

Оригинальная статья

УДК 332

JEL L7, M2, O33, R1

<https://doi.org/10.26907/2305-4212.2026.1.67-83>**Анализ цифровой трансформации промышленности Пермского края
в условиях Индустрии 4.0 за 2025 г.****А.Г. Ташкинов***Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия**alekss.perm@gmail.com***Аннотация**

Предметом статьи является исследование проблематики, связанной с переходом предприятий Пермского края на модель функционирования в условиях Индустрии 4.0. Цель – анализ специфики цифровой трансформации предприятий Пермского края, выявление факторов, а также разработка структурированных рекомендаций для органов власти и бизнеса по формированию эффективной экосистемы цифровизации в регионе. Для достижения этого решаются следующие задачи: анализируется текущий уровень цифровой зрелости ключевых отраслей Пермского края, выявляются системные барьеры, сдерживающие цифровую трансформацию, определяются наиболее перспективные векторы развития. Методология исследования основана на применении комплекса аналитических методов, включая сравнительный и статистический анализ, а также проведение экспертных интервью с представителями промышленного сектора. Как результат предложена классификация системных барьеров, учитывающая их отраслевую взаимосвязь и позволяющая перейти от констатации проблем к разработке механизмов их преодоления. Сформулированы решения и направления путей преодоления выявленных барьеров, а также определены стратегические векторы технологического развития промышленности Пермского края. Новизна заключается в разработке авторской классификации системных барьеров цифровой трансформации, отличающейся учётом отраслевой взаимосвязи предприятий Пермского края, что позволяет не только диагностировать проблемы, но и формировать целостные механизмы их нивелирования. В качестве выводов исследования обоснованы стратегические векторы технологического развития промышленности Пермского края, интегрирующие федеральные тренды и региональную специфику, а кроме того, предложены практические рекомендации для региональных органов власти и бизнес-сообщества, направленные на формирование эффективной экосистемы цифровизации.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, предприятия Пермского края, регион, цифровая трансформация.

Для цитирования: Ташкинов А.Г. Анализ цифровой трансформации промышленности Пермского края в условиях Индустрии 4.0 за 2025 г. // Казанский экономический вестник. 2026. № 1. С. 67–83. <https://doi.org/10.26907/2305-4212.2026.1.67-83>.

Original article

<https://doi.org/10.26907/2305-4212.2026.1.67-83>

Analysis of the Digital Transformation of Perm Krai Industry in the Context of Industry 4.0 for 2025

A.G. Tashkinov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

alekss.perm@gmail.com

Abstract

This article examines the challenges facing Perm Krai enterprises in transitioning to an Industry 4.0 operating model. The article aims to analyze the specifics of the digital transformation of Perm Krai enterprises and identify factors, as well as develop structured recommendations for government agencies and businesses on how to create an effective digitalization ecosystem in the region. To achieve this goal, the following objectives were addressed: analyzing the current level of digital maturity of key industries in Perm Krai, identifying systemic barriers hindering digital transformation, and determining the most promising development vectors. The research methodology utilizes a combination of analytical methods, including comparative and statistical analysis, as well as expert interviews with industrial sector representatives. Results. A classification of systemic barriers is proposed, taking into account their industry-specific interrelationships and allowing for the transition from problem identification to the development of mechanisms for overcoming them. Solutions and paths for overcoming the identified barriers are formulated, and strategic vectors for the technological development of Perm Krai industry are identified. The novelty of the obtained results lies in the development of a proprietary classification of systemic barriers to digital transformation, taking into account the industry-specific interconnections of Perm Krai enterprises. This allows not only for the diagnosis of problems but also for the development of comprehensive mechanisms for mitigating them. Conclusions. The study's findings substantiate strategic vectors for technological development in Perm Krai industry, integrating federal trends and regional specifics, and offer practical recommendations for regional authorities and the business community aimed at creating an effective digitalization ecosystem.

Keywords: industry 4.0, Perm Krai enterprises, region, digital transformation.

For citation: Tashkinov A.G. Analysis of the Digital Transformation of Perm Krai Industry in the Context of Industry 4.0 for 2025. *The Kazan Economic Bulletin*, 2026, no. 1, pp. 67–83. <https://doi.org/10.26907/2305-4212.2026.1.67-83>. (In Russian)

Введение

В 2025 г. цифровая экономика утвердилась в качестве ключевого драйвера для развития экономической системы России. Однако наблюдаемый процесс цифровизации различных отраслей промышленности характеризуется существенным дисбалансом между теоретическими разработками и практической реализацией технологических решений. Ключевой проблемой остаётся неустойчивый и слабоструктурированный характер внедрения цифровых технологий в экономическую практику. Это порождает асинхронность цифровой транс-

формации, проявляющуюся в значительных расхождениях как в темпах, так и в степени глубины преобразований.

Следствием данной ситуации становится фрагментарность результатов цифровизации, что создаёт методологические трудности для формирования целостной оценки процесса, определения реального уровня проникновения цифровых технологий и анализа воздействия субъектов цифровой экономики на социально-экономические процессы в стране.

Учитывая данный контекст, актуальность исследования обусловлена пересечением нескольких критически важных факторов: глобальным технологическим сдвигом, геополитическим контекстом, уникальной ролью промышленности в экономике России в целом и Пермского края в частности, а также наличием нерешённых проблем, требующих научного осмысления.

Актуальность работы усиливается выбором объекта исследования – предприятиями Пермского края. Регион обладает уникальными характеристиками для изучения цифровой трансформации. Здесь действуют крупнейшие производственные объединения, что создаёт базу для внедрения цифровых решений.

Правительство Пермского края реализует системную политику по цифровой трансформации в рамках исполнения указов Президента России [1, 2]. Пермский край стабильно входит в топ-10 регионов страны по уровню развития индустрии разработки ПО, занимая 10-е место. Наличие 1670 ИТ-компаний формирует предложение технологий и компетенций [3, 4].

Несмотря на высокий потенциал, процесс цифровой трансформации сталкивается с системными препятствиями. Научные работы, посвящённые адаптации промышленности, указывают на дефицит квалифицированных кадров, недостаточный уровень цифровизации и материально-технической базы, а также мотивационные проблемы как ключевые факторы стагнации.

Следует отметить, что вопросы цифровой трансформации в управлении экономическими системами ранее уже находили отражение в работах отечественных экономистов [5–8], что создаёт теоретическую основу для дальнейшего исследования.

При обилии общероссийских данных и отчётов по отдельным работам существует дефицит комплексных исследований, которые бы на уровне Пермского края позволяли проводить системную диагностику уровня цифровой зрелости промышленных предприятий. Классифицировали и анализировали именно системные барьеры в их взаимосвязи. Предлагали стратегические векторы развития, учитывающие как федеральные тренды, так и региональную специфику (наличие сырьевых и обрабатывающих производств, развитый ИТ-сектор).

Таким образом, это исследование продиктовано насущной необходимостью научно-обоснованного подхода к управлению цифровой трансформацией ключевого промышленного региона России. Работа находится на стыке глобального технологического тренда (Индустрия 4.0), острой государственной задачи (обеспечить технологический суверенитет) и конкретной региональной проблематики (Пермский край). Результаты исследования позволят не только описать текущее состояние, но и предложить практические инструменты для преодоления барьеров и ускорения перехода промышленности региона к новому ресурсному укладу.

Цель исследования – анализ специфики цифровой трансформации предприятий Пермского края и выявление факторов, способствующих ускорению данного процесса, что по-

зволит не только диагностировать текущее состояние промышленности региона на пути к Индустрии 4.0, но и разработать научно обоснованные рекомендации по преодолению системных барьеров и активизации цифрового развития.

Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач:

- проанализировать текущую ситуацию цифровой трансформации предприятий Пермского края, что касается готовности к ней и повышения уровня цифровой зрелости, в том числе сгруппировать ключевые проблемы цифровой трансформации;
- для систематизации понимания процессов цифровой трансформации в промышленности рассмотреть авторские точки зрения на её применение в различных отраслевых контекстах, представив классификацию барьеров с отраслевой привязкой;
- выявить динамику цифровой трансформации Пермского края, а также осуществить анализ современных трендов и динамики цифровизации региональной экономики;
- сформировать стратегические векторы развития и предложить практические рекомендации для промышленных предприятий Пермского края.

1. Материалы и методы

Исследование построено на смешанной методологии, интегрирующей количественные и качественные подходы для достижения каждой из поставленных задач.

Диагностика цифровой зрелости проведена на основе аналитического обзора и анкетирования представителей промышленных предприятий с использованием адаптированной модели цифровой зрелости на примере АО «Пермский завод «Машиностроитель»» в период с 2020 по 2025 гг. Обработка данных осуществлялась методами сравнительного и статистического анализа. Источником информации о показателях являются базы данных Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Территориального органа Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации по Пермскому краю (Пермьстат).

Выявление системных барьеров выполнено с помощью качественных методов: проведения глубинных экспертных интервью с представителями бизнеса, научно-образовательного сообщества с последующим тематическим анализом.

Определение стратегических векторов осуществлено путём синтеза полученных данных, SWOT-анализа и бенчмаркинга лучших региональных и международных практик.

Представленные материалы и методы исследования обеспечивают комплексный подход к решению поставленных задач. Теоретический анализ создаёт понятийную рамку для интерпретации эмпирических данных, а многообразие используемых источников и методов позволяет обеспечить достоверность и обоснованность выводов. Особое значение имеет разработанная методика диагностики цифровой зрелости и классификации системных барьеров, которая позволяет перейти от общих рассуждений к конкретному анализу и последующей разработке адресных стратегических рекомендаций для различных отраслевых сегментов промышленности Пермского края.

2. Результаты и обсуждение

2.1. Текущая ситуация цифровой трансформации предприятий Пермского края.

В данном подпункте, реализуя первую задачу исследования, представим анализ текущей ситуации цифровой трансформации предприятий региона. На основе статистических данных, результатов анкетирования и экспертных интервью охарактеризуем готовность пред-

приятий к цифровой трансформации, уровень их цифровой зрелости в разрезе отраслевых сегментов. Проведём систематизацию ключевых проблем цифровой трансформации, с которыми сталкиваются промышленные предприятия Пермского края.

Правительство Пермского края реализует системную политику по цифровой трансформации в рамках исполнения указов Президента России. Данная работа направлена на достижение национальных целей развития, определённых указами от 07.05.2018 № 204 [1] и от 21.07.2020 № 474 [2], а также поручений по развитию искусственного интеллекта (ИИ).

Ключевым документом, определяющим региональную траекторию, стала Стратегия цифровой трансформации Пермского края до 2030 года, утверждённая 16 августа 2021 г. на заседании Координационного совета по развитию цифровой экономики [3]. Её действие распространяется на ключевые секторы: экономику, социальную сферу и государственное управление [4].

Реализуемые меры уже способствуют формированию положительной динамики в части внедрения и использования информационных технологий, что ставит Пермский край в число промышленно развитых регионов-лидеров в данной области.

Так, в одном из исследований проведён анализ, который показал, что за период 2010–2022 гг. использование организациями широкополосного Интернета возросло по экономике России в целом с 56,7 до 74,1 %, по таким индустриально развитым регионам, как Тульская область – с 51,8 до 73,4 %; Липецкая область – с 54,6 до 84,8 %; Вологодская область – с 46,8 до 75,5 %; Республика Татарстан – с 63,8 до 70,1 %; Удмуртская Республика – с 63 до 78,2 %; Пермский край – с 58,3 до 78,7 %; Свердловская область – с 67,3 до 79,4 %; Омская область – с 47 до 82,5 % [5].

В то же время с 2010 по 2023 гг. в промышленности России стали преобладать отрицательные тенденции по отдельным показателям цифровой трансформации. Так, удельный вес организаций, использовавших персональные компьютеры, уменьшился за этот период с 97 до 84,8 %. Что касается использования организациями специальных программных средств, то произошло снижение с 89,1 до 67,9 %. Доля организаций, использовавших Интернет, уменьшилась с 93,2 до 84,3 %. При этом доля промышленных организаций, использующих широкополосный доступ, увеличилась с 56,7 до 74,1 %. Как следует из вышеуказанных данных, необходимо активизировать реализацию процессов цифровизации экономики России [5].

На основе проведённого анализа подтверждается, что ряд отраслей промышленности Пермского края демонстрируют недостаточную готовность к цифровой трансформации и повышению уровня цифровой зрелости.

Ключевыми проблемами являются:

- 1) ресурсные ограничения в виде недостаточного объёма финансирования, выделяемого на реализацию проектов цифровой трансформации;
- 2) дефицит компетенций ввиду того, что на многих промышленных предприятиях отсутствуют руководители, обладающие необходимыми цифровыми знаниями, умениями и навыками для реализации трансформационной стратегии;
- 3) методологический вакуум (переход на новый ресурсный уклад требует внедрения новых подходов, методологий и стратегий управления);
- 4) технологические ограничения вследствие отсутствия комплексных отечественных решений, функционально сопоставимых с зарубежными аналогами, что вынуждает пред-

приятия использовать фрагментарные («лоскутные») ИТ-решения для цифровизации отдельных этапов жизненного цикла продукции [9].

Для наглядности текущая ситуация с внедрением цифровых технологий предприятиями Пермского края приведена в форме аналитической табл. 1.

Табл. 1. Анализ внедрения цифровых технологий предприятиями Пермского края в условиях Индустрии 4.0

Table 1. Analysis of the implementation of digital technologies by enterprises in the Perm Region in the context of Industry 4.0

Предприятие	Основная продукция	Ключевые проблемы	Возможные решения
ОДК-Авиадвигатель	Авиадвигатели (ПС-90А, ПД-14, ПД-35)	Зависимость от импортных технологий, дефицит кадров, высокие затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР)	Углубление кооперации с вузами, развитие ИИ-технологий, локализация компонентов
ОДК-Пермские моторы	Серийное производство ПС-90А, ПД-14, ГТУ (2,5–25 МВт)	Износ основных фондов предприятия (ОПФ) (~50 %), высокая себестоимость, логистические сложности	Внедрение цифровых производственных систем, оптимизация испытательных циклов
ОДК-СТАР	Системы топливопитания и управления для авиадвигателей	Зависимость от поставок ОДК-Авиадвигатель, технологическое отставание	Диверсификация заказов, участие в новых проектах Объединённой двигателестроительной корпорации (ОДК) (ПД-35)
Пермский завод «Машиностроитель»	Комплекующие для авиации, оборонно-промышленного комплекса (ОПК)	Низкая рентабельность, слабая диверсификация	Включение в кооперационные цепочки ОДК, переход на гражданские заказы
Мотовилихинские заводы	Артиллерийские системы, реактивные системы залпового огня (РСЗО)	Санкционные ограничения, нехватка квалифицированных рабочих	Развитие программ переподготовки, импортозамещение критических компонентов
Уральский научно-исследовательский институт композиционных материалов (УНИ-ИКМ)	Композитные материалы, исследования	Ограниченное финансирование, зависимость от грантов	Коммерциализация разработок, сотрудничество с ОДК и вузами
Пермская научно-производственная приборостроительная компания (ПНППК)	Приборы для ОПК	Экологические риски, износ оборудования	Модернизация производств, внедрение «зелёных» технологий

Предприятия Пермского края осознают важность цифровой трансформации, однако их реальное положение характеризуется противоречивыми тенденциями.

Текущая ситуация и ключевые проблемы таковы:

- рост показателей связан в основном с гособоронзаказом, тогда как гражданские направления сталкиваются со снижением рентабельности из-за санкций и возросших затрат на импортозамещение;
- сегодня большинство предприятий сталкивается с одними и теми же проблемами: технологическая зависимость, дефицит квалифицированных кадров и высокий износ оборудования.

2.2. Отраслевые аспекты цифровой трансформации в промышленности. Для того что осуществить систематизацию понимания процессов цифровой трансформации в промышленности и создать теоретические основы для последующего эмпирического анализа, в данном подпункте рассмотрены авторские точки зрения на её применение в различных отраслевых контекстах.

На основе анализа современных исследований можно следующим образом классифицировать ключевые подходы к цифровой трансформации в промышленности:

1) методологические основы

Л.А. Гузикова, А.Г. Суржанинов и А.С. Шахбази рассматривают цифровую трансформацию как изменение ментальной модели, включающее три направления: переопределение бизнес-модели, идентификацию стейкхолдеров и грамотное внедрение цифровых технологий [10]. В.В. Акбердина и С.Г. Пьянкова также предлагают трёхаспектный анализ: процессный, технологический и отраслевой [5].

2) отраслевые решения

Если в энергетике акцент делается на редизайне бизнес-процессов, то в логистике Н.А. Логинов и Е.В. Будрина отмечают эффективность радиочастотной идентификации (RFID), Интернета вещей (IoT) и блокчейн-технологий для оптимизации цепочек поставок [11], тогда как для нефтегазового сектора В.Н. Ивановский, А.А. Сабилов, А.В. Деговцов, И.Н. Герасимов, И.И. Мазеин, С.В. Меркушев и Д.Н. Красноборов предлагают использовать такие технологии, как виртуальная и дополненная реальность (VR/AR) и искусственный интеллект (AI) [12].

3) инфраструктурные аспекты

Н.С. Мрочковский, Ю.В. Ляндау, И.С. Пушкин и Е.А. Кривоногов подчёркивают, что цифровизация представляет собой интеграцию технологий для оптимизации бизнес-процессов [13].

4) адаптационные механизмы

В.В. Кобзев, А.В. Бабкин и А.С. Скоробогатов исследуют влияние внешних ограничений на цифровую трансформацию, анализируя адаптационные механизмы промышленности в условиях санкционного давления [6].

Все эти исследователи вносят существенный вклад в формирование целостного понимания относительно процессов цифровой трансформации промышленности, разрабатывая как теоретические основы, так и практические инструменты внедрения цифровых технологий в производственный сектор.

Проведённый анализ подтверждает необходимость формирования теоретической базы цифровой трансформации для развития промышленных отраслей. В условиях усиливающейся

гося давления со стороны рынка и регуляторных требований особую актуальность приобретает рассмотрение технологических укладов в решении проблем промышленного развития.

Анализ научной литературы показывает, что исследователи единодушны в признании неравномерности цифровой трансформации в различных отраслевых сегментах промышленности. Эта неравномерность обусловлена не только технологическими, но и структурными, экономическими и институциональными факторами, формирующими специфические для каждой отрасли барьеры.

Исходя из этого, рассмотрим классификацию барьеров с отраслевой привязкой:

- *технологические* (проявляются по-разному в зависимости от типа производства: если в обрабатывающей промышленности это проблема интеграции разнородного оборудования и систем (наследие разных эпох автоматизации), то в сырьевом секторе – необходимость обеспечения взрывобезопасности и надёжности цифровых решений в сложных условиях эксплуатации);

- *экономические* (особенно чувствительны к стоимости цифровых решений и срокам окупаемости, варьируются от отрасли к отрасли: если для сырьевого сектора с длинным инвестиционным циклом приемлемы более длительные сроки окупаемости, то для обрабатывающих производств с высокой конкуренцией критически важна быстрая отдача);

- *кадровые* (дефицит специалистов с компетенциями на стыке отраслевых и ИТ-технологий имеет отраслевую специфику: если для приборостроения требуются знания в микроэлектронике и программировании, то для химии – в моделировании химических процессов);

- *организационно-управленческие* (показывают готовность менеджмента к трансформации, при этом гибкость организационных структур существенно различается в традиционных отраслях с устоявшейся иерархией, например нефтегазовый комплекс, и в более динамичных отраслях, таких как ИТ-интегрированные производства);

- *институциональные* (связаны с отраслевыми особенностями регулирования, в частности, стандарты безопасности, равно как требования к сертификации продукции, создают специфические нормативные ограничения для внедрения цифровых технологий).

Таким образом, осуществлённый разбор авторских точек зрения на отраслевые аспекты цифровой трансформации позволил сформулировать теоретический базис для решения одной из ключевых задач исследования – классификации и анализа системных барьеров в их отраслевой взаимосвязи.

Представленный выше теоретический анализ отраслевых аспектов цифровой трансформации и классификация системных барьеров создают необходимую понятийную рамку для обращения к эмпирическому материалу – реальной динамике цифровой трансформации в Пермском крае. Рассмотрение актуальных данных за период 2020–2025 гг. позволяет не только оценить текущее состояние региона на пути к Индустрии 4.0, но и выявить, как теоретически выделенные барьеры проявляются в практической плоскости, формируя сложную систему взаимосвязанных ограничений, препятствующих ускорению цифровой трансформации промышленности.

2.3. Динамика цифровой трансформации предприятий Пермского края. На сегодняшний день предприятия Пермского края демонстрируют значительный инновационный потенциал, о чём свидетельствует разработка перспективных авиационных двигателей (ПД-8, ПД-14, ПД-35). Это подтверждает способность региона не только адаптироваться к текущим технологическим вызовам, но и формировать будущие технологические тренды.

Сохранение конкурентных позиций промышленности Пермского края требует целенаправленной дальнейшей работы по синхронизации технологического развития различных отраслей [9].

С целью систематизации отраслевых особенностей в табл. 2 приведена структурированная характеристика ведущих промышленных секторов Пермского края.

Табл. 2. Характеристика ведущих промышленных секторов Пермского края

Table 2. Characteristics of the leading industrial sectors of the Perm Region

Отрасль	Ключевые особенности в условиях Индустрии 4.0	Примеры предприятий и цифровых технологий в Пермском крае
Машиностроение	● Цифровизация и сетевая интеграция оборудования; ● автоматизация и роботизация; ● обработка больших данных (Big Data); ● производство с использованием современных материалов (углепластик)	Пермский завод «Машиностроитель» ◇ производство авиационной продукции нефтепромыслового, горно-шахтного и бурового оборудования; ◇ внедрение стандартов Индустрии 4.0 для устранения «узких мест» в производственных цепочках
Авиадвигателестроение	● Активное использование аддитивных технологий (3D-печать); ● создание и применение цифровых двойников; ● внедрение сервисных моделей по принципу «оплата за результат» (например, отработанный моточас)	ОДК-Авиадвигатель, ОДК-Пермские моторы ◇ разработка и производство двигателя ПД-8, ПД-14, ПД-35, включая 3D-печать компонентов; ◇ программа фирменного ремонтно-технического обслуживания на весь жизненный цикл
Нефтяная промышленность	● Использование Интернета вещей (IoT) для мониторинга оборудования и сбора данных; ● предиктивная аналитика для предотвращения сбоев; ● автоматизированные системы управления добычей и транспортировкой	Добывающая компания «Лукойл-Пермь» ◇ опыт эксплуатации газотурбинной установки (ГТУ) на попутном нефтяном газе, требующий автоматизированного контроля
Химическая промышленность	● Внедрение киберфизических систем для управления сложными химико-технологическими процессами; ● автоматизация и оптимизация производственных циклов в реальном времени	«Уралкалий» (Березники, Соликамск), «Минеральные удобрения» (Пермь) ◇ Производство удобрений – калийных и азотных соответственно; «Сибур-Химпром» ◇ продукция нефтегазохимии
ИТ-отрасль	● Разработка решений для больших данных (Big Data), облачных вычислений, интеллекта; ● обеспечение кибербезопасности для промышленных сетей; ● создание платформ для Интернета вещей (IoT) и цифровых двойников	Индустриальный центр компетенций «Двигателестроение» ◇ стратегические сессии и демонстрационные дни, проводимые в Перми и направленные на развитие цифровых технологий в отрасли

Проведённый анализ позволяет выделить ключевые особенности перехода к Индустрии 4.0 в промышленности Пермского края, который характеризуется выраженной отраслевой дифференциацией и комплексом системных вызовов.

Технологическими лидерами выступают предприятия авиадвигателестроения (ОДК-Авиадвигатель, ОДК-Пермские моторы), где успешно внедряются такие передовые решения Индустрии 4.0, как аддитивные технологии и цифровые двойники.

Машиностроительные предприятия (Пермский завод «Машиностроитель») сталкиваются с проблемами организационного характера, а именно: неготовностью систем управления к изменениям и низкой эффективностью существующих процессов.

Нефтехимический комплекс, сохраняющий роль фундамента экономики края, обладает значительным потенциалом для внедрения Интернета вещей (IoT) и предиктивной аналитики.

Особую остроту приобретает недостаточное внимание к вопросам адаптации систем управления предприятиями к требованиям Индустрии 4.0, что отмечается в современных исследованиях [14, 15].

На основе выявленных тенденций и проблем мы сформировали детализированную табл. 3, которая содержит критический анализ и предложения по решению ключевых вызовов цифровой трансформации.

Табл. 3. Критический анализ цифровой трансформации предприятий Пермского края (2020–2025 гг.)

Table 3. Critical Analysis of the Digital Transformation of Enterprises in the Perm Region (2020–2025)

№ п/п	Аспект	Период (годы)		Критические проблемы и/или ограничения
		2020–2022	2023–2025	
		исходное состояние	текущее состояние и прогноз	
1	Вовлечённость предприятий	20–22 % промышленных предприятий начали цифровую трансформацию	Рост до 30–35 % к 2025 г. (прогноз)	Низкая вовлечённость предприятий из-за высокой стоимости и недостатка кадров
		Крупные компании («Лукойл», «ЕвроХим») активны	52 % компаний всё ещё не считают цифровизацию приоритетом	Неравномерность развития между крупными и малыми предприятиями
2	Инвестиции и затраты	Высокие затраты на внедрение (например, создание цифровых двойников)	Снижение операционных затрат на 10–15% у внедривших компаний	Недоступность глобальных технологий и необходимость импортозамещения
			Затраты на импортозамещение увеличились на 20–30%	Высокая стоимость отечественных аналогов и их внедрения
3	Технологические решения	Внедрение IoT, AI и цифровых двойников («Лукойл»)	Массовое внедрение AI (точность до 90 % в прогнозировании)	Нехватка данных для обучения AI (особенно в машиностроении)
		Пилотные проекты роботизации («ЕвроХим»)	Развитие предиктивной аналитики (вибродиагностика)	Слабая интеграция между системами

4	Кадровый потенциал	Нехватка квалифицированных кадров (особенно в AI и Big Data)	Создание центров компетенций	Дефицит специалистов в регионах
			Развитие образовательных программ (Пермский край)	Сопrotивление сотрудников изменениям
5	Экономическая эффективность	Снижение затрат на 20–30 % запланировано к 2030 г. («Лукойл»)	Рост производительности труда на 15–20% у внедривших компаний	Недостаточная оценка ко-эффектиента окупаемости инвестиций (ROI) у 52 % компаний
			Снижение простоев оборудования на 25-30%	Долгий срок окупаемости проектов (3–5 лет)
6	Отраслевая специфика	Нефтегазовый сектор лидирует («Лукойл»)	Рост цифровизации в здравоохранении и жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ)	Разрозненность данных в машиностроении (Пермский завод «Машиностроитель»)
		Обрабатывающая промышленность отстаёт	Металлообработка (внедрение предиктивного обслуживания)	Низкая цифровая зрелость предприятий
7	Инфраструктура и данные	Создание цифровых платформ, например «Диспетчер» в корпорации «Ростех» (ОДК-Авиадвигатель, ОДК-Пермские моторы, Пермский завод «Машиностроитель»)	Развитие платформенных решений (к 2025 г. охват до 40 % предприятий)	Низкое качество данных и их фрагментированность
			Нехватка данных для AI в металлообработке	Кибербезопасность и защита данных

Проведённый анализ цифровой трансформации предприятий Пермского края показывает сложную динамику развития.

1. Динамика вовлечённости предприятий

В начальный период 2020–2022 гг. лишь 20 % промышленных компаний региона активно включились в цифровую трансформацию, в то время как 52 % предприятий не рассматривали её как приоритет. К 2025 г. ожидается рост вовлечённости до 30–35 %, однако сохраняется значительный разрыв между крупными корпорациями («Лукойл») и малыми предприятиями.

2. Финансовые аспекты, инвестиции и затраты на реализацию проектов цифровой трансформации

Первоначальные затраты на внедрение цифровых решений остаются высокими. Компании, успешно внедрившие цифровые инструменты, демонстрируют снижение операционных затрат на 10–15 %. Санкционное давление привело к росту затрат на импортозамещение на 20–30 %.

3. Технологическое развитие

Внедрение технологий Индустрии 4.0 из пилотного режима переходит в промышленную эксплуатацию. ИИ демонстрирует точность прогнозной аналитики до 90 %, однако сохраняется проблема нехватки данных для обучения моделей.

4. Кадровые вызовы

Сохраняется острая нехватка специалистов в области искусственного интеллекта, больших данных и кибербезопасности. Крупные компании создают внутренние центры компетенций, но сопротивление изменениям и региональный дефицит кадров замедляют трансформацию.

5. Экономическая эффективность

К 2030 г. ожидается снижение затрат на 20–30 %. Уже в 2025 г. отмечается рост производительности труда на 15–20 % и снижение простоев оборудования на 25–30 %. Однако 52 % компаний не измеряют ROI от цифровизации, а срок окупаемости проектов составляет 3–5 лет.

6. Отраслевые различия

Нефтегазовый сектор сохраняет лидерство в цифровизации, в то время как обрабатывающая промышленность отстаёт из-за разрозненности данных. Значительный прогресс наблюдается в социальной сфере.

7. Инфраструктурные вызовы

Развитие цифровых платформ охватит до 40 % предприятий, однако низкое качество данных и их фрагментированность остаются серьёзными барьерами.

В этих условиях предприятиям Пермского края необходима фундаментальная трансформация бизнес-моделей и стратегий в соответствии с требованиями цифровой экономики.

Представленный выше методологический подход закономерно подводит к заключительному и наиболее значимому в практическом отношении этапу исследования к формированию стратегических векторов развития и практических рекомендаций для промышленных предприятий Пермского края.

2.4. Формирование практических рекомендаций для промышленных предприятий Пермского края. В рамках данного исследования предлагается системный подход к их решению, включающий следующие направления:

1) развитие кадрового потенциала

– создание совместных образовательных программ с ведущими вузами (Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Высшая школа экономики и др.) для подготовки специалистов в области искусственного интеллекта, больших данных и кибербезопасности;

– реализация корпоративных программ переподготовки на базе отраслевых центров компетенций;

2) государственно-частное партнёрство

– разработка целевых программ поддержки, включающих субсидии, налоговые льготы и кредитные гарантии для внедрения цифровых решений;

– создание и последующее тиражирование успешных отраслевых пилотных проектов;

3) формирование единой цифровой инфраструктуры

– развитие безопасных отраслевых платформ для обмена данными между предприятиями;

– внедрение стандартов качества данных и регулярный аудит их состояния;

4) управление эффективностью и трансфер знаний

– проведение регулярных отраслевых мероприятий (конференций, вебинаров) для демонстрации успешных кейсов эффекта от цифровизации;

– разработка методик оперативной оценки экономической эффективности проектов

цифровой трансформации;

5) обеспечение технологического суверенитета

– активное внедрение отечественных разработок, таких как «Диспетчер ТООР», платформы ГК «Ростех», и поддержка локальных IT-разработчиков;

– создание региональных кластеров для совместной разработки и тестирования цифровых решений;

6) формирование цифровой культуры

– внедрение программ организационных изменений для преодоления сопротивления персонала;

– стимулирование инновационной активности и экспериментов;

– развитие системы «цифровых помощников» для сотрудников и госслужащих.

Для успешного перехода на новый ресурсный уклад необходимо комплексное устранение ключевых проблем, в том числе перечисленных барьеров: дефицита кадров, разрозненности данных и неравномерности инвестиций.

Реализация предложенных мер позволит создать единый механизм устойчивого развития стратегии цифровой трансформации, обеспечивающий устойчивый рост производительности и конкурентоспособности промышленности.

На основе проведённого анализа и рекомендаций предложены три группы стратегических векторов развития (табл. 4).

Табл. 4. Стратегические векторы развития цифровой трансформации

Table 4. Strategic Directions for Digital Transformation

Вектор развития	Целевая направленность	Учёт региональной специфики
Технологический	Внедрение конкретных технологий Индустрии 4.0 (ИИ, цифровые двойники, роботизация) по этапам производственного цикла	Адаптация технологических решений под профиль сырьевых и обрабатывающих предприятий региона
Инфраструктурно-кооперационный	Развитие региональной инфраструктуры цифровизации, создание центров компетенций, промышленных консорциумов	Использование потенциала пермского ИТ-кластера, интеграция вузов в процессы трансформации
Институционально-кадровый	Преодоление системных барьеров (нормативные ограничения, дефицит компетенций, мотивация персонала)	Разработка региональных программ подготовки кадров для цифровой промышленности, адаптация образовательных стандартов

Практические рекомендации представлены в формате, удобном для использования различными целевыми группами:

• *руководители предприятий* – типовые дорожные карты цифровой трансформации с учётом отраслевой специфики, методики оценки эффективности внедрения;

• *региональные органы власти* – предложения по корректировке мер поддержки, развитию инфраструктуры, стимулированию кооперации;

• *ИТ-компании* – рекомендации по развитию продуктов и сервисов под актуальные запросы промышленности региона.

Таким образом, разработанная методология исследования не только обеспечивает диагностику текущего состояния и выявление барьеров, но и создаёт прочную аналитическую основу для формирования дифференцированных стратегических векторов развития.

2.5. Проведённое исследование цифровой трансформации промышленности Пермского края в контексте Индустрии 4.0 позволило решить поставленные задачи. Осуществить диагностику уровня цифровой зрелости предприятий региона, классифицировать системные барьеры в их отраслевой взаимосвязи и обосновать стратегические векторы развития, учитывающие как федеральные тренды, так и региональную специфику.

Вместе с тем, как и любое научное исследование, данная работа имеет определённые ограничения, а полученные результаты открывают перспективы для дальнейших изысканий и порождают дискуссионные вопросы, требующие обсуждения в научном сообществе.

Полученные в ходе исследования результаты вступают в диалог с существующими в научной литературе подходами и порождают ряд вопросов, заслуживающих обсуждения в научном сообществе.

Во-первых, проведённое исследование подтверждает тезис о значимости отраслевой специфики для понимания процессов цифровой трансформации и классификации барьеров. Вместе с тем остаётся дискуссионным вопрос о том, насколько универсальны механизмы преодоления барьеров и могут ли успешные практики, выявленные в одном отраслевом сегменте (например, приборостроении), быть масштабированы на другие отрасли (например, нефтехимию). Результаты исследования скорее свидетельствуют в пользу ограниченности таких практик и необходимости их глубокой адаптации.

Во-вторых, выявленный в исследовании высокий потенциал пермского ИТ-кластера (1670 компаний, 10-е место в России по уровню развития индустрии разработки ПО) ставит вопрос о степени его реального влияния на цифровизацию региональной промышленности.

В-третьих, полученные данные подтверждают, что кадровый дефицит является ключевым системным барьером, что согласуется с оценками региональных органов власти и большинства исследователей. Однако дискуссионным остаётся вопрос о структуре этого дефицита: является ли он преимущественно количественным (дефицит специалистов вообще) или качественным (дефицит специалистов с определёнными компетенциями, прежде всего на стыке отраслевых и ИТ-технологий). Результаты исследования склоняются к качественной интерпретации, что требует иных подходов к решению проблемы, нежели простое наращивание объёмов подготовки кадров.

В-четвёртых, в исследовании показано, что институциональные барьеры (нормативные ограничения, требования регуляторов) играют существенную роль, особенно в отраслях с высокими требованиями к безопасности (нефтегазохимический комплекс). Дискуссионным остаётся вопрос о мере и формах государственного участия в их преодолении: должно ли государство преимущественно смягчать регуляторные требования, стимулировать спрос на цифровые решения через господдержку или непосредственно участвовать в создании цифровой инфраструктуры и платформенных решений. Исследование показывает, что оптимальным представляется сочетание всех трёх подходов с дифференциацией по отраслям.

Подводя итог обсуждению, следует подчеркнуть, что представленное исследование не претендует на исчерпывающее решение всех проблем, связанных с цифровой трансформацией промышленности Пермского края. Оно предлагает диагностику текущего состояния, классификацию системных барьеров и обоснование стратегических векторов развития, которые могут служить основой для дальнейших исследований и практических действий.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сформулировать ряд системных выводов относительно процессов цифровой трансформации промышленности Пермского края.

Ключевым условием ускорения цифровизации является формирование комплексной аналитической системы, включающей диагностику стартовых условий отраслей, определение приоритетных направлений технологического развития и выявление критических факторов успеха.

Анализ выявил необходимость преодоления структурных дисбалансов, характерных для периода 2020–2025 гг., включая асинхронность цифровизации различных секторов экономики и рассогласование теоретических разработок с практикой внедрения технологий.

Важнейшим результатом исследования становится формирование адресных рекомендаций для промышленных предприятий, органов власти и образовательных учреждений, направленных на создание целостной экосистемы цифровой трансформации в регионе.

Наиболее значимые результаты заключаются в следующем:

1. Выявлена неоднородность цифровой зрелости среди предприятий различных отраслевых сегментов промышленности Пермского края, что потребовало дифференцированного подхода к разработке стратегических рекомендаций.

2. Предложена классификация системных барьеров, учитывающая их отраслевую взаимосвязь и позволяющая перейти от констатации проблем к разработке механизмов их преодоления.

3. Обоснованы стратегические векторы развития, интегрирующие федеральные тренды (импортозамещение, технологический суверенитет) и региональную специфику (мощный сырьевой и обрабатывающий сектор, развитый ИТ-кластер).

Научно-теоретический и практический вклад работы заключается в создании адаптированной модели цифровой трансформации для промышленного региона, которая позволяет гармонично интегрировать глобальные тенденции Индустрии 4.0 с локальными особенностями предприятий Пермского края через разработку механизмов синхронизации темпов цифровизации и преодоления цифрового разрыва между различными секторами региональной экономики.

Дальнейшее развитие исследований в этой области видится на путях углубления отраслевого анализа, организации наблюдений, расширения перспективы исследования социальных аспектов цифровой трансформации. Открытость для научной дискуссии и готовность к критическому переосмыслению полученных результатов рассматриваются автором как необходимое условие развития научного знания и повышения практической значимости исследований в области цифровой трансформации промышленности.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of Interest. The author declares no conflict of interest.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>.
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>.

3. Стратегия в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Пермского края (утв. Координационным советом по развитию цифровой экономики Пермского края, протокол от 16.08.2021 № 125-гс). URL: <https://mirs.permkrai.ru/upload/iblock/408/twam2u5ohgz3uv0pqhntmv4m693l4cha.pdf>.
4. Концепция развития цифровой экономики Пермского края в 2018–2024 гг. URL: <https://mirs.permkrai.ru/upload/iblock/481/481cd2fd78c5571712c6e33136dea7e8.pdf>.
5. Акбердина В.В., Пьянкова С.Г. Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности // Науч. тр. Вольного экон. об-ва России. 2021. Т. 227, № 1. С. 292–313. doi: 10.38197/2072-2060-2021-227-1-292-313.
6. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности // *π-Economy*. 2022. Т. 15, № 5. С. 7–27. doi: 10.18721/JE.15501.
7. Сафиуллин М.Р., Павлова Х.А. Репутационный капитал региона и особенности его формирования // Казан. экон. вестн. 2021. № 2(52). С. 66–73.
8. Cherkasova E.V., Zainullina M.R. Digital assistants in managing customer relationships in modern companies // *Engineering Economics: Decisions and Solutions from Eurasian Perspective*. Cham: Springer Nature, 2021. Vol. 139: Lecture Notes in Networks and Systems. P. 539–546. doi: 10.1007/978-3-030-53277-2_64.
9. Ташкинов А.Г. Цифровизация отраслевой экономики и современные тренды развития промышленности // *Международная экономика*. 2025. Т. 22, № 5. С. 422–432. doi: 10.33920/vne-04-2505-05.
10. Гузикова Л.А., Суржанинов А.Г., Шахбази А.С. Цифровые инструменты повышения энергоэффективности регионов // *Интеллектуальная инженерная экономика и индустрия 5.0 (ИНПРОМ)*: сб. тр. VIII Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Политех-Пресс, 2023. С. 188–191.
11. Логинов Н.А., Будрина Е.В. Блокчейн как инструмент интеграции различных сфер экономической деятельности // *Экономика. Право. Инновации*. 2023. № 2. С. 55–64. doi: 10.17586/2713-1874-2023-2-55-64.
12. Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Деговцов А.В., Герасимов И.Н., Мазеин И.И., Меркушев С.В., Красноторов Д.Н. Повышение эффективности добычи нефти за счёт внедрения элементов цифровизации // *Нефтяное хозяйство*. 2021. № 7. С. 118–124. doi: 10.24887/0028-2448-2021-7-118-124.
13. Мрочковский Н.С., Ляндау Ю.В., Пушкин И.С., Кривоногов Е.А. Основные тенденции цифровой трансформации бизнеса // *Экономика и предпринимательство*. 2019. № 4(105). С. 89–91.
14. Tashkinov A.G. The application of industry 4.0 into the company's production activities through effective decision-making // *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. Art. no. 34202. doi: 10.1038/s41598-025-15688-0.
15. Tomičić-Pupek K., Pihir I., Tomičić Furjan M. Smart city initiatives in the context of digital transformation – scope, services and technologies // *Journal of Contemporary Management Issues*. 2019. Vol. 24, No. 1. P. 39–54. doi: 10.30924/mjcmi.24.1.3.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of July 21, 2020 No. 474 “On the National Development Goals of the Russian Federation through 2030”. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>. (In Russian)
2. Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 No. 204 “On the National Goals and Strategic Development Objectives of the Russian Federation through 2024”. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>. (In Russian)
3. Strategy for the Digital Transformation of Economic Sectors, Social Sphere, and Public Administration of Perm Krai (Minutes of the meeting of the Coordinating Council for the Development of the Digital Economy of Perm Krai dated August 16, 2021 No. 125-gs). Available at: <https://mirs.permkrai.ru/upload/iblock/408/twam2u5ohgz3uv0pqhntmv4m693l4cha.pdf>. (In Russian)

4. Concept for the Development of the Digital Economy of Perm Krai in 2018–2024. Available at: <https://mirs.permkrai.ru/upload/iblock/481/481cd2fd78c5571712c6e33136dea7e8.pdf>. (In Russian)
5. Akberdina V.V., P'yankova S.G. Methodological aspects of the digital transformation of industry. *Nauchnye trudy Volnogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii*, 2021, vol. 227, no. 1, pp. 292–313. doi: 10.38197/2072-2060-2021-227-1-292-313. (In Russian)
6. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. Digital transformation of industrial enterprises in the new reality. *π-Economy*, 2022, vol. 15, no. 5, pp. 7–27. doi: 10.18721/JE.15501. (In Russian)
7. Safiullin M.R., Pavlova Kh.A. The reputation capital of the region and the features of its formation. *Kazan Economic Bulletin*, 2021, no. 2(52), pp. 66–73. (In Russian)
8. Cherkasova E.V., Zainullina M.R. Digital assistants in managing customer relationships in modern companies. *Engineering Economics: Decisions and Solutions from Eurasian Perspective* (Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 139). Cham, Springer Nature, 2021, pp. 539–546. doi: 10.1007/978-3-030-53277-2_64. (In English)
9. Tashkinov A.G. Digitalization of the sectoral economy and current industrial development trends. *Mezhdunarodnaya ekonomika*, 2025, vol. 22, no. 5, pp. 422–432. doi: 10.33920/vne-04-2505-05. (In Russian)
10. Guzikova L.A., Surzhaninov A.G., Shahbazi A.S. Digital tools for improving the energy efficiency of regions. *Intelligent Engineering Economy and Industry 5.0 (INPROM)*: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference. Sankt-Peterburg, Polytech Press, 2023, pp. 188–191. (In Russian)
11. Loginov N.A., Budrina E.V. Blockchain as a tool for integrating various areas of economic activity. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*, 2023, no. 2, pp. 55–64. doi: 10.17586/2713-1874-2023-2-55-64. (In Russian)
12. Ivanovskiy V.N., Sabirov A.A., Degovcov A.V., Gerasimov I.N., Mazein I.I., Merkushev S.V., Krasnoborov D.N. Improving the efficiency of oil production through the introduction of digitalization element. *Neftyanoe hozyajstvo*, 2021, no. 7, pp. 118–124. doi: 10.24887/0028-2448-2021-7-118-124. (In Russian)
13. Mrochkovskij N.S., Lyandau Yu.V., Pushkin I.S., Krivonogov E.A. Main trends in digital business transformation. *Ekonomika i predprinimatelstvo*, 2019, no. 4(105), pp. 89–91. (In Russian)
14. Tashkinov A.G. The application of industry 4.0 into the company's production activities through effective decision-making. *Scientific Reports*, 2025, vol. 15, art. no. 34202. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15688-0>. (In English)
15. Tomićić-Pupek K., Pihir I., Tomićić Furjan M. Smart city initiatives in the context of digital transformation – scope, services and technologies. *Journal of Contemporary Management Issues*, 2019, vol. 24, no. 1, pp. 39–54. doi: 10.30924/mjcmi.24.1.3. (In English)

Информация об авторе

Алексей Григорьевич Ташкинов, кандидат экономических наук, доцент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

E-mail: alekss.perm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6248-8441>

Author Information

Alexey Grigorievich Tashkinov, PhD of Economics, Associate Professor, Perm National Research Polytechnic University

E-mail: alekss.perm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6248-8441>