

Научная статья

УДК 685.34.015:004.7

<https://doi.org/10.24143/2073-5537-2026-2-30-38>

EDN QRDJAC

Концепция смарт-индустрии и возможности ее реализации на предприятиях обувной промышленности Республики Беларусь

**Елена Николаевна Коробова^{1✉}, Юлия Витальевна Полукарова²,
Юлия Викторовна Тараскина³**

¹*Витебский государственный технологический университет,
Витебск, Республика Беларусь, korobova1979elena@gmail.com✉*

²*Минский государственный колледж технологии и дизайна легкой промышленности,
Минск, Республика Беларусь*

³*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия*

Аннотация. Рассматриваются перспективы внедрения технологий Smart Industry в обувную промышленность Республики Беларусь, которая нуждается в серьезной технологической модернизации в условиях четвертой промышленной революции (Industry 4.0). Необходимость перехода обусловлена ростом глобальной конкуренции, повышением экономической эффективности деятельности, растущим спросом на персонализацию продукции. Анализируются ключевые направления цифровизации: интернет вещей (IoT) и промышленный интернет вещей (IIoT), большие данные (Big Data) и аналитика, искусственный интеллект (AI) и машинное обучение, цифровые двойники (Digital Twins) и 3D-печать для повышения гибкости и качества производства продукции. Успешно реализованные пилотные проекты на ведущих белорусских предприятиях легкой промышленности (ОАО «Элема», ОАО «Моготекс», ОАО «Камволь», ООО «Белкредо») свидетельствуют о значительных преимуществах цифровизации, что выражается в сокращении сроков разработки продукции, снижении брака и оптимизации логистики. Проявляются и основные барьеры цифровой трансформации, которые выступают сдерживающими факторами на пути масштабирования этого опыта, к их числу относятся: финансово-экономические ограничения, технологическая отсталость производственной базы, острый кадровый дефицит, управленческая консервативность и инфраструктурные проблемы. Отмечено, что для успешной трансформации необходима скоординированная стратегия, которая позволит объединить усилия государства и бизнеса. Ключевыми направлениями должны стать эффективное использование существующих инструментов государственной поддержки, разработка типовых отраслевых решений для снижения затрат, а также кардинальная перестройка системы подготовки кадров, ориентированная на формирование цифровых компетенций. Статья будет полезна руководителям предприятий, IT-специалистам и отраслевым экспертам, заинтересованным в цифровой трансформации предприятий легкой промышленности.

Ключевые слова: смарт-индустрия, цифровизация, обувная промышленность, Индустрия 4.0, интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные, цифровые двойники

Для цитирования: Коробова Е. Н., Полукарова Ю. В., Тараскина Ю. В. Концепция смарт-индустрии и возможности ее реализации на предприятиях обувной промышленности Республики Беларусь // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2026. № 2. С. 30–38. <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2026-2-30-38>. EDN QRDJAC.

Original article

The concept of the Smart Industry and the possibilities of its implementation at the shoe industry enterprises of the Republic of Belarus

Elena N. Korobova^{1✉}, Yulia V. Polukarova², Julia V. Taraskina³

¹*Vitebsk State Technological University,
Vitebsk, Republic of Belarus, korobova1979elena@gmail.com✉*

²*Minsk State College of Technology and Design of Light Industry,
Minsk, Republic of Belarus*

³*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia*

Abstract. The prospects of introducing Smart Industry technologies into the shoe industry of the Republic of Belarus, which needs serious technological modernization in the context of the fourth industrial revolution (Industry 4.0), are considered. The need for a transition is due to the growth of global competition, increased economic efficiency, and the growing demand for product personalization. The key areas of digitalization are analyzed: the Internet of Things (IoT) and the industrial Internet of Things (IIoT), Big Data and analytics, artificial intelligence (AI) and machine learning, Digital Twins and 3D printing to increase flexibility and product quality. Successfully implemented pilot projects at leading Belarusian light industry enterprises (Elema JSC, Mogotex JSC, Kamvol JSC, Belkredo SOOO) testify to the significant advantages of digitalization, which is reflected in the reduction of product development time, reduction of defects and optimization of logistics. The main barriers to digital transformation are also emerging, which act as constraining factors on the way to scaling this experience, including financial and economic constraints, technological backwardness of the production base, acute personnel shortages, managerial conservatism and infrastructural problems. It was noted that successful transformation requires a coordinated strategy that will combine the efforts of the state and business. The key areas should be the effective use of existing state support tools, the development of industry-standard solutions to reduce costs, as well as a fundamental redesign of the personnel training system focused on the formation of digital competencies. The article will be useful for business leaders, IT specialists and industry experts interested in the digital transformation of light industry enterprises.

Keywords: Smart Industry, digitalization, shoe industry, Industry 4.0, Internet of Things, artificial intelligence, Big Data, Digital Twins

For citation: Korobova E. N., Polukarova Yu. V., Taraskina Ju. V. The concept of the Smart Industry and the possibilities of its implementation at the shoe industry enterprises of the Republic of Belarus. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics.* 2026; 2:30-38. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2026-2-30-38>. EDN QRDJAC.

Введение

Современная промышленность переживает четвертую технологическую революцию, связанную с цифровизацией и интеллектуализацией производства. Концепция смарт-индустрии (Smart Industry) предполагает интеграцию киберфизических систем, интернета вещей (IoT), больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта (AI) в промышленные процессы.

Обувная промышленность Беларуси, традиционно ориентированная на массовое производство, сталкивается с рядом вызовов [1]:

- рост конкуренции со стороны азиатских производителей;
- необходимость сокращения издержек;
- запрос на персонализацию продукции.

Для предприятий обувной промышленности Республики Беларусь переход к Smart Industry открывает новые возможности для повышения конкурентоспособности за счет роста показателей эффективности, снижения издержек и улучшения качества продукции. Внедрение цифровых двойников производственных линий, умных систем управления ресурсами (MES, ERP) и автоматизированного проектирования (CAD/CAM) позволяет оптимизировать процессы разработки и изготовления обуви, сократить время вывода новых моделей на рынок и повысить гибкость производства [2]. Однако успешная реализация концепции Smart Industry требует учета ряда факторов, включая технологическую готовность предприятий, уровень цифровизации, наличие квалифицированных кадров и инвестиционные возможности [3]. В условиях Республики Беларусь важную роль играет государственная поддержка в виде программ модернизации, субсидирования инновационных проектов и развития IT-инфраструктуры.

Материалы исследования

Современное промышленное производство пере-

живает радикальную трансформацию, связанную с внедрением цифровых технологий четвертой промышленной революции (Industry 4.0). Для обувной промышленности Беларуси это открывает новые перспективы повышения эффективности, снижения затрат и создания инновационной продукции. Рассмотрим ключевые технологические компоненты смарт-индустрии и их прикладное значение для отрасли.

1. Интернет вещей (IoT) и промышленный интернет вещей (IIoT).

Технология IoT предполагает оснащение производственного оборудования, транспортных систем и даже готовой продукции интеллектуальными датчиками, которые собирают и передают данные в режиме реального времени. В промышленном исполнении (IIoT) это создает основу для «умных фабрик», где все элементы производственной системы взаимосвязаны. В обувном производстве IoT находит применение в нескольких ключевых аспектах.

Прежде всего, это мониторинг оборудования – установка датчиков вибрации, температуры и нагрузки на раскройных, швейных и формовочных машинах позволяет прогнозировать необходимость технического обслуживания, предотвращать аварийные остановки и оптимизировать графики ремонтов. Например, система может автоматически сигнализировать о необходимости замены игл в швейных машинах после определенного количества рабочих циклов [4].

Не менее важным является управление энергопотреблением через интеллектуальные системы контроля, которые анализируют энергозатраты по участкам производства, автоматически регулируют нагрузку на оборудование и выявляют неэффективные энергопотребители. Особенно это актуально для энергоемких процессов типа вулканизации подошв [5].

Третий важный аспект – трекинг материалов с по-

мощью RFID-меток и сенсоров, которые отслеживают движение сырья по цехам, контролируют остатки на складах и автоматизируют учет материальных ресурсов, что позволяет минимизировать потери дорогостоящих кожевенных материалов [6].

2. Большие данные (Big Data) и аналитика.

Технологии работы с большими данными позволяют обрабатывать и анализировать огромные массивы структурированной и неструктурированной информации для принятия управленческих решений. В обувной промышленности Big Data находит применение в нескольких направлениях.

Важнейшее из них – прогнозирование спроса, включающее анализ исторических данных продаж, учет сезонных факторов, мониторинг модных трендов через социальные сети и прогнозирование регионального спроса. Например, алгоритмы могут выявлять растущую популярность определенных моделей в конкретных регионах за несколько недель до всплеска спроса [7].

Оптимизация логистики – второе ключевое направление, включающее построение оптимальных маршрутов поставок, управление складскими запасами и координацию работы с поставщиками. Системы аналитики помогают находить баланс между скоростью выполнения заказов и затратами на логистику [8].

Третье направление – контроль качества через выявление корреляций между параметрами производства и качеством продукции, анализ причин брака и прогнозирование качества на основе производственных параметров. Ключевые преимущества внедрения Big Data-решений включают повышение точности прогнозов спроса на 30–45 %, сокращение логистических издержек на 15–25 % и снижение уровня брака на 20–30 % [9].

3. Искусственный интеллект (AI) и машинное обучение.

Современные алгоритмы искусственного интеллекта находят все более широкое применение в промышленности, включая обувное производство. Основные направления применения AI можно разделить на три группы.

Первая – контроль качества с использованием систем компьютерного зрения для автоматического выявления дефектов, анализа качества швов, покраски, сборки и сортировки готовой продукции. Например, нейросети могут обнаруживать микротрещины в материале или неравномерность окраски, невидимые человеческому глазу [10].

Вторая группа – дизайн и разработка, включающая генерацию новых моделей на основе анализа модных трендов, оптимизацию конструкций для повышения комфорта и создание персонализированных моделей. Алгоритмы могут анализировать тысячи изображений из модных показов и соцсетей, предлагая актуальные дизайнерские решения [11].

Третье направление – оптимизация производства через планирование загрузки оборудования, прогнозирование сроков выполнения заказов и управление

производственными мощностями. Преимущества внедрения AI-решений включают сокращение времени разработки новых моделей на 40–50 %, уменьшение затрат на контроль качества на 35–45 % и возможность массовой кастомизации продукции [12].

4. Цифровые двойники (Digital Twins).

Технология цифровых двойников создает виртуальные копии физических объектов или процессов, позволяя моделировать их поведение в различных условиях. В обувной промышленности Digital Twins находят применение в нескольких сферах.

Во-первых, проектирование продукции с виртуальным тестированием новых моделей, оценкой эргономических характеристик и анализом нагрузок при эксплуатации. Например, можно смоделировать, как будет вести себя подошва при различных температурах и нагрузках.

Во-вторых, оптимизация производства через моделирование работы производственных линий, выявление узких мест и тестирование изменений технологических процессов без остановки реального производства. Это позволяет избежать дорогостоящих ошибок при модернизации линий [13].

В-третьих, обучение персонала с использованием виртуальных тренажеров для операторов, симуляции нештатных ситуаций и отработки навыков обслуживания оборудования. Эффективность технологии Digital Twins проявляется в сокращении сроков вывода новой продукции на рынок на 30–40 %, уменьшении затрат на физическое прототипирование на 50–60 % и повышении точности планирования производственных процессов [14].

5. Аддитивные технологии (3D-печать).

3D-печать революционизирует подходы к проектированию и производству, предлагая принципиально новые возможности. В обувной промышленности аддитивные технологии применяются в трех основных направлениях.

Быстрое прототипирование позволяет создавать опытные образцы за часы вместо дней, оперативно вносить изменения в конструкцию и тестировать различные варианты дизайна, что кардинально сокращает цикл разработки новых моделей.

Персонализированное производство включает изготовление индивидуальных стелек по сканам стопы, создание обуви для людей с особенностями строения ноги и производство эксклюзивных моделей малыми партиями, это открывает новые рыночные ниши.

Изготовление сложных элементов позволяет производить детали с уникальными свойствами, создавать структуры с переменной жесткостью и печатать элементы с внутренними каналами, что невозможно при традиционных методах производства. Преимущества технологии 3D-печати включают сокращение времени разработки с недель до дней, возможность экономически эффективного мелкосерийного производства и создание продукции с уникальными характеристиками [15].

Рассмотренные технологии smart-индустрии предлагают белорусским производителям обуви

мощный инструментарий для модернизации производства. Комплексное внедрение этих решений позволит значительно повысить конкурентоспособность предприятий на международном рынке, сократить издержки и предложить потребителям инновационную продукцию. Ключевым фактором успеха станет поэтапное внедрение технологий с учетом специфики конкретных предприятий и доступных ресурсов, начиная с наиболее доступных IoT-решений и заканчивая комплексными системами на основе AI и Digital Twins.

В практике белорусской промышленности накоплен небольшой опыт внедрения элементов концепции smart-индустрии на предприятиях легкой промышленности Республики Беларусь.

1. Внедрение цифровых двойников на ОАО «Моготекс» – одном из крупнейших предприятий легкой промышленности Республики Беларусь. В рамках цифровизации производства на предприятии внедрена система цифровых двойников (Digital Twins) для оптимизации раскроя ткани и проектирования новых моделей, в частности разработаны 3D-модели лекал и виртуальные прототипы изделий; внедрено программное обеспечение CLO 3D и Optitex для симуляции посадки одежды на виртуальных манекенах; интеграция с CAD-системами для автоматизации раскроя. В результате внедрения системы цифровых двойников ОАО «Моготекс» получило сокращение времени разработки новой коллекции на 40 %, уменьшение отходов ткани на 15–20 % за счет оптимизации раскладки лекал, возможность удаленного согласования дизайна с заказчиками [16].

2. Роботизация швейного производства на ОАО «Элема» – ведущем производителе швейной промышленности в Республике Беларусь. В 2022 г. предприятие внедрило роботизированные швейные линии для массового производства. Внедрены следующие технологические решения: автоматизированные раскройные комплексы Lectra, роботизированные швейные модули SoftWear Automation (США), системы компьютерного зрения для контроля качества швов. В результате внедрения роботизированных швейных линий достигнуты следующие эффекты: рост производительности на 30 %, снижение доли брака до 1,5 % (было 5–7 %), возможность быстрой переналадки под новые модели [17].

3. Умный склад и логистика на ОАО «Камволь» – крупном производителе шерстяных тканей. В 2023 г. предприятие модернизировало систему складирования с применением IoT и RFID-меток. В результате внедрения цифровых решений в систему складского учета и логистики были реализованы следующие технологические усовершенствования: датчики контроля влажности и температуры на складах, RFID-метки для отслеживания рулонов ткани, интеграция WMS-системы с ERP (1С: Промышленность). Достигнуты следующие операционные преимущества: сокращение времени поиска материалов в 3 раза, автоматизация учета остатков, снижение потерь от неправильного хранения [18].

4. Блокчейн для отслеживания поставок хлопка: ООО «БелКредо» совместно с ОАО «Беларусбанк» запустило пилотный проект по трекингу сырья на блокчейне. Суть проекта заключается в том, что каждая партия хлопка из Узбекистана получает цифровой сертификат, данные о перемещении фиксируются в распределенном реестре, покупатели через QR-код могут проверить происхождение ткани. Ключевыми преимуществами технологии являются повышение прозрачности для европейских заказчиков, упрощение таможенного оформления, борьба с контрафактом [19].

Приведенные примеры демонстрируют, что даже частичная цифровизация дает белорусским предприятиям легкой промышленности конкурентные преимущества: снижение себестоимости, повышение гибкости и выход на новые рынки. Ключевым фактором успеха является поэтапное внедрение с акцентом на быструю окупаемость проектов.

Анализ текущего состояния и перспектив цифровой трансформации предприятий легкой промышленности Республики Беларусь свидетельствует о наличии значительного потенциала модернизации, однако, несмотря на очевидные успехи (проекты ООО «БелКредо», ОАО «Камволь», ОАО «Элема» и др.), масштабирование передового опыта сталкивается с рядом существенных барьеров и системных проблем.

Финансово-экономические ограничения представляют собой наиболее существенный барьер. Большинство предприятий легкой промышленности Республики Беларусь характеризуются недостаточным уровнем собственных инвестиционных ресурсов, длительными сроками окупаемости цифровых проектов. Особую сложность вызывает необходимость комплексной модернизации, требующей одновременных вложений в оборудование, программное обеспечение и подготовку кадров. Ситуация усугубляется ограниченным доступом к международным программам финансирования цифровизации из-за действующих экономических санкций [20].

Технологическая отсталость производственной базы проявляется в нескольких аспектах. Значительная часть оборудования на предприятиях отрасли морально и физически устарела (свыше 60 %) и не обладает необходимыми интерфейсами для интеграции в цифровые системы. Отсутствие единых стандартов цифровизации приводит к проблемам совместимости различных систем. Особенно остро стоит вопрос модернизации швейного оборудования, где степень автоматизации традиционно была низкой [21].

Кадровый дефицит приобретает системный характер. Отрасль испытывает острый недостаток в специалистах, обладающих одновременно знаниями в области легкой промышленности, компетенциями в области цифровых технологий, навыками работы с современным программным обеспечением. Существующая система профессионального образования не успевает адаптироваться к быстро меняющимся

ся технологическим требованиям. Дополнительную сложность создает старение кадрового состава (40 % работников старше 50 лет) и несоответствием образовательных программ [22].

Организационно-управленческие барьеры включают консервативность системы управления предприятиями, отсутствие четких цифровых стратегий, слабую интеграцию между различными подразделениями. Многие руководители сохраняют скептическое отношение к цифровым технологиям, недооценивая их трансформационный потенциал. Отсутствие методологии поэтапного перехода к смарт-производству увеличивает риски цифровых проектов [23].

Инфраструктурные ограничения связаны с недостаточным развитием телекоммуникационной инфраструктуры в регионах, где расположены предприятия, нехваткой современных производственных площадей, адаптированных для работы с цифровыми технологиями. Особую проблему представляет энергоснабжение цифровых систем, требующее высокой надежности и качества электроэнергии [24].

Правовые и нормативные барьеры проявляются в отсутствии адаптированных к цифровой экономике стандартов и регламентов, сложностях сертификации цифровых производственных систем, неопределен-

ности в вопросах защиты интеллектуальной собственности. Действующее законодательство не всегда учитывает специфику цифровых бизнес-моделей в легкой промышленности.

Психологические факторы сопротивления изменениям со стороны персонала включают страх перед новыми технологиями, нежелание осваивать новые методы работы, опасения по поводу возможного сокращения рабочих мест. Эти факторы особенно сильны на предприятиях с давно сложившейся производственной культурой [25].

В Республике Беларусь сложилась финансовая и институциональная поддержка процессов реализации концепции смарт-индустрии. Разработана и реализуется Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг., приняты программные документы и нормативно правовые акты, способствующие процессам цифровизации в экономике Республики Беларусь, работают экономические формы поддержки данных процессов в виде льготных кредитов, налоговых льгот, создан Белорусский инновационный фонд, Парк высоких технологий [26–32].

В таблице представлены источники финансовой поддержки реализации проектов Индустрии 4.0 в Республике Беларусь.

Источники финансовой поддержки реализации проектов Индустрии 4.0 в Республике Беларусь*

Sources of financial support for the implementation of Industry 4.0 projects in the Republic of Belarus

Программа	Описание	Финансовая поддержка	Условия предоставления
<i>Государственные программы и стратегии</i>			
Программа «Цифровая трансформация Беларуси» (2021–2025 гг.)	Поддержка внедрения Industry 4.0, IoT, AI в производство	Субсидии до 50 % затрат на ПО и оборудование	Подача заявки в Министерство Республики Беларусь, предоставление бизнес-плана
Госпрограмма «Инновационное развитие 2021–2025»	Финансирование НИОКР, цифровых решений	Гранты до 500 тыс. долл. США на проекты	Участие в конкурсе инновационных проектов
План развития «умных городов»	Развитие цифровых производств в регионах	Льготные кредиты под 3–5 % годовых	Обращение в местные органы власти
<i>Финансовая поддержка</i>			
Субсидии на НИОКР	Возмещение до 70 % затрат на исследования	Снижение себестоимости внедрения	Подача заявки в Белорусский инновационный фонд
Льготные кредиты	Ставка 4–6 % (вместо рыночных 10–12 %)	Экономия на процентах до 40 %	Обращение в банки-партнеры (ОАО «Белагропромбанк», ОАО «Белинвестбанк»)
Налоговые льготы	Освобождение от НДС на ИТ-оборудование	Экономия до 20 % на закупках	Оформление через Министерство по налогам и сборам
<i>Институты поддержки</i>			
Парк высоких технологий	ИТ-разработки, цифровизация	Гранты до 300 тыс. долл. США, налоговые каникулы	Регистрация резидента Парка высоких технологий
Белорусский инновационный фонд	Финансирование стартапов и цифровых проектов	Инвестиции до 1 млн долл. США	Подача заявки на конкурс инноваций

* Составлено по [26–32].

Особое внимание должно быть уделено разработке типовых решений цифровизации, позволяющих снизить затраты на внедрение для средних и малых предприятий отрасли.

Заключение

В результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

- современная обувная промышленность Республики Беларусь стоит перед необходимостью глубокой технологической модернизации. Внедрение технологий Industry 4.0 (IoT, AI, Big Data, цифровые двойники) демонстрирует значительный потенциал для повышения эффективности производства, снижения затрат и выхода на новые рынки. Пилотные проекты на предприятиях (ОАО «Моготекс», ОАО «Элема», ОАО «Камволь») подтверждают, что даже частичная цифровизация дает свои позитивные экономические результаты;
- анализ выявил комплекс взаимосвязанных проблем при внедрении, требующих скоординированных решений: финансовые ограничения, технологическая отсталость, кадровый дефицит;
- Республика Беларусь создала систему государственной поддержки цифровизации через финансовые инструменты, инфраструктурные проекты, нормативную базу, однако ключевые проблемы остаются: отсутствие отраслевых стандартов цифровизации, слабая интеграция между образованием и бизнесом, ограниченный доступ к международ-

ным технологиям из-за санкций;

- критическую важность приобретает кадровая политика, для чего требуется ускоренная разработка образовательных стандартов нового поколения (с акцентом на CAD/CAM, IoT, AI), создание корпоративных учебных центров на базе ведущих предприятий, введение стимулирующих механизмов обучения персонала;

– для успешной трансформации необходимо поэтапное внедрение (от IoT к комплексным AI-решениям), типовые отраслевые решения для малых и средних предприятий, государственно-частное партнерство (пример: сотрудничество концерна «Беллепром» с IT-компаниями Парка высоких технологий), международная кооперация (обмен опытом с Турцией, Польшей, Китаем и другими странами).

Таким образом, цифровая трансформация обувной промышленности Республики Беларусь – сложный, но достижимый процесс. Ключевым фактором успеха станет синхронизация усилий государства, бизнеса и образовательных учреждений с фокусом на финансовую доступность технологий, подготовку кадров с новыми знаниями. Реализация этих условий позволит отрасли не только сохранить позиции на традиционных рынках, но и занять ниши в новых сегментах за счет инновационных продуктов.

Список источников

1. Легкая промышленность Беларуси: вызовы и риски. URL: <https://expert.belta.by/09> (дата обращения: 12.10.2023).
2. Коробова Е. Н., Полукарова Ю. В. Концепция smart-индустрии и возможности ее реализации на предприятиях легкой промышленности Республики Беларусь // Молодежное научное измерение евразийской интеграции: сб. науч. ст. обучающихся по программам магистратуры и аспирантуры в вузах Евразии. СПб.: Изд-во Ун-та при МПА ЕвразЭС, 2024. С. 218–224.
3. Коробова Е. Н., Полукарова Ю. В. Влияние цифровой трансформации на развитие белорусской промышленности // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2024) = International conference on textile and apparel innovation (ICTAI-2024): материалы докл. Междунар. науч.-техн. конф. (Витебск, 20–21 ноября 2024 г.). Витебск: Изд-во ВГТУ, 2025. С. 243–248.
4. Мониторинг промышленного оборудования: снижение издержек, продвинутое техобслуживание и удаленное управление. URL: <https://cloud.vk.com/blog/monitoring-promyshlennogo-oborudovaniya/> (дата обращения: 01.10.2024).
5. Интеллектуальные системы управления энергопотреблением. URL: <https://rosstip.ru/news/6271-intellektualnye-sistemy-upravleniya-energopotrebleniem> (дата обращения: 14.10.2024).
6. Умный склад, RFID-технология учета складских материалов. URL: <https://cryptotech.by/poleznyye-statii/umnyy-sklad-rfid-tehnologiya-ucheta-skladskikh-materialov-/> (дата обращения: 26.11.2024).
7. Как предсказать сезонные колебания спроса: основные методики и инструменты прогнозирования. URL: <https://napoleonit.ru/blog/kak-predskazat-sezonnye-kolebaniya-sprosa-osnovnye-metodiki-i-instrumenty-prognozirovaniya> (дата обращения: 29.11.2024).
8. Big Data и логистика: чем большие данные полезны участникам отрасли. URL: <https://habr.com/ru/articles/663470/> (дата обращения: 25.12.2024).
9. Фокс К., Голдрик М., Пэн А., Уиттингтон К. Гик встречает шик: четыре шага для быстрого внедрения расширенной аналитики в сфере одежды. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/gEEK-meets-chic-four-actions-to-jump-start-advanced-analytics-in-apparel> (дата обращения: 15.01.2025).
10. Исследование применения статистического контроля качества методы повышения качества в производстве обуви. URL: https://www.academia.edu/71752710/Study_on_the_Application_of_Statistical_Quality_Control_Techniques_in_Shoe_Manufacturing_for_Quality_Improvements (дата обращения: 17.02.2025).
11. «Беллепром» использует технологии ИИ. Поговорили с Татьяной Лугиной о развитии легкой промышленности. URL: <https://ctv.by/news/obshchestvo/belleprom-ispolzuet-tehnologii-ii-pogovorili-s-tatyanoj-luginoj-o-razviti-lyogkoj-promyshlennosti06.06.2025> (дата обращения: 18.06.2025).
12. Революционная оптимизация перерабатывающих предприятий. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/how-we-help-clients/optimusai> (дата обра-

ния: 05.05.2025).

13. Фритцен С., Лефорт Ф., Ловера-Перес О., Зенгер Ф. Цифровые инновации в производстве потребительских товаров. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/digital-innovation-in-consumer-goods-manufacturing> (дата обращения: 10.05.2025).

14. Токарева Ю. А., Акулова Д. А., Ивонина Е. О. Внедрение цифровых технологий в управление системой обучения персонала. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82480/1/978-80-88327-04-2_023.pdf (дата обращения: 05.06.2025).

15. Технология 3d-печати kings sla для обувной промышленности. URL: https://kings3d.ru/novostdetalnokings_10_172/?ysclid=mdud83sg5118854220 (дата обращения: 05.06.2025).

16. Потемкин А. Мы движемся дальше и на достигнутом не останавливаемся. URL: <https://lp-magazine.ru/lp-magazine/2024/05/1382?ysclid=mdx26s3wa4917101844> (дата обращения: 02.06.2025).

17. Технологии производства одежды Elema. URL: <https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Ffelema.ru%2Fcompany%2Ftehnologii%2F&utf=1> (дата обращения: 02.06.2025).

18. Минский камвольный комбинат. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Минский_камвольный_комбинат (дата обращения: 02.04.2025).

19. Узбекистан: ворота для белорусского бизнеса на рынки Центральной Азии. URL: <https://ibme-dia.by/news/uzbekistan-vorota-dlya-belorusskogo-biznesa-na-rynkitsentralnoj-azii> (дата обращения: 18.04.2025).

20. Хацкевич Г. А., Муха Д. В. Цифровая трансформация промышленных организаций Республики Беларусь: актуальные проблемы и перспективы // Вести Ин-та предпринимат. деятельности. 2020. № 1 (22). С. 21–33.

21. Рудницкий Д. Б. Основные направления цифровой трансформации предприятий легкой промышленности Республики Беларусь. URL: http://lib.vstu.by/jurnal/r/ic-tai_2022_141-145.pdf (дата обращения: 14.06.2024).

22. Лутина Т. А. Ставка на инновации и роботизацию: на что делает акцент в своей работе концерн «Беллегрпром», 22.04.2025. URL: <https://www.sb.by/articles/modno-i-dostupno-bellegprom.html> (дата обращения: 23.05.2025).

23. Достижение успеха в цифровой трансформации. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-or>

ganizational-performance/our-insights/unlocking-success-in-digital-transformations (дата обращения: 15.05.2025).

24. Национальный инфраструктурный план 2016–2030. URL: <https://economy.gov.by/uploads/files/G4P/NIP-2016-2030.pdf> (дата обращения: 16.05.2025).

25. Куликова Е. А. Психологические аспекты сопротивления изменениям в организации // Концепт. 2021. № 10. URL: <http://e-koncept.ru/2021/212014.htm> (дата обращения: 09.02.2025).

26. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы: Указ Президента Республики Беларусь от 15.07.2020 № 325. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=320325> (дата обращения: 15.04.2024).

27. Об утверждении плана мероприятий по развитию концепции «умных городов» в Республике Беларусь на 2021–2025 годы: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 05.05.2021 № 292. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100292> (дата обращения: 15.04.2024).

28. О возмещении затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сфере цифровых технологий: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 03.03.2021 № 123. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100123> (дата обращения: 15.04.2024).

29. Об утверждении Положения о порядке льготного кредитования проектов в сфере цифровой экономики: Постановление Правления Национального банка Республики Беларусь от 12.04.2021 № 250. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100250> (дата обращения: 15.04.2024).

30. Налоговый кодекс Республики Беларусь (принят Палатой представителей 15.11.2002). URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=HK2200297> (дата обращения: 15.04.2024).

31. О развитии Парка высоких технологий: Указ Президента Республики Беларусь от 21.01.2021 № 8. URL: <https://pravo.by/> (дата обращения: 01.01.2023).

32. Об утверждении Положения о Белорусском инновационном фонде: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.03.2020 № 178. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22000178> (дата обращения: 15.04.2024).

References

1. *Legkaya promyshlennost' Belarusi: vyzovy i riski* [Legkaya promyshlennost' Belarusi: vyzovy i riski]. Available at: <https://expert.belta.by/09> (accessed: 12.10.2023).

2. Korobova E. N., Polukarova Yu. V. *Koncepciya smart-industrii i vozmozhnosti ee realizacii na predpriyatiyah legkoj promyshlennosti Respubliki Belarus'*. Molodezhnoe nauchnoe izmerenie evrazijskoj integracii [The concept of the smart industry and the possibilities of its implementation at the enterprises of the light industry of the Republic of Belarus. Youth scientific dimension of Eurasian integration]. *Sbornik nauchnyh statej obuchayushchihsya po programam magistratury i aspirantury v vuzah Evrazii*. Saint Petersburg, Izd-vo Universiteta pri MPA EvrAzES, 2024. Pp. 218–224.

3. Korobova E. N., Polukarova Yu. V. *Vliyanie cifrovoy transformacii na razvitie belorusskoj promyshlennosti. Innovacii v tekstile, odezhe, obuvi* (ICTAI-2024) [The impact of digital transformation on the development of the Belarusian industry.

Innovations in Textiles, Clothing, and footwear (ICTAI-2024)]. *Materialy dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii (Vitebsk, 20–21 noyabrya 2024 g.)*. Vitebsk, Izd-vo VGTU, 2025. Pp. 243–248.

4. *Monitoring promyshlennogo oborudovaniya: snizhenie izderzhek, prodvintoe tekhobsluzhivanie i udalennoe upravlenie* [Monitoring of industrial equipment: cost reduction, advanced maintenance and remote management]. Available at: <https://cloud.vk.com/blog/monitoring-promyshlennogo-oborudovaniya/> (accessed: 01.10.2024).

5. *Intellektual'nye sistemy upravleniya energopotrebleniem* [Intelligent energy management systems]. Available at: <https://rosstip.ru/news/6271-intellektualnye-sistemy-upravleniya-energopotrebleniem> (accessed: 14.10.2024).

6. *Umnyj sklad, RFID-tehnologiya ucheta skladskih materialov* [Umnyj sklad, RFID-tehnologiya ucheta skladskih materialov]. Available at: <https://cryptotech.by/poleznyye>

stati/um-nyy-sklad-rfid-tekhnologiya-ucheta-skladskikh-materialov-/ (accessed: 26.11.2024).

7. *Kak predskazat' sezonnye kolebaniya sprosa: osnovnye metodiki i instrumenty prognozirovaniya* [How to predict seasonal fluctuations in demand: basic forecasting techniques and tools]. Available at: <https://napoleonit.ru/blog/kak-predskazat-sezonnye-kolebaniya-sprosa-osnovnye-metodiki-i-instrumenty-prognozirovaniya> (accessed: 29.11.2024).

8. *Big Data i logistika: chem bol'shie dannye polezny uchastnikam otrasli* [Big Data and logistics: how big data is useful to industry participants]. Available at: <https://habr.com/ru/articles/663470/> (accessed: 25.12.2024).

9. Foks K., Goldrik M., Pen A., Uittington K. *Gik vstrechaet shik: chetyre shaga dlya bystrogo vnedreniya rasshirennoj analitiki v sfere odezhd* [Geek meets Chic: Four steps to quickly implement advanced analytics in the clothing industry]. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/geek-meets-chic-four-actions-to-jump-start-advanced-analytics-in-apparel> (accessed: 15.01.2025).

10. *Issledovanie primeneniya statisticheskogo kontrolya kachestva metody povysheniya kachestva v proizvodstve obuvi* [Research on the application of statistical quality control methods for improving quality in shoe production]. Available at: https://www.academia.edu/71752710/Study_on_the_Application_of_Statistical_Quality_Control_Techniques_in_Shoe_Manufacturing_for_Quality_Improvements (accessed: 17.02.2025).

11. «Bellegprom» ispol'zuet tekhnologii II. *Pogovorili s Ta-tyanoy Luginoy o razvitii legkoj promyshlennosti* [Bellegprom uses AI technologies. We talked with Tatiana Lugina about the development of the light industry0]. Available at: <https://ctv.by/news/obshestvo/bellegprom-ispol-zuetehnologii-ii-pogovorili-s-tatyanoi-luginoy-o-razvitii-lyogkoj-promyshlennosti06.06.2025> (accessed: 18.06.2025).

12. *Revolucionnaya optimizaciya pererabatyvayushchih predpriyatij* [Revolucionnaya optimizaciya pererabatyvayushchih predpriyatij]. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/how-we-help-clients-optimize> (accessed: 05.05.2025).

13. Fritcen C., Lefort F., Lovera-Peres O., Zenger F. *Cifrovye innovacii v proizvodstve potrebitel'skih tovarov* [Digital innovations in the production of consumer goods]. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/digital-innovation-in-consumer-goods-manufacturing> (accessed: 10.05.2025).

14. Tokareva Yu. A., Akulova D. A., Ivonina E. O. *Vnedrenie cifrovyyh tekhnologij v upravlenie sistemoy obucheniya personala* [About the introduction of digital technologies in the management of the personnel training system]. Available at: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82480/1/978-80-88327-04-2_023.pdf (accessed: 05.06.2025).

15. *Tekhnologiya 3d-pechati kings sla dlya obuvnoj promyshlennosti* [Kings SLA 3D printing technology for the shoe industry]. Available at: https://kings3d.ru/novostdetalnokings_10_172/?ysclid=mdud83sg5l18854220 (accessed: 05.06.2025).

16. Potemkin A. *My dvizhemsya dal'she i na dostignutom ne ostanavlivaemysya* [We are moving on and we are not stopping there.]. Available at: <https://lp-magazine.ru/lpmagazine/2024/05/1382?ysclid=mdx26s3wa4917101844> (accessed: 02.06.2025).

17. *Tekhnologii proizvodstva odezhd* Elema [Elema clotting production technologies]. Available at: <https://vk.com/>

away.php?to=https%3A%2F%2Ffelema.ru%2Fcompany%2Ftekhnologii%2F&utf=1 (accessed: 02.06.2025).

18. *Minskij kamvol'nyj kombinat* [Minsk Worsted Factory]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Minskij_kamvol'nyj_kombinat (accessed: 02.04.2025).

19. *Uzbekistan: vorota dlya belorusskogo biznesa na rynki Central'noj Azii* [Uzbekistan: gateway for Belarusian business to Central Asian markets]. Available at: <https://ibmedia.by/news/uzbekistan-vorota-dlya-belorusskogo-biznesa-rynki-tsentralnoj-azii> (accessed: 18.04.2025).

20. Hackevich G. A., Muha D. V. *Cifrovaya transformaciya promyshlennyh organizacij Respubliki Belarus': aktual'nye problemy i perspektivy* [Digital transformation of industrial organizations of the Republic of Belarus: current problems and prospects]. *Vesti Instituta predprinimatel'skogo deyatel'nosti*, 2020, no. 1 (22), pp. 21-33.

21. Rudnickij D. B. *Osnovnye napravleniya cifrovoj transformacii predpriyatij legkoj promyshlennosti Respubliki Belarus'* [The main directions of digital transformation of light industry enterprises of the Republic of Belarus]. Available at: http://lib.vstu.by/jurnal/r/ictai_2022_141-145.pdf (accessed: 14.06.2024).

22. Lugina T. A. *Stavka na innovacii i robotizaciyu: na chto delaet akcent v svoej rabote koncern «Bellegprom»*, 22.04.2025 [Focus on innovation and robotics: what Bellegprom Group focuses on in its work, 04/22/2025]. Available at: <https://www.sb.by/articles/modno-i-dostupno-bellegprom.html> (accessed: 23.05.2025).

23. *Dostizhenie uspekha v cifrovoj transformacii* [Dostizhenie uspekha v cifrovoj transformacii]. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/unlocking-success-in-digital-transformations> (accessed: 15.05.2025).

24. *Nacional'nyj infrastrukturyj plan 2016–2030* [Nacional'nyj infrastrukturyj plan 2016–2030]. Available at: <https://economy.gov.by/uploads/files/G4P/NIP-2016-2030.pdf> (accessed: 16.05.2025).

25. Kulikova E. A. *Psihologicheskie aspekty soprotivleniya izmeneniyam v organizacii* [Psychological aspects of resistance to change in an organization]. *Koncept*, 2021, no. 10. Available at: <http://e-koncept.ru/2021/212014.htm> (accessed: 09.02.2025).

26. *O Gosudarstvennoj programme innovacionnogo razvitiya Respubliki Belarus' na 2021–2025 gody: Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus' ot 15.07.2020 № 325* [On the State Program of Innovative Development of the Republic of Belarus for 2021–2025: Decree of the President of the Republic of Belarus dated 07/15/2020 No. 325]. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=320325> (accessed: 15.04.2024).

27. *Ob utverzhdenii plana meropriyatij po razvitiyu koncepcii «umnyh gorodov» v Respublike Belarus' na 2021–2025 gody: Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 05.05.2021 № 292* [On approval of the action plan for the development of the concept of “smart cities” in the Republic of Belarus for 2021–2025: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated 05.05.2021 No. 292]. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100292> (accessed: 15.04.2024).

28. *O vozmeshchenii zatrat na nauchno-issledovatel'skie i opytно-konstruktorskie raboty v sfere cifrovyyh tekhnologij: Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 03.03.2021 № 123* [On reimbursement of expenses for research and development work in the field of digital technologies: Resolution of the Council of Ministers of the Republic

of Belarus dated 03.03.2021 No. 123]. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100123> (accessed: 15.04.2024).

29. *Ob utverzhdenii Polozheniya o poryadke l'gotnogo kreditovaniya projektov v sfere cifrovoj ekonomiki: Postanovlenie Pravleniya Nacional'nogo banka Respubliki Belarus' ot 12.04.2021 № 250* [On approval of the Regulation on the procedure for preferential Lending to projects in the field of the digital Economy: Resolution No. 250 of the Board of the National Bank of the Republic of Belarus dated 04/12/2021]. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C-22100250> (accessed: 15.04.2024).

30. *Nalogovyy kodeks Respubliki Belarus' (prinyat Palatoj predstavitelej 15.11.2002)* [The Tax Code of the Republic of Belarus (adopted by the House of Representatives

on 15.11.2002)]. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=HK2200297> (accessed: 15.04.2024).

31. *O razvitii Parka vysokih tekhnologij: Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus' ot 21.01.2021 № 8* [On the development of the Hi-Tech Park: Decree of the President of the Republic of Belarus dated January 21, 2021 No. 8]. Available at: <https://pravo.by/> (accessed: 01.01.2023).

32. *Ob utverzhdenii Polozheniya o Belorusskom innovacionnom fonde: Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 10.03.2020 № 178* [On approval of the Regulations on the Belarusian Innovation Fund: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated 03/10/2020 No. 178]. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22000178> (accessed: 15.04.2024).

Статья поступила в редакцию 31.10.2025; одобрена после рецензирования 13.01.2026; принята к публикации 19.05.2026
The article was submitted 31.10.2025; approved after reviewing 13.01.2026; accepted for publication 19.05.2026

Информация об авторах / Information about the authors

Елена Николаевна Коробова – кандидат экономических наук, доцент; декан факультета экономики и бизнес-управления; Витебский государственный технологический университет; korobova1979elena@gmail.com

Юлия Витальевна Полукарова – преподаватель; Минский государственный колледж технологии и дизайна легкой промышленности; yulya.polukarova.97@mail.ru

Юлия Викторовна Тараскина – кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры производственного менеджмента; Астраханский государственный технический университет; Lanadffff@gmail.com

Elena N. Korobova – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor; Dean of the Faculty of Economics and Business Administration; Vitebsk State Technological University; korobova1979elena@gmail.com

Yulia V. Polukarova – Teacher; Minsk State College of Technology and Design of Light Industry; yulya.polukarova.97@mail.ru

Julia V. Taraskina – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Industrial Management; Astrakhan State Technical University; Lanadffff@gmail.com

