

УДК 338.45:004.9(476)

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ПРОГНОЗНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «ИНДУСТРИЯ 5.0» В ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ПРОТАСЕНЯ Светлана Ивановна, кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры «Экономика и право»

*Белорусский национальный технический университет,
220010, Беларусь, Минск, protasenia@mail.ru*

Аннотация. В статье исследуется переход от концепции «Индустрия 4.0» к «Индустрии 5.0». Обосновывается, что современный этап промышленного развития характеризуется смещением акцента с технологической эффективности на принципы человекоцентричности, экологической устойчивости и адаптивности к внешним вызовам. Проведена систематизация стратегических документов, государственных программ и регуляторных механизмов, формирующих институциональную основу для внедрения «Индустрии 5.0» в Республике Беларусь. Особое внимание уделено прикладным аспектам трансформации национального промышленного комплекса на основе коллаборативной робототехники, гибких производственных систем и «зеленых» цифровых решений. Сформулированы и обоснованы прогнозные показатели экономической эффективности внедрения антропоцентрических технологий на предприятиях Республики Беларусь.

Ключевые слова: «Индустрия 5.0», социоцентрическая модель, цифровая трансформация, регуляторные механизмы, киберфизико-социальные системы, коллаборативная робототехника, технологический суверенитет, устойчивое развитие, промышленная политика, антропоцентрический подход.

INSTITUTIONAL MECHANISMS AND FORECAST EFFECTS OF IMPLEMENTING THE «INDUSTRY 5.0» CONCEPT IN THE INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS

PROTASENIA Svetlana Ivanovna, PhD in Economics, Associate Professor,
associate Professor at the Department of Economy and Law

*Belarusian National Technical University,
220010, Belarus, Minsk, protasenia@mail.ru*

Abstract. The article examines the paradigmatic transition from the “Industry 4.0” concept to “Industry 5.0”. It is substantiated that the current stage of industrial development is characterized by a shift in focus from technological efficiency to the principles of human-centricity, environmental sustainability, and resilience to external challenges. The author systematizes strategic documents, state programs, and regulatory mechanisms that form the institutional framework for the implementation of

“Industry 5.0” in the Republic of Belarus. Particular attention is paid to the applied aspects of the national industrial complex transformation based on collaborative robotics, flexible manufacturing systems, and “green” digital solutions. Forecasted indicators of economic efficiency for the implementation of anthropocentric technologies at the enterprises of the Republic of Belarus are formulated and quantitatively justified.

Keywords: “Industry 5.0”, socio-centric model, digital transformation, regulatory mechanisms, cyber-physical-social systems, collaborative robotics, technological sovereignty, sustainable development, industrial policy, anthropocentric approach.

ВВЕДЕНИЕ

Переход промышленного комплекса Республики Беларусь к концепции «Индустрия 5.0» знаменует собой качественную трансформацию производственной философии от автоматизации к гармоничному взаимодействию человека и интеллектуальных машин на основе принципов человекоцентричности и экологической устойчивости. В 2026 году этот процесс опирается на обновленную нормативную правовую базу во главе с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2025 года № 602 «Об утверждении перечня государственных программ на 2026–2030 годы» и Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь до 2040 года, принятой с учетом положений Решения Всебелорусского народного собрания от 19 декабря 2025 г. № 1. Реализация государственных программ на период 2026–2030 годов позволит интегрировать технологии искусственного интеллекта и коллаборативной робототехники в реальный сектор экономики для достижения технологического суверенитета и создания гибких адаптивных систем. Выстроенная вертикаль управления в рамках законодательства о цифровом развитии обеспечит переход к новому технологическому укладу через массовую персонализацию продукции и развитие человеческого потенциала как главного фактора глобальной конкурентоспособности страны.

РЕЗУЛЬТАТЫ

«Индустрия 5.0» – это не столько следующий этап внедрения киберфизических производственных систем, промышленного интернета вещей и цифровых бизнес-моделей, сколько их фундаментальное переосмысление и расширение – сдвиг в философии промышленного производства. «Индустрии 5.0» расширяет фокус «Индустрии 4.0» от эффективности к социальной и экологической ответственности, дополняя концепцию «Индустрии 4.0» тремя принципами:

1) человекоцентричность (human-centricity): технологии и производственные процессы проектируются с учетом благополучия, потребностей и возможностей человека. Гармоничное взаимодействие человека и машины, где роботы и ИИ выступают в роли помощников, позволяет усиливать творческие и когнитивные способности работников;

2) устойчивость (sustainability): приоритизация экологически чистых и ресурсосберегающих производственных практик позволяет снижать негативное

воздействие на окружающую среду, минимизировать отходы, оптимизировать энергопотребление, поддерживая циркулярную экономику;

3) устойчивость к внешним шокам и адаптивность (resilience): создание гибких и надежных производственных систем, способных быстро реагировать на непредвиденные изменения, сбои и кризисы (геополитические конфликты, сбои в цепочках поставок) позволяет обеспечивать бесперебойность работы и быструю адаптацию к меняющимся условиям (таблица 1) [1; 2].

Таблица 1

Отличия «Индустрии 5.0» от «Индустрии 4.0»

Характеристика	Индустрия 4.0	Индустрия 5.0
Фокус	Эффективность и автоматизация	Человек и устойчивость
Технологии	Интернет вещей (IoT)	ИИ и коллаборативные роботы
Продукт	Массовое производство	Массовая персонализация
Приоритет	Скорость поставок	Цифровой суверенитет

В рамках концепции «Индустрия 5.0» фундаментальным системообразующим элементом является антропоцентрический подход (человекоцентричность). При этом киберфизические системы (CPS, ключевой инструментарий «Индустрии 4.0») сохраняют свою актуальность, но их роль трансформируется – они выступают в качестве технологического базиса, обеспечивающего оптимизацию коллаборативного взаимодействия человека и интеллектуальных систем, реализацию принципов устойчивого развития и ресурсоэффективности, повышение гибкости и адаптивности производственных структур, гуманизацию труда [3-6].

Ядро «Индустрии 5.0» – это синергия между человеческим интеллектом, креативностью и передовыми технологиями, направленная на создание более гуманного, гибкого и ответственного промышленного будущего.

Для формирования фундамента «Индустрии 5.0» в Республике Беларусь разработан скоординированный пакет стратегических документов, в которых концепция «Индустрии 5.0» определяется как этап социотехнической трансформации, где технологии работают не вместо человека, а вместе с ним для достижения устойчивого развития. Реализация стратегии осуществляется через систему 28 государственных программ, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2025 г. № 602 «Об утверждении перечня государственных программ на 2026-2030 годы» (таблица 2).

Таблица 2

Стратегические документы и государственные программы реализации стратегии «Индустрии 5.0»

Документ	Суть	Основная цель в рамках «Индустрии 5.0»
1	2	3
Стратегические документы		
Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до	Переход от чисто экономического роста к социоцентрической модели промышленного развития, где технологический прогресс (цифровизация, роботиза-	Обеспечение долгосрочной устойчивости и инклюзивности национальной экономики через внедрение наукоемких технологий

Документ	Суть	Основная цель в рамках «Индустрии 5.0»
1	2	3
2040 года (НСУР-2040) [7]	ция, ИИ) подчинен интересам общества и экологии	
Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026-2030 годы [8]	Переход от жесткой автоматизации производства («Индустрия 4.0») к гармоничному сотрудничеству человека и интеллектуальных машин	Достижение технологического суверенитета и качественно нового уровня конкурентоспособности промышленности через создание интеллектуальных производств, где передовые цифровые технологии обеспечивают массовую персонализацию продукции, экологическую устойчивость и приоритетное развитие человеческого потенциала
Комплексный прогноз научно-технического прогресса на 2026-2030 годы и на период до 2045 года [9]	Переход к научно-технологической конвергенции, при которой результаты фундаментальных исследований в области ИИ, нанотехнологий и биоинженерии интегрируются в промышленность для создания киберфизико-социальных систем	Определение и реализация приоритетных направлений научно-технической деятельности, обеспечивающих создание критически важных технологий для перехода к новому технологическому укладу, где промышленный рост базируется на безотходных (циркулярных) процессах и использовании интеллектуальных систем, гарантирующих национальную технологическую безопасность и высокую добавленную стоимость продукции
Государственные программы		
«Цифровая Беларусь» на 2026-2030 годы [10]	Создание национальной цифровой платформы, объединяющей проектирование, производство и логистику в единую сеть	Достижение цифрового суверенитета через импортозамещение промышленного ПО (ERP/PLM) и внедрение предиктивной аналитики на базе искусственного интеллекта
Госпрограмма инновационного развития на 2026-2030 годы [11]	Практическое внедрение технологий коллаборативной робототехники (коботов) и аддитивных технологий (3D-печать промышленного масштаба)	Повышение глобальной конкурентоспособности белорусских гигантов (МТЗ, БЕЛАЗ) за счет выпуска кастомизированной (индивидуальной) продукции под требования конкретного заказчика
«АПК будущего» на 2026-2030 годы	Переход от базовой автоматизации сельского хозяйства к созданию интеллектуальных агроэкосистем	Достижение качественно нового уровня продовольственной безопасности и экспортного потенциала через глубокую цифровую трансформацию отрасли, которая обеспечивает точное земледелие и животноводство, экологическую устойчивость, привлекательность агробизнеса
«Наука для экономики и общества» на 2026-2030 годы	Обеспечение междисциплинарного научного сопровождения промышленного развития, при котором технические инновации (ИИ, микроэлектроника, фотоника) объединяются с гуманитарными и социальными исследованиями	Научное обоснование и создание опережающего задела критических технологий, необходимых для перехода к новому технологическому укладу, обеспечивающих интеллектуализацию экономики, развитие человеческого потенциала, социальную эффективность

В Республике Беларусь выстроена многоуровневая система регуляторных механизмов, обеспечивающая переход к «Индустрии 5.0». Эти механизмы на-

правлены на институциональную, финансовую и техническую поддержку цифровой трансформации (таблица 3.).

Таблица 3

Регуляторные механизмы формирования «Индустрии 5.0»

Тип механизма	Основные инструменты и субъекты	Функциональная роль
1	2	3
Институционально-управленческий	Минсвязь (единый регулятор) Отраслевые офисы цифровизации Центр цифрового развития (ЦЦР)	Формирование единой вертикали управления по Указу Президента РБ №381 Офисы при министерствах (Минпром, Минэнерго) сопровождают проекты от идеи до цеха, а ЦЦР проводит независимую экспертизу их эффективности
Финансово-инвестиционный	Инновационные фонды Фонд универсального обслуживания Налоговые льготы (ПВТ, «Великий камень»)	Обеспечение безвозвратного финансирования пилотных проектов (ИИ, робототехника). Применение ставки 0% на прибыль от инновационной продукции и использование средств фонда для общереспубликанских платформ
Нормативно-технический и правовой	Стандартизация (ПоТ, киберфизические системы) Цифровые песочницы Защита инфраструктуры	Создание легитимной среды для новых технологий. «Песочницы» позволяют легально тестировать беспилотники и коботов в цехах до принятия общих законов. Обязательное соблюдение кибербезопасности «умных заводов»
Кадровый и социальный	Новые образовательные стандарты Госзаказ на НИОКТР Госпрограмма «Наука для экономики и общества»	Ориентация на человека: подготовка специалистов будущего (операторы коботов, инженеры-социотехники). Научное обоснование безопасности труда в среде, где человек работает в связке с ИИ

Источник: составлено автором на основе [7-11]

«Индустрия 5.0» – это стратегическое направление развития промышленности Республики Беларусь, интегрирующее цифровизацию и автоматизацию с принципами социальной ответственности и устойчивости, ставящее человека в центр производственной системы. Для белорусской экономики, сталкивающейся с новыми вызовами, цифровая трансформация в контексте «Индустрии 5.0» означает:

– коллаборативная робототехника (коботы): внедрение роботов, работающих совместно с людьми на производстве, для выполнения рутинных или физически сложных задач, что повышает безопасность и эффективность труда;

– гибкое производство: создание производственных линий, которые можно быстро перенастроить под выпуск новой продукции или изменение спроса, что важно в условиях высокой волатильности рынка и сбоев в цепочках поставок;

– развитие компетенций: инвестиции в образование и переподготовку кадров, чтобы сотрудники могли работать с новыми технологиями, ИИ и анализом данных, повышая свой интеллектуальный и творческий вклад;

– «зеленые» цифровые решения: использование цифровых платформ для оптимизации энергопотребления, управления отходами и мониторинга экологических показателей на производстве.

Переход к концепции «Индустрии 5.0» в промышленном секторе Республики Беларусь сопровождается не только качественным изменением производственной философии, но и достижением измеримых технико-экономических результатов. Интеграция антропоцентрических технологий и интеллектуальных систем на предприятиях-флагманах позволяет трансформировать социальные приоритеты в конкретные конкурентные преимущества. В таблице 4 представлены прогнозные показатели эффективности, отражающие влияние цифровой трансформации на производительность, безопасность и ресурсосбережение ведущих промышленных предприятий страны.

Таблица 4

Экономическая эффективность внедрения элементов «Индустрии 5.0» на ведущих предприятиях Республики Беларусь (прогноз на 2026 год)

Организация	Технологический домен	Научный эффект 5.0	Количественный показатель
1	2	3	4
ОАО «БЕЛАЗ»	Автономные интеллектуальные системы управления	Адаптивность: непрерывность работы в опасных зонах	Рост производительности техники на 15-20% за счет исключения простоев и сменных перерывов
ОАО «МТЗ»	Гибкие производственные ячейки и ИИ-пилотирование	Персонализация: выпуск малых партий под заказчика	Сокращение времени переналадки линий на 40%, экономия ГСМ и удобрений (точный посев) – до 15%
ОАО «МАЗ»	Коллаборативная робототехника (коботы)	Человекоцентричность: эргономика и безопасность	Снижение уровня производственного травматизма на участках сборки на 60-80%
Индустриальный парк «Великий камень»	«Умный склад» и AR-системы	Когнитивная поддержка: интеллектуальный мониторинг	Увеличение скорости складских операций на 30%, снижение ошибок комплектации до 0,01%
ОАО «Интеграл»	ИИ-ассистирование и компьютерное зрение	Когнитивное усиление: минимизация брака	Снижение выхода бракованных изделий на 12-15%, рост производительности труда контролеров в 1.5 раза

ВЫВОДЫ

«Индустрия 5.0» не является отрицанием «Индустрии 4.0», а выступает ее эволюционным дополнением, где цифровизация перестает быть самоцелью и становится инструментом решения социальных и экологических задач. Реализация стратегии опирается на выстроенную вертикаль управления и систему долгосрочного планирования, что обеспечивает легитимность и финансовую поддержку инновационных проектов.

Основным фактором конкурентоспособности белорусских предприятий становится внедрение коллаборативных технологий, обеспечивающих синергию человеческого капитала и искусственного интеллекта в рамках киберфизико-социальных систем. Принцип «устойчивость к внешним шокам и адаптив-

ность» реализуется через достижение технологического суверенитета в области промышленного программного обеспечения и создание гибких производственных линий, способных к быстрой переналадке под индивидуальные заказы (массовая персонализация). Применение механизмов «цифровых песочниц», регламентированных законодательством о цифровом развитии, позволяет минимизировать риски при апробации прорывных решений.

Список источников

1. Лойко, А. И. Индустрия 5.0 и цифровая платформа модернизации социотехнических систем деятельности: ориентированность на человека / А. И. Лойко // Евразийские ценности: народное единство и историческая память [Электронный ресурс] : материалы международных круглых столов / Факультет технологий управления и гуманитаризации, Кафедра «Философских учений» ; сост. А. И. Лойко. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 100-106.
2. Четвертая промышленная революция / Клаус Шваб. – М.: «Эксмо», 2017. – 202 с.
3. Протасеня, С. И. Концептуальная модель функционирования экономики замкнутого цикла / С. И. Протасеня, В. Г. Сорокин, С. А. Саврас // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 5. Эканоміка. Сацыялогія Біялогія. – 2025. – Т. 15. – № 1. – С. 37-51.
4. Протасеня, С. И. Предиктивная аналитика: перспективы использования для повышения эффективности бизнеса / С. И. Протасеня, А. В. Семенчук, И. В. Акудович // Новая экономика. – 2022. – № 2(80). – С. 152-161.
5. Протасеня, С. И. Перспективы цифрового развития сектора материального производства / С. И. Протасеня, Г. Ж. Аллаева // Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст : сб. науч. ст. / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: М. Е. Карпицкая (гл. ред.), С. Е. Витун (зам. гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2025. – С. 130-140.
6. Протасеня, С. И. Перспективы цифрового развития производственного сектора Республики Беларусь / С. И. Протасеня, Ю. Е. Трубина // Саяпинские чтения. В 2 ч. Ч. 2 : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 1 апр. 2025 г. – Тамбов : Издательский дом «Державинский», 2025. – С. 182-190.
7. Предложения к проекту концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 года [Электронный ресурс] // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://economy.gov.by/uploads/files/Kontseptsija-NSUR-2040.pdf>. – Дата доступа: 17.01.2026.
8. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы [Электронный ресурс] // Решение Всебелорусского народного собрания от 19.12.2025 г. № 1. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=P925v0001>. – Дата доступа: 07.04.2026.

9. Комплексный прогноз научно-технического прогресса на 2026–2030 годы и на период до 2045 года [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22400798>. – Дата доступа: 19.01.2026.

10. Государственная программа «Цифровая Беларусь» на 2026–2030 годы [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2026/january/91833/>. – Дата доступа: 17.01.2026.

11. Государственная программа инновационного развития на 2026 – 2030 годы [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/events/utverzdena-gosudarstvennaa-programma-innovacionnogo-razvitia-na-2026-2030-gody>. – Дата доступа: 17.01.2026.