения новой технологии. В обобщенном виде он включает три этапа: проектирование, разработку и внедрение [Kendall K.E. & Kendall J.E., 2014]. Каждый из этих этапов подразделяется на несколько фаз, общая схема которых представлена на рисунке 1. На этапе разработки новой технологии также может быть представлено ещё несколько фаз, связанных с разработкой моделей искусственного интеллекта, таких как подготовка данных, обучение, моделирование.

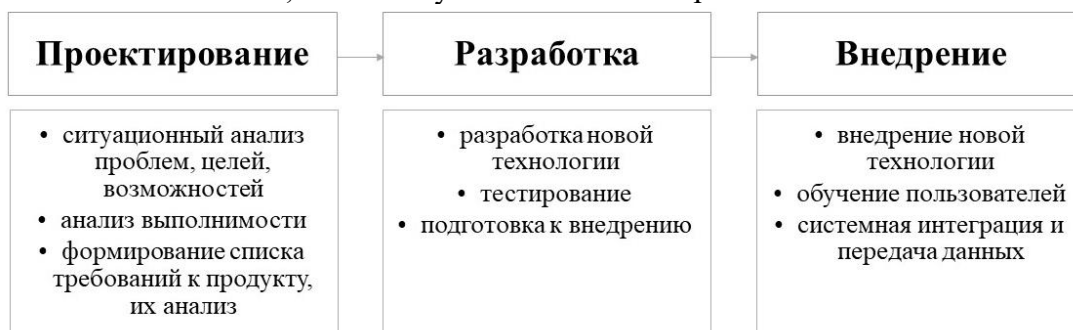


Рис. 1. Обобщенная схема процесса внедрения новой технологии

Fig. 1. A generalized scheme of the process of introducing a new technology

Источник: составлено по [Chen P.-H. C., Liu Y. & Peng L., 2019; Grashoff I., Recker J., 2023]

Ключевыми методами исследования являются методы систематизации, анализа и обобщения. Информационную базу исследования составили данные мониторингов глобальных и национальных технологических трендов НИУ ВШЭ, отраслевых новостных агентств, стратегических документов, а также отечественные и зарубежные исследования в области современного состояния и технологического развития ЛПК.

Основная часть

Процесс внедрения новых технологий характеризуется общими факторами, определяющими его протекание, что прежде всего касается инвестиций в области исследований, разработок и самого процесса производства и внедрения производимой продукции. В то же время для каждого из представленного на схеме этапа характерны и специфические факторы.

Технологическое развитие ЛПК Вологодской области на этапе проектирования новых технологий зависит от следующих факторов:

1. Государственные инициативы и стратегическое планирование в области развития ЛПК.

Здесь выделяются две ключевые инициативы. Первая – нацеленность на увеличение степени переработки древесины. Продвигаемая федеральными и региональными властями, она направлена на нивелирование проблемы, которая заключается в преобладании в выпуске ЛПК продукции низких переделов. Для этого предпринимаются действия стимулирующего и запрещающего характера, ставящие целью развитие на территории регионов страны высокотехнологичных производств по изготовлению товаров с высокой добавленной стоимостью. Так, в сентябре 2020 г. было введено ограничение на экспорт круглого, то есть необработанного и

грубо обработанного, леса¹. Вторая инициатива заключается, как уже было отмечено выше, в нацеленности на достижение технологического суверенитета, преодоление технологического отставания. В рамках данного направления выделяются поддержка НИОКР, проведение политики импортозамещения. В связи с санкционными ограничениями в стране обострились проблемы нехватки собственного оборудования, необходимого не только для переработки, но и заготовки древесного сырья, а также программного обеспечения. План мероприятий по импортозамещению в ЛПК включает развитие производств следующей продукции²:

- ориентированно-стружечных плит (ОСП);
- станков для обработки древесины;
- кузнечнопрессового оборудования;
- фурнитуры и аналогичных изделий для мебели и транспортных средств;
- ролевой беленой флафф-целлюлозы для производства санитарно-гигиенических изделий;
- картонной асептической и неасептической упаковки для жидких пищевых продуктов.

Кроме того, выделяются государственные инициативы, оказывающие опосредованное влияние на технологическое развитие ЛПК Вологодской области в части обеспечения его ресурсами и кадрами. Они включают открытие лесных классов и образовательно-производственных кластеров, а также проведение мероприятий по декриминализации отрасли, в рамках которых планируется предоставлять

¹ Поручение Президента Российской Федерации № ПР-1816 и План мероприятий по декриминализации и развитию лесного комплекса № 9282-п

² Приказ Минпромторга России от 23.07.2021 N 2746 (ред. от 24.08.2022) «Об утверждении плана мероприятий по импортозамещению в лесопромышленном комплексе Российской Федерации»

высвобождаемые лесные участки отечественному бизнесу для реализации инвестиционных проектов по глубокой переработке древесины [На Вологодчине ведется ...].

2. Соответствие мировым стандартам. В данном контексте рассматриваются те характеристики товаров, которые способны обеспечить конкурентоспособность производимой продукции не только на национальном, но и на международных рынках. Например, прочность, износостойкость, что в первую очередь относится к строительным материалам и др.

3. Экологические требования. Под данным фактором понимаются инициативы в области экономики замкнутого цикла, внедрения «зеленых» технологий, достижение цели по сокращению отходов деревообработки, что в большей степени влияет на целлюлозно-бумажные производства. Проводимые в данном направлении исследования нацелены на получение продукции из волокнистых культур, возможной для вторичной переработки.

4. Возможность проведения НИОКР, в том числе в коллаборации с научными организациями или международными компаниями для изучения их опыта.

5. Обеспечение качественным сырьем [Антонова Н.Е., 2017].

На этапе разработки большое значение приобретает фактор технологических возможностей предприятий. Они определяют качество изготавливаемой продукции, спектр потенциальных для производства товаров. Они задаются:

- наличием программного обеспечения, оборудования, способного производить сложную высококачественную продукцию с применением новых методов обработки древесного сырья;
- автоматизацией процессов заготовки и обработки древесины, роботизацией;
- кадровой обеспеченностью, что прежде всего касается наличия кадров высокой квалификации.

Третий этап, внедрение новой технологии, определяется инфраструктурным и логистическим фактором. В условиях невозможности поставок товары на традиционные рынки необходимым является поиск новых, что в том числе требует адаптации производимой продукции под потребности партнёров, изготовления новых товаров, пользующихся наибольшим спросом. Другим фактором является наличие платёжеспособного спроса.

Таким образом, определяющими технологическое развитие ЛПК Вологодской области в настоящее время являются факторы финансового обеспечения, государственных инициатив и стратегического планирования, соответствия мировым стандартам, экологических требований, обеспеченности сырьем, оборудованием и кадрами. Большое значение также имеет инфраструктурно-логистический фактор и фактор спроса.

В настоящее время в Вологодской области наблюдается ряд технологических трансформаций в отраслях ЛПК. Первая из них – цифровизация лесопромышленных производств, под которой в данном контексте понимается объединение процессов функционирования предприятия в единый цифровой формат [Беляков Г.П., 2016]. Производителями создаются цифровые двойники собственных компаний. Они обладают рядом преимуществ в сравнении с традиционными методами сбора и анализа данных, управления производственными процессами. Они позволяют в более удобной и предсказуемой форме контролировать изготовление продукции, проектировать высокотехнологичное оборудование, а также обеспечивать связь между участниками процесса производства [Тарануха Н.Л., 2023]. Компаниями используется такая технология, как «Интернет вещей», способная связывать элементы деревообрабатывающего оборудования, в том числе

роботизированного. Широкое применение она нашла в таких странах как США, Китай, Германия, однако она также начинает внедряться и на российских предприятиях.

Другой тренд – переход к Индустрии 4.0, подразумевающий взаимодействие машин и оборудования, систем получения, анализа и хранения больших данных. Активно проводится процесс роботизации и автоматизации производственных процессов, то есть снижения участия в них человека. Лесозаготовка осуществляется механизированными машинами, внедряемые инновации обеспечивают удаленный мониторинг. Автоматизируется и управление цепочками поставок, продаж готовых изделий и т.д. Так, группой компаний «Вологодские лесопромышленники» запатентована собственная разработка в виде программы в среде 1С, которая позволяет проводить дистанционный учет всех этапов производства, начиная с учета сырья и заканчивая мониторингом отходов. Такая

программа способствует эффективному планированию и оценке результатов деятельности предприятия [Посчитать деревья и собрать ...].

Необходимая актуальная информация о состоянии лесов, расположении древесных ресурсов, продуктивная добыча обеспечиваются цифровыми моделями рельефа той местности, где производятся лесозаготовки. Получение необходимых данных производится с использованием мультиспектральной съемки, дронов, лазерного сканирования с беспилотников и т.д. В мониторинге лесных пожаров, в том числе небольших размеров, обнаружении их очагов широкое применение получили низкоорбитальные спутники. Их группировки позволяют проводить мониторинги обширных территорий в режиме реального времени. В связи с этим отмечается тенденция на уменьшение размеров данного оборудования, вывода на орбиту множества спутников небольшим числом ракет носителей (рис. 2).

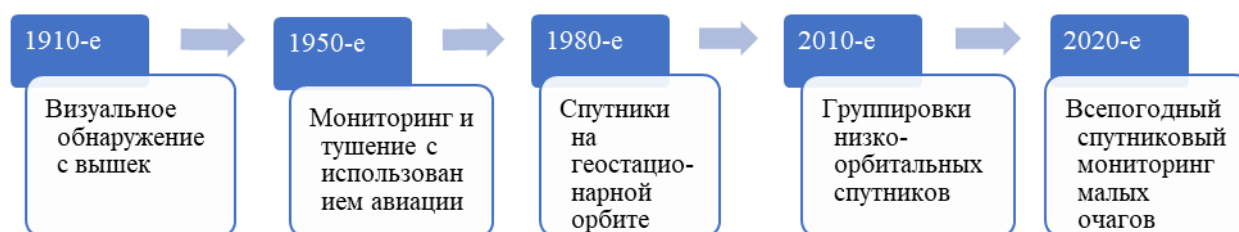


Рис. 2. Эволюция спутниковых технологий для мониторинга лесных пожаров

Fig. 2. Evolution of satellite technologies for forest fire monitoring

Источник: составлено по [Новые технологии для лесного ...]

В целях контроля измерения и перемещения круглого леса компанией Smart Timber создано мобильное приложение, использующее искусственный интеллект и компьютерное зрение. Оно позволяет по фото определять объем древесины на всех стадиях заготовки и перевозки, что сокращает время замеров, позволяет получить данные, точность которых составляет порядка 98%. В настоящее время данное приложение

активно внедряется компанией Segezha Group.

Значимым трендом является интеграция с другими отраслями знания, использование в развитии производств ЛПК наукоемких технологий из других сфер промышленности, что позволяет получить продукцию с новыми, заранее заданными качествами. Древесине придаются характеристики, которыми она не обладает в природе – огнестойкость, полупрозрачность, устойчивость перед

грибками и т.д. В результате разрабатываются новые материалы и продукты из древесины. Ярким примером является использование нанотехнологий в целлюлозно-бумажной промышленности, например, создание микрокристаллической целлюлозы. В качестве ответа на

постепенное истощение углеводов, из которых создаются синтетические ткани, формируются производства наноцеллюлозы для нужд легкой промышленности (рис. 3). Данный материал отличается высокой прочностью и легкостью.

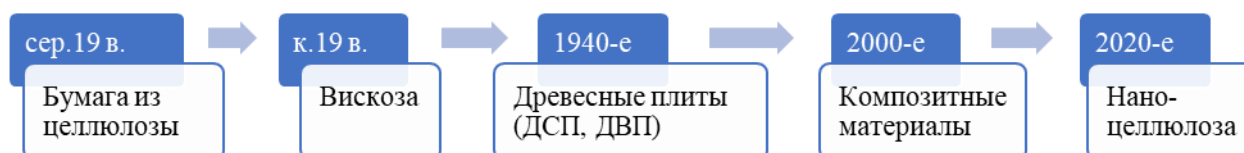


Рис. 3. Эволюция материалов из древесины

Fig. 3. The evolution of wood materials

Источник: составлено по [Новые технологии для лесного ...]

Достижения генной инженерии применяются в лесном хозяйстве, в частности для выведения новых пород деревьев. Генетически-модифицированные или трансгенные деревья наделяются целевыми свойствами, в том числе быстрым

ростом. Одним из вариантов их применения является высадка устойчивых к неблагоприятным погодным условиям и вредителям лесополос на пахотных и пастбищных сельскохозяйственных угодьях (рис. 4).



Примечание: *ГМ – генно-модифицированный

Рис. 4. Становление генной инженерии в лесном хозяйстве

Fig. 4. The development of genetic engineering in forestry

Источник: составлено по [Новые агролесоводственные технологии ...]

Тренд на экологизацию ЛПК наблюдается во всем мире, он связан с осознанием значимости вопросов экологического благополучия, что особенно актуально для лесопромышленных предприятий, оказывающих негативное

воздействие на окружающую среду, прежде всего целлюлозно-бумажных. В связи с этим развитие получили природоподобные технологии в деревообработке и лесном хозяйстве, в том числе технологии генной инженерии, нацеленные на выведение таких

пород деревьев, которые характеризуются повышенным содержанием целлюлозы и одновременно пониженным содержанием лигнина. К обусловленным экологической повесткой технологическим трендам относятся производство таких материалов как, например, упомянутая выше наноцеллюлоза или строительный картон из остатков целлюлозы, экологически чистый, применимый для вторичной переработки.

Стремление к снижению энерго- и ресурсоемкости производств привели к развитию энергосберегающих и безотходных технологий, базирующихся на комплексной переработке древесины, например, био-рефайнинга, сырьем для которого могут служить отходы с деревообрабатывающих производств.

В разных сферах ЛПК отмечается тенденция сокращения цикла возникновения инновационных товаров и технологий. Так, в сфере лесного хозяйства наблюдается активное развитие репродуктивных технологий восстановления лесов, способствующих сокращению периода воспроизводства лесных ресурсов [Доклад ЮНЕСКО ...].

Обозначенные выше тренды, внедрение новых технологий позволяет предприятиям сокращать расходы на изготовление продукции на 10-20%, повысить прозрачность деятельности компаний и оптимизировать бизнес-процессы. Другой положительной стороной является увеличение конкурентоспособности предприятия, возможность выхода на новые рынки.

Вместе с тем существует ряд проблем, ограничивающих технологическое развитие ЛПК региона.

1. Низкая степень переработки древесного сырья, недостаток производственных мощностей для ее повышения.

2. Достаточно низкой остается заинтересованность производителей в изготовлении высокотехнологичной продукции [Комиссарова А.В., 2024].

3. Проведение работ по лесовосстановлению не отвечает в полной мере существующим потребностям, что приводит к снижению объемов и качества сырья.

4. Незаконные рубки, использование несертифицированной древесины, развитие «черного рынка» не отслеживаемой древесины.

5. Отсутствие собственных разработок и технологий, в первую очередь в области программного обеспечения.

6. Невысокая привлекательность для инвесторов, обусловленная низкой рентабельностью предприятий. Для увеличения объема инвестиций используются налоговые льготы, фонды развития [Иванцова Е.Д., 2020], субсидии из федерального бюджета на компенсацию части затрат, понесенных предприятиями при реализации инвестиционных проектов и др. [Антонова Н. Е., 2017].

7. Несмотря на активную автоматизацию наблюдается нехватка кадров, поскольку в условиях внедрения новых технологий необходимы узкопрофильные специалисты, занимающиеся изучением и разработкой новых технологий. Это также требует формирования программ обучения в данных направлениях на базе специальных и высших учебных заведений.

Заключение

Таким образом, в ходе исследования в соответствии с этапами внедрения новой технологий выделены ключевые факторы, определяющие технологическое развитие ЛПК Вологодской области. На этапе проектирования наибольшее значение имеют факторы государственного стратегического планирования, соответствия мировым стандартам, требований, формирующихся в соответствии с экологической повесткой, обеспеченности сырьем, возможностей проведения НИОКР. На следующем этапе, разработке технологии, наибольшее

значение имеют технологические возможности предприятия – наличие оборудования, особенно способного производить высокотехнологичную продукцию, соответствующего программного обеспечения, а также кадровая обеспеченность. При внедрении технологий необходим учет инфраструктурно-логистического фактора, спроса на готовую продукцию. Кроме того, на всех этапах важным является инвестиционный фактор, финансирование проектов и разработок.

Ключевыми трендами технологического развития ЛПК в Вологодской области являются: цифровизация, автоматизация и роботизация производств, переход к Индустрии 4.0, интеграция с другими отраслями, использование технологий других областей промышленности, экологизация и развитие ресурсо- и энергосберегающих технологий, сокращения цикла возникновения инновационных товаров и технологий. Следствием становится разработка новых материалов, придание древесине заранее определяемых необходимых свойств, повышение эффективности работы предприятий, экономия на издержках и т.д.

Развитие обозначенных выше технологий приведет к формированию новых рынков ЛПК, которые будут складываться с разной скоростью. Согласно прогнозам, ожидаются низкие темпы роста рынков целлюлозы из нетрадиционного сырья, бумага и целлюлоза санитарно-гигиенического назначения, асептическая упаковка. В целом в мире ожидается среднегодовой рост рынка упаковочной бумаги на 4,4% с увеличением его объема примерно в 1,7 раз [Рынок бумажной упаковки ...]. Тем не менее, это имеет большое значение для Вологодской области, поскольку данная отрасль традиционно является специализацией региона, в ней сосредоточены крупные предприятия, способные развивать новые технологии для

соответствия мировым трендам. Средними темпами характеризуются бесхлорная целлюлоза, микробиологические средства защиты леса от вредителей и патогенов, нано- и микрокристаллическая целлюлоза, генно-модифицированные породы деревьев, управления процессом лесопиления с использованием 3D-сканеров. Высокие темпы роста прогнозируются рынкам тканей из древесного волокна, бумаги и целлюлозосодержащих гибридных композиционных материалов, поставкам лесной продукции с использованием GPS-маркеров, систем автоматизированной инвентаризации лесов, в том числе на основе дистанционного зондирования Земли, а также управления лесонасаждениями с привлечением методов ДНК-маркирования [Технологическое будущее российской ...].

В то же время развитие и внедрение новых технологий сдерживают остающаяся актуальной проблема невысокого передела сырья, в том числе вызванная недостатком производственных мощностей, незаинтересованность производителей в усложнении выпускаемой продукции, недостаточные объемы лесовосстановительных работ, незаконные рубки, небольшое количество разработок в области программного обеспечения, однако пробелы в ней постепенно заполняются. Ограничениями технологического развития также являются недостаточный объем инвестиций и нехватка квалифицированных кадров.

В дальнейшем планируется изучение технологического развития других отраслей промышленности.

Список литературы

1. Антонова, Н. Е. Стимулирование технологического развития лесного комплекса: анализ результатов / Н. Е. Антонова // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. 2017. № 2. С. 32-37.
2. Беляков, Г. П., Современные тенденции и особенности технологического развития предприятий лесопромышленного

комплекса / Г.П. Беляков, А.А. Поконов // Теория и практика общественного развития. 2016. № 10. С. 56–60.

3. Доклад ЮНЕСКО по науке: на пути к 2030 году. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_rus (дата обращения: 25.06.2025).

4. Иванцова, Е. Д. Механизмы стимулирования инвестиций в лесной сектор экономики: анализ мирового опыта в контексте целесообразности его применения в России / Е. Д. Иванцова // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2020. № 15(4). С. 566-586.

5. Комиссарова, А. В. Лесопромышленный комплекс России: особенности формирования, состояния, развития и роли / А. В. Комиссарова // Теоретическая и прикладная экономика. 2024. № 3. С. 39-58. DOI: 10.25136/2409-8647.2024.3.71380

6. На Вологодчине ведется последовательная работа по декриминализации лесной отрасли. URL: <https://vologdaregion.ru/news/2024/12/4/na-vologodchine-vedetsya-posledovatel-naya-rabota-po-dekriminalizacii-lesnoy-otrasli> (дата обращения: 28.09.2025).

7. На Вологодчине запатентована программа учета для лесопильного завода. URL: <https://vo.rbc.ru/vo/10/10/2023/65253b049a7947492f8a30c8> (дата обращения: 28.09.2025).

8. Новые агролесоводственные технологии для сельского хозяйства/ URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/207696712.htm> 1 (дата обращения: 26.06.2025).

9. Новые технологии для лесного сектора. URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/146594597.htm> 1 (дата обращения: 26.06.2025).

10. Посчитать деревья и собрать команду: как технологии меняют лесную отрасль. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/cmrm/60f92f149a79473d0d55ca0b?from=copy> (дата обращения: 25.06.2025).

11. Рынок бумажной упаковки в 2024 году оценивается в \$377,18 млрд. URL: <https://www.researchnester.com/ru/reports/paper-packaging-market/6141> (дата обращения: 27.06.2025).

12. Тарануха, Н. Л. Цифровой двойник - эффективный инструмент цифровой трансформации промышленных предприятий /

Н. Л. Тарануха, С. В. Семенова, С. Н. Панков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Т. 21, № 3. – С. 11-26. – DOI 10.22213/2410-9304-2023-3-11-26

13. Технологическое будущее российской экономики / В. Л. Абашкин, Г. И. Абдрахманова, Н. Н. Веселитская [и др.]. Москва: Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2018. – 193 с.

14. Chen, P.-H. C., Liu, Y., & Peng, L. (2019). How to develop machine learning models for healthcare. *Nature Materials*, 18, 410–427.

15. Grashoff, I., Recker, J. Design, Development, and Implementation of Artificial Intelligence Technology: A Scoping Review // Thirty-first European Conference on Information Systems (ECIS 2023), Kristiansand, Norway. 17 p.

16. Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2014). *Systems Analysis and Design* (9th ed.). London: Pearson.

References

1. Antonova N. E. (2017). “Stimulirovanie tekhnologicheskogo razvitiya lesnogo kompleksa: analiz rezultatov”, *Vestnik Habarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava*, № 2, pp. 32-37.

2. Belyakov G.P., Pokonov A.A. (2016). “Sovremennyye tendentsii i osobennosti tekhnologicheskogo razvitiya predpriyatiy lesopromyshlennogo kompleksa”, *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, № 10, pp. 56-60.

3. Doklad YuNESKO po nauke: na puti k 2030 godu, available at: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_rus (Accessed 25 June 2025).

4. Ivantsova E.D. (2020). “Mekhanizmy stimulirovaniya investitsiy v lesnoy sektor ekonomiki: analiz mirovogo opyta v kontekste tselesoobraznosti ego primeneniya v Rossii”, *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, № 15(4), pp. 566-586.

5. Komissarova A.V. (2024). “Lesopromyshlenny kompleks Rossii: osobennosti formirovaniya, sostoyaniya, razvitiya i roli”, *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika*, № 3, pp. 39-58, DOI: 10.25136/2409-8647.2024.3.71380

6. Na Vologodchine vedetsya posledovatel`naya rabota po dekriminalizacii lesnoj otrasli, available at: <https://vologdaregion.ru/news/2024/12/4/na->

vologodchine-vedetsya-posledovatel-naya-rabota-po-dekriminalizacii-lesnoy-otrasli (Accessed 28 September 2025).

7. Na Vologodchine zapatentovana programma ucheta dlya lesopilnogo zavoda, available at: <https://vo.rbc.ru/vo/10/10/2023/65253b049a7947492f8a30c8> (Accessed 28 September 2025).

8. Novye agrolesovodstvennye tekhnologii dlya sel'skogo hozyajstva, available at: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/207696712.html> 1 (Accessed 26 June 2025).

9. Novye tekhnologii dlya lesnogo sektora, available at: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/146594597.html> 1 (Accessed 26 June 2025).

10. Poschitat derevya i sobrat komandu: kak tekhnologii menyayut lesnuyu otrasl, available at: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/cmrm/60f92f149a79473d0d55ca0b?from=copy> (Accessed 25 June 2025).

11. Rynok bumazhnoy upakovki v 2024 godu otsenivaetsya v \$377,18 mlrd, available at: <https://www.researchnester.com/ru/reports/paper-packaging-market/6141> (Accessed 27 June 2025).

12. Taranukha N.L., Semenova S.V., Pankov S.N. (2023). "Tsifrovoy dvoynik - effektivny instrument tsifrovoy transformatsii promyshlennyh predpriyaty", *Intellektualnye sistemy v proizvodstve*, vol. 21, № 3, pp 11-26. – DOI 10.22213/2410-9304-2023-3-11-26

13. Abashkin V.L., Abdrahmanova G.I., Veselitskaya N.N., et al. (2018). *Tekhnologicheskoe budushchee rossiyskoy ekonomiki*, Moskva: Natsionalny issledovatel'skiy universitet "Vysshaya shkola ekonomiki", 193 s.

14. Chen, P.-H. C., Liu, Y., & Peng, L. (2019). "How to develop machine learning models for healthcare", *Nature Materials*, 18, 410-427.

15. Grashoff I., Recker J. (2023). "Design, Development, and Implementation of Artificial Intelligence Technology: A Scoping Review", *Thirty-first European Conference on Information Systems (ECIS 2023)*, Kristiansand, Norway, 17 p.

16. Kendall K.E., & Kendall J.E. (2014). *Systems Analysis and Design* (9th ed.), London: Pearson.

Благодарности: статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН ВолНЦ РАН по теме НИР FMGZ-2025-0012 «Структурно-технологическая трансформация региональной экономики в условиях обеспечения национальной безопасности Российской Федерации: мониторинг, регулирование и прогноз».

Acknowledgements: the article was prepared in accordance with the state assignment for the VolRC RAS on the research topic FMGZ-2025-0012 "Structural and technological transformation of the regional economy in the context of ensuring national security of the Russian Federation: monitoring, regulation and forecast".

Информация о конфликте интересов: авторы не имеют конфликта интересов для декларации.

Conflicts of Interest: the author has no conflict of interest to declare.

Чеплинские Инна Ричардовна, младший научный сотрудник центра структурных исследований и прогнозирования территориального развития ВолНЦ РАН (г. Вологда, Россия).

Inna R. Cheplinskite, Junior Research at the Center for Structural Research and Forecasting of Territorial Development, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (Vologda, Russia).