МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

На правах рукописи



Барыбина Анна Зинуровна

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Специальность: 5.2.3. – Региональная и отраслевая экономика
(Экономика промышленности)

Научный руководитель:
доктор экономических наук,
член-корреспондент РАН
Акбердина Виктория Викторовна

Екатеринбург, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 15

1.1 Теоретические аспекты цифровой трансформации промышленности 15
1.2. Трансформация промышленных отраслей в условиях цифровизации 34
1.3. Сущность и типология цифровых промышленных платформ 49
Выводы по главе 1 67

ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 69

2.1. Подходы к оценке процессов цифровой трансформации в промышленности 69
2.2. Методика выявления отраслевых паттернов цифровой трансформации промышленности 77
2.3. Методика оценки цифрового профиля отрасли промышленности 87
2.4. Матрицы результативности цифровой трансформации промышленности 99
Выводы по главе 2 107

ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ 109

3.1. Структура и функционал цифровой производственной метаплатформы 109
3.2. Основные элементы механизма формирования и развития цифровых промышленных платформ 118
3.3. Разработка прототипа цифровой платформы для промышленности УрФО 127
Вывод по главе 3 151

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 155

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 160

Приложение А 229
Приложение Б 235
Приложение В 240
Приложение Г 244
Приложение Д 249
Приложение Е 252
Приложение Ж 263
Приложение З 269
Приложение И 286

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В промышленном комплексе, являющимся фундаментом экономического развития РФ, эволюционно сложились предпосылки выхода на новый уровень цифровой трансформации, связанной с переходом от точечной автоматизации к формированию цифровых экосистем и платформ. Указанный тренд институционально и финансово поддерживается реализацией таких национальных проектов как «Экономика данных и цифровая трансформация государства» и «Средства производства и автоматизации».

Однако на пути к полноценной цифровой трансформации российская промышленность сталкивается с комплексом системных проблем.

Затраты на внедрение и использование цифровых технологий в обрабатывающих производствах в 2025 году составили 518,7 трлн. руб., что в процентах от объема отгруженной продукции не превышает 0,6%. Несмотря на то, что в 2025 году в обрабатывающих отраслях номинальные темпы роста затрат на цифровизацию превышали темпы роста отгрузки (113% и 106% соответственно), о недостаточном финансировании процессов цифровой трансформации на промышленных предприятиях говорит тот факт, что в развитых странах данный показатель составляет 1-2% от объема выручки. В России по-прежнему в структуре затрат на цифровизацию большая часть приходится на оборудование – 34,5%, при этом на приобретение программного обеспечения – лишь 15,0%. При этом, в развитых странах в структуре затрат преобладают расходы на программное обеспечение – более 50%, а на оборудование приходится чуть более 20% бюджета.

Также сохраняется выраженная поляризация промышленных предприятий по уровню затрат на цифровизацию и цифровой зрелости. Так, наивысшие значения наивысшее значение затрат на внедрение цифровых технологий в процентах от выручки отмечается в производстве электроники (1,65%), транспортных средств (1,0%) и готовых металлоизделий (0,74%). На

этом фоне достаточно скромно выглядят показатели бюджета на цифровую трансформации на предприятиях легкой промышленности (0,23%), стройиндустрии (0,26%) и общего машиностроения (0,38%). При этом, малые и средние предприятия зачастую не располагают ресурсами для внедрения даже базовых цифровых решений. Это создает разрыв между отдельными цифровыми лидерами и основной массой производителей, тормозит формирование единого цифрового пространства и препятствует масштабированию кооперационных связей.

Платформенные рынки в промышленности развиваются существенно медленнее, чем в финансовом и торговом секторах. Существующие цифровые платформы носят преимущественно государственный характер и ориентированы главным образом информационное обеспечение и предоставление мер поддержки. Они не решают задач горизонтальной кооперации, связанной с поиском партнеров, обмена компетенциями, организации совместных проектов, трансфера технологий т.д. Несмотря на то, что используют цифровые платформы 34,5% предприятий от числа предприятий, внедряющих цифровые технологии, полноценных платформ, нацеленных на прямые горизонтальные взаимодействия хозяйствующих субъектов, научных организаций и инвесторов, до сих пор не создано.

Отсутствие целостной картины цифровой трансформации промышленности и понимания ее глубинных закономерностей, а также сформировавшийся запрос на повышение обоснованности стратегических решений в области промышленной политики, обусловили актуальность темы данного диссертационного исследования.

Степень научной разработанности проблемы. Исследования цифровой трансформации промышленности и формирования промышленных платформ имеют междисциплинарный характер и находятся на пересечении исследований цифровой экономики, экономики промышленности, технологической модернизации, платформенных экосистем, цифровой зрелости и организационно-экономических механизмов преобразований.

Теоретические основания цифровой экономики, структурных и институциональных преобразований в промышленности представлены в трудах российских исследователей – В. В. Акбердиной, С. Д. Бодрунова, Л. М. Гохберга, Ж.А. Ермаковой, Г. Б. Клейнера, Ю. Г. Лавриковой, Л. В. Лапидус, Ореховой С.В., Ю. М. Осипова, Е.В. Попова, Н. М. Розановой, О. А. Романовой, Е. Н. Смирнова, А. И. Татаркина, А. А. Урасовой, Н.Ю. Ярошевич и др.; и зарубежных исследователей – E. Brynjolfsson, M. Kenney, C. Loebbecke, S. Nambisan, A. Picot и др.

Цифровизацию промышленного производства, Индустрию 4.0/5.0, цифровую зрелость, технологическую модернизацию, внедрение современных цифровых технологий в промышленности исследовали такие российские ученые как Абрахманова Г. И., А. В. Бабкин, В. И. Волков, А. Н. Головина, С. С. Голубев, А. А. Горовой, И. В. Ершова, М. П. Калиниченко, В. В. Кобзев, Г. Б. Коровин, И. Н. Лола, И. Н. Макаров, Л. Г. Матвеева, А.В. Мыльник, А. Ю. Никитаева, А. В. Овчинникова, В. А. Плотников, Н. А. Симченко, Ю. Ф. Тельнов, А. А. Тер-Григорьянц, Т. О. Толстых, С. Ю. Цехла, О. А. Чернова, С. В. Шекшня, Е. В. Шкарупета, М. С. Шклярук, А.Ф. Шориков, А. Г. Щербаков и др.; а также зарубежные ученые Y. O. Abdallah, L. Agostini, M. Colli, C. G. Machado, J. M. Müller, D. Sjödin, K. I. Voigt и др.

Исследования платформенной организации экономики и промышленности, цифровых промышленных экосистем, сетевого взаимодействия и механизмов координации сетевых участников представлены в исследованиях таких российских ученых как Ю. А. Ковальчук, Т. А. Кузовкова, Н. В. Линдер, В. Д. Маркова, Л. Г. Матвеева, Ю. М. Осипов, И. М. Степнов, А. В. Трачук, Т. Н. Юдина и др.; а также зарубежных исследователей M. A. Cusumano, M. de Reuver, A. Gawer, A. Hagiu, M. Jovanovic, G. G. Parker, N. Srnicek, J. Wright и др.

Несмотря на существенный вклад, внесенный перечисленными авторами в развитие теории цифровой трансформации промышленности, в научной литературе отдельные аспекты оценки данных процессов в

промышленности раскрыты фрагментарно. В частности, недостаточно исследованными остаются вопросы, связанные с формированием системы показателей для оценки эффективности цифровизации на основе платформенного подхода. Кроме того, существует дефицит комплексных исследований, интегрирующих количественные и качественные параметры оценки результатов цифровой трансформации, что затрудняет формирование целостного представления о ее влиянии на различные секторы промышленности.

Вышеизложенное обусловило выбор объекта, предмета, а также постановку цели и задач диссертационного исследования.

Объект исследования – отрасли промышленности РФ, осуществляющие цифровую трансформацию.

Предмет исследования – организационно-экономические отношения между субъектами хозяйствования, возникающие в процессе цифровой трансформации отраслей промышленности.

Цель исследования заключается в развитии теоретико-методических положений цифровой трансформации промышленности и разработке механизма формирования цифровых промышленных платформ.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда **задач**:

1) развить теоретические положения концепции цифровой трансформации промышленности;

2) разработать методический инструментарий оценки цифровой трансформации промышленности, учитывающий отраслевые особенности и результативность;

3) предложить организационно-экономический механизм формирования и развития цифровых платформ в промышленности.

Область исследования соответствует п. 2.4 «Закономерности функционирования и развития отраслей промышленности» и п. 2.11 «Формирование механизмов устойчивого развития экономики промышленных отраслей, комплексов, предприятий» специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая

экономика (экономика промышленности) паспорта специальностей ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Теоретическую базу исследования составили фундаментальные положения теории постиндустриального общества и информационной экономики, теории цифровой трансформации экономических систем, концепции Индустрии 4.0/5.0, платформенной концепции организации рынков и др.

Методологическую основу исследования составили конвергентно-дивергентный подход, позволяющий описать двунаправленную трансформацию промышленности; платформенный подход, обеспечивающий анализ структурной перестройки отраслевых рынков; процессный подход, рассматривающий цифровую трансформацию в контексте изменений бизнес-процессов на промышленных предприятиях; технологический подход, фокусирующийся на внедрении кластеров цифровых технологий как движущей силы преобразований; отраслевой подход, акцентирующий внимание на специфике различных секторов промышленности; а также системный подход, обеспечивающий целостное восприятие цифровой трансформации как многоуровневого процесса.

Методы исследования. Для решения задач исследования использовались: 1) методы системного анализа и сравнительного анализа, методы абстрагирования и теоретического моделирования, метод классификации и типологизации, контент-анализ научной литературы – для развития теоретических положения, уточнения понятийного аппарата и разработки теоретической модели промышленной отрасли; 2) экономико-статистические методы, методы сравнительного анализа, методы ранжирования и классификации, методы анализа динамических рядов, матричный метод, методы визуализации данных – для разработки методического инструментария комплексного исследования цифровой трансформации промышленности; 3) методы стратегического планирования, методы экспертных оценок, функционально-стоимостной анализ, сравнительный правовой и институциональный анализ, метод сценарного анализа, метод проектного моделирования – для разработки организационно-

экономического механизма формирования и развития цифровых платформ в промышленности.

Информационная база исследования. Выводы исследования основываются на официальных данных Федеральной службы государственной статистики, национальные и федеральные проекты, данные Министерства экономического развития РФ, Министерства финансов РФ, Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, данные Национальной технологической инициативы; экономические обзоры, информационные и аналитические материалы Российского союза промышленников и предпринимателей, материалы федеральных агентств и корпораций; действующие нормативно-правовые документы Российской Федерации и зарубежных стран, регулирующие деятельность цифровых предприятий высокотехнологичных отраслей; монографии, научные статьи и отчеты научно-исследовательских институтов, информационных агентств и служб, а также научные труды отечественных и зарубежных авторов.

Гипотеза диссертационного исследования заключается в том, что цифровая трансформация промышленности реализуется через устойчивые, воспроизводимые отраслевые паттерны, формирующиеся под влиянием специфики цифрового технологического ядра, глубины трансформации бизнес-моделей и уровня развития внутренних цифровых компетенций, при этом цифровая платформа обеспечивает интеграцию промышленных предприятий, научных и образовательных организаций и других субъектов в единую киберфизическую экосистему.

Научные результаты, полученные лично автором, и их новизна.

1. *Развиты теоретические положения* концепции цифровой трансформации промышленности на основе конвергентно-дивергентного и платформенного подходов, *расширяющие научные представления* об особенностях цифровой трансформации промышленных отраслей. Теоретические положения включают: 1) *введенное в научный оборот понятие* «отраслевой паттерн цифровой трансформации промышленности», новизна которого заключается

в представлении устойчиво воспроизводимой модели преобразований как трехмерной структуры, объединяющей технологическое ядро отрасли, глубину трансформации бизнес-модели и уровень развития цифровых компетенций; 2) *теоретическую модель* промышленной отрасли с платформенно-ориентированной структурой, *отличающуюся* от традиционной модели переходом от линейной последовательности взаимодействий участников к сетевой модели координации, опосредованную цифровыми технологиями; 3) уточнение смыслового содержания понятия «цифровая промышленная платформа» за счет трех характеристик – экосистемы, алгоритмизации отношений и системы разделения труда в отрасли; 4) *типологию* цифровых промышленных платформ, *дополненную* двумя типами – «цифровая инфраструктурная платформа» как платформы базового уровня, обеспечивающей материально-техническую основу для всех последующих платформенных решений и «цифровая производственная метаплатформа» как цифровой двойник отрасли. Теоретические положения *позволяют* перейти к системному анализу и проектированию траекторий цифровой трансформации как на уровне отдельных промышленных предприятий, так и на отраслевом и национальном уровнях управления (п. 2.4. Паспорта специальности ВАК РФ 5.2.3).

2. Разработан методический инструментарий комплексной оценки цифровой трансформации промышленности, включающий в себя: 1) *алгоритм* выявления отраслевых паттернов цифровой трансформации промышленности, *новизна которого заключается в пошаговой оценке* показателей, характеризующих три элемента паттерна – технологическое ядро, трансформацию бизнес-процессов и внутренние цифровые компетенции; 2) *методику оценки* цифровых профилей отраслей промышленности, которая *отличается* от существующих использованием многомерной системы параметров, охватывающих технологические, организационные и кадровые аспекты цифровизации; 3) *матрицы оценки* результативности цифровой трансформации в отраслях промышленности, *новизной* которых являются соотношения «уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций» и «среднегодовой индекс

промышленного производства – удельные затраты на цифровую трансформацию». Разработанный методический инструментарий *позволяет* проводить комплексную диагностику цифровой трансформации отраслей промышленности, которая обеспечивает обоснованность адресных механизмов промышленной политики (п. 2.4. Паспорта специальности ВАК РФ 5.2.3).

3. *Предложен организационно-экономический механизм* формирования и развития цифровых платформ в промышленности, *новизной* которого являются: 1) *эталонная структура* цифровой производственной метаплатформы, *включающая* корпоративный и отраслевой уровни, объединенные единой многомерной системой параметров; 2) *алгоритм формирования* цифровой платформы данного типа, *особенность* которого проявляется в использовании функционально-стоимостного анализа для проектирования функций цифровой платформы на основе запросов и целей стейкхолдеров; 3) *обоснование форм* финансирования цифровой платформы с позиций объекта соглашения, состава участников, источников монетизации, распределения прав и рисков, *позволившее* выделить концессионное соглашение и соглашение о государственно-частном партнерстве в качестве основных форм финансирования; 4) *сценарная оценка* результативности цифровой платформы на основе *формализации* нелинейных эффектов. Разработанный механизм *обеспечивает* комплексное сопровождение жизненного цикла цифровой платформы за счет учета интересов ключевых стейкхолдеров, применения гибких форм финансирования и оценки нелинейных эффектов (п. 2.11. Паспорта специальности ВАК РФ 5.2.3).

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в развитии концептуальных основ цифровой трансформации промышленности, включая введение в научный оборот понятия «отраслевой паттерн цифровой трансформации» и уточнение понятия «цифровая промышленная платформа», разработку теоретической модели отрасли с платформенно-ориентированной структурой и типологии цифровых промышленных платформ.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработанный методический инструментарий, включающий алгоритм выявления отраслевых паттернов, методику оценки цифровых профилей и матрицы результативности цифровой трансформации, а также организационно-экономический механизм формирования цифровых платформ, могут быть использованы органами государственной власти для совершенствования промышленной политики и адресной поддержки отраслей, отраслевыми объединениями и промышленными предприятиями для обоснования стратегий цифрового развития, оптимизации инвестиционных решений и тиражирования успешных платформенных решений в различных сегментах промышленности. Методический инструментарий может быть использован в образовательном процессе в рамках преподавания дисциплин «Экономика промышленности», «Инновационный менеджмент», «Стратегическое управление предприятиями», «Инвестиционный анализ» и др.

Апробация работы. Основные теоретические положения, выводы и результаты диссертационного исследования были представлены на одиннадцати международных и всероссийских научно-практических конференциях: Екатеринбург (2019-2025 гг.), Тюмень (2020 г.), Оренбург (2021 г.) и Москва (2022 г., 2024 г.).

Исследования автора, выполненные при написании диссертационной работы, получили поддержку Российской академии наук в 2025 году (медаль РАН с премией за лучшую научную работу среди молодых ученых по экономике) и Правительства Свердловской области в 2022 г. (премия Губернатора Свердловской области за лучшую работу в области экономики).

Научные положения и материалы диссертации были использованы: Министерством промышленности и науки Свердловской области в ходе мониторинга развития промышленности Свердловской области, прогноза структурной трансформации отраслей, оценки эффективности механизмов реализации в Свердловской области промышленной политики РФ, а также при разработке проекта государственной программы Свердловской области «Научно-

технологическое развитие Свердловской области»; Ассоциацией «Уральский кластер Малая энергетика и Энергомашиностроение» в рамках подготовки технического задания по созданию цифровой платформы промышленности УрФО на базе «сквозных» цифровых технологий»; Институтом экономики и управления Уральского Федерального университета в ходе проведения лекционных и практических занятий, а также при реализации проектного обучения студентов кафедры «региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности»; ФГБУН Институтом экономики УрО РАН в ходе выполнения НИОКР в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ.

Отдельные теоретические и методические положения, представленные в диссертационном исследовании, частично отражены в научно-исследовательских работах ФГБУН «Институт экономики УрО РАН»: «Прогнозирование структурной модернизации и технологической трансформации экономики в условиях преодоления социокультурных барьеров» (Грант РНФ №25-28-01608); «Адаптационные стратегии развития человеческого капитала топливно-энергетического комплекса в условиях внешних ограничений» (Грант РНФ №23-28-01768); «Методология моделирования угроз социального и политического напряжения в крупных городах в условиях развития технологий метавселенных» (НИОКР в рамках дополнительного госзадания № 0327-2023-0008); «Технологический суверенитет как основа сильного суверенного государства: формирование принципов эффективной государственной политики» (НИОКР в рамках дополнительного госзадания); «Моделирование процессов кросс-индустриальной метизации в промышленном комплексе на основе гибридных технологий» (грант РФФИ 20-010-00719 А); «Моделирование технологической трансформации промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики» (грант НИР 18-010-01156 А).

В ходе исследования были получены охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности: «База данных для оценки динамики цифровой трансформации регионов России» (№ 2025620415 от 23.01.2025 г.); «База

данных для оценки уровня развития цифровых (информационно-коммуникационных) платформ в качестве Интернет-ресурса для заключения сделок по реализации товаров, работ или услуг между заказчиком и исполнителем» (№ 20256205055 от 28.01.2025 г.).

Публикации. Результаты исследования нашли отражение в 37 научных работах, в том числе: 11 статей в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК РФ: «AlterEconomics», «π-economy», «Вестник академии знаний», «Естественно-гуманитарные исследования», «Искусственные общества», «Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент» и «Вестник университета», в которых должны быть опубликованы основные научные результаты работы на соискание ученой степени кандидата наук, объем которых составляет – 36,16 п.л. (авторских – 26,413 п.л.), а также 3 статьи, опубликованные в журналах, индексируемых в международных научных базах (Scopus, Web of Science).

Структура и объем диссертационного исследования. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 291 страница, в том числе 228 страниц основного текста, а также 9 приложений, 30 рисунков, 34 таблицы и 19 формул. Библиографический список включает 492 наименования литературных источников, в том числе 305 зарубежных источников.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, определена степень разработанности проблемы, сформулированы объект, предмет, цели и задачи работы; представлены методологические основы исследования, его гипотеза, а также основные научные результаты и их новизна; раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе «Теоретико-методологические положения цифровой трансформации промышленности» представлены теоретические аспекты цифровой трансформации, раскрыты особенности трансформации промышленных отраслей в условиях цифровизации, обоснована сущность и типология

цифровых промышленных платформ.

Во второй главе «Методический инструментарий оценки процессов цифровой трансформации ~~в~~ промышленности» систематизированы подходы к оценке цифровой трансформации, разработана методика выявления отраслевых паттернов и проведена ее апробация на примере высокотехнологичных отраслей, предложена и апробирована методика оценки цифрового профиля отраслей промышленности, разработаны матрицы результативности цифровой трансформации.

В третьей главе «Организационно-экономический механизм формирования и развития цифровых платформ в промышленности» представлены структура и функционал эталонной цифровой производственной метаплатформы, обоснованы основные элементы механизма формирования и развития цифровых промышленных платформ, проведена механизма на примере промышленности Уральского федерального округа.

В заключении представлены основные теоретические, методические и практические выводы диссертационного исследования, обобщающие решение поставленных задач и подтверждающие выдвинутую гипотезу.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1.1 Теоретические аспекты цифровой трансформации промышленности

Поиск истоков построения экономических взаимоотношений и того, как они вписываются в существующие взаимоотношения экономических субъектов – необходимое условие для понимания процессов цифровизации. Изначально процессы цифровизации дополняли существующие взаимоотношения. В настоящее время они представляют собой самостоятельные инструменты, имеющие власть в экономическом пространстве наравне с аналоговыми процессами.

Становление цифровой экономики и процессов цифровой трансформации[1],[2]

Принято считать, что развитие цифровой экономики базируется на индустриальном прогрессе, активно развивавшемся в XX веке. Многими годами ранее, прогресс считался приспешником потери нравственности и средством удержания в узде людских пороков. Критические высказывания относительно прогресса звучали и философии Ф. Ницше и Ф. Тенниса. Критический настрой Ф. Тенниса[3] выражался в его работах, где он писал о том, что с переходом к индустриальному укладу общественного бытия, условия жизни стали хуже: личные связи заменяются безличными, опосредованными, сугубо инструментальными контактами современного социума. Положение дел начало изменяться с приходом экономических кризисов начала XX века, которые заставили пересмотреть роль рынка в цикле «производство – потребление».

[1] Akberdina, V. Prerequisites and Principles of Digital Platformization of the Economy / V. Akberdina, A. Z. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation, Ekaterinburg, 27 ноября 2020 года. – Ekaterinburg, 2021. – P. 37-48. – DOI 10.1007/978-3-030-73261-5_4. – EDN UZWWVB.

[2] Акбердина В.В., Барыбина А.З. Цифровая трансформация промышленности. Монография, Екатеринбург: Издательство Института экономики УрО РАН. 2020. 213 с. 978-5-94646-647-9. ISBN: 978-5-94646-646-2 EDN: TMRUUJ

[3] Tonnies F. A new evaluation: Essays and documents / Ed. and with introduction by W.J. Cahnman. Leiden: E.J. Brill, 1973.

Постиндустриальное общество, или информационное общество стало развиваться в русле концепции технологического детерминизма (Д. Белл[4],[5], Э. Тоффлер, У. Бекк[6], Дж. Гэлбрейт[7], З. Бжезинский, Гринберг Р.С.[8]). Реальной основой появления теорий постиндустриального общества является происшедшая в 60-70-е годы в развитых странах Запада структурная перестройка экономики. На лидирующие позиции выдвинулись наукоемкие отрасли вместо тяжелой промышленности, развивается «индустрия знаний», происходит компьютеризация и появляются глобальные информационные коммуникационные технологии, меняющие все сферы жизни общества. Эти сдвиги соответствуют общей концепции, выделяющей в социально-исторической эволюции доиндустриальную (традиционную, аграрную), индустриальную и постиндустриальную этапы развития общества.[9]

Различия в способах воздействия человека на предметы и средства труда лежат в основе выделения трех типов экономики:

1. В эмпирической экономике человек обрабатывает предметы труда с помощью орудий. Цели и порядок действий определяются эмпирическими моделями.

2. В аналоговой экономике человек управляет средствами труда. Они непосредственно выполняют операции с предметами труда. Деятельность организуется на основе аналоговых моделей.

---

[4] Bell The Coming of Post-Industrial Society / Bell, D.. – N.Y. : Basic Books, 1973. – 12 с. – Текст : непосредственный.

[5] Bell, D. The Cultural Contradictions of Capitalism / D. Bell. – N.Y. : Basic Books, 1976. – 37 с. – Текст : непосредственный.

[6] Beck, U. Reflexive Modernization: Politics, Tradition and Aesthetics in the Modern Social Order / U. Beck, A. Giddens, S. Lash. – Cambridge : Polity, 1994. – Текст : непосредственный.

[7] Гэлбрейт Джон Кеннет Новое индустриальное общество. Избранное / Дж. К. Гэлбрейт. – М.: Эксмо, 2008. – 1200 с. – (Антология экономической мысли). ISBN 978-5-699-23657-2

[8] Гринберг Р.С. Мифы постиндустриализма и проблемы реиндустриализации России // Якунин В.И., Сулакшин С.С., Багдасарян В.Э. Кара-Мурза С.Г., Деева М.В., Сафонова Ю.А. Постиндустриализм. Опыт критического анализа. – М., 2012.

[9] Девдариани, Н. В. Ретроспектива развития теорий социального прогресса / Н. В. Девдариани, Е. В. Рубцова // Карельский научный журнал. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 69-71. – DOI 10.26140/knz4-2019-0803-0019. – EDN UPLWWN.

3. В цифровой экономике человек воздействует на системы управления средствами труда. Для определения целей и организации деятельности применяются математические модели[10].

В исследованиях встречаются различные подходы к определению, что такое «цифровая экономика» (Приложение А). Е.В. Купчишина[11], на основе обзора работ российских авторов выделяет такие подходы, как воспроизводственный[12];[13] и киберсистемный[14]. Исследователями Р. Бухт и Р. Хикс[15], на основе обзора работ зарубежных авторов, выделяют четыре других подхода:

1) ресурсоориентированный – ставящий во главу угла технологии, а также информационные и человеческие ресурсы;

2) процессуальный / поточный – в рамках которого в первую очередь анализируется использование технологий для осуществления хозяйственных операций; однако «некоторые исследователи рассматривают в качестве компонентов цифровой экономики новые потоки информации и данных, создаваемые при помощи ИКТ»[16], изменения в технологических процессах[17];

3) структурный – затрагивающий структурные трансформации экономики;

4) бизнес-ориентированный подход – рассматривающий цифровую экономику сквозь призму новых моделей бизнеса: электронная торговля, сетевой бизнес, цифровые платформы.

В указе Президента РФ от 09.05.2017 года №203[18] цифровая экономика

---

[10] Белоусов, Ю. В. Методология определения цифровой экономики / Ю. В. Белоусов, О. И. Тимофеева // Мир новой экономики. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 79-89. – DOI 10.26794/2220-6469-2019-13-4-79-89. – EDN EFVCZL.
[11] Купчишина, Е. В. Эволюция концепций цифровой экономики как феномена неоэкономики / Е. В. Купчишина // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 68. – С. 426-444. – EDN XUMNVJ.
[12] Юдина, Т. Н. Цифровая экономика сквозь призму философии хозяйства и политической экономии / Т. Н. Юдина, И. М. Тушканов // Философия хозяйства. – 2017. – № 1(109). – С. 193-200. – EDN YQGDCX.
[13] Кульков, В. М. Цифровая экономика: надежды и иллюзии / В. М. Кульков // Философия хозяйства. – 2017. – № 5(113). – С. 145-156. – EDN ZXMNND.
[14] Ведута, Е. Н. Big Data и экономическая кибернетика / Е. Н. Ведута, Т. Н. Джакубова // Государственное управление. Электронный вестник. – 2017. – № 63. – С. 43-66. – EDN ZJTADN.
[15] Бухт Р., Хикс Р. Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. - 2018. - Т. 13, №2. - С. 143-172. - DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07 EDN: YXBNWX
[16] Бухт Р., Хикс Р. Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. - 2018. - Т. 13, №2. - С. 143-172. - DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07 EDN: YXBNWX
[17] Bahl M. The Work Ahead: The Future of Businesses and Jobs in Asia Pacific's Digital Economy. Cognizant. 2016.
[18] Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. N 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы"

определена как «хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг»[19]. Определение закрепляет роль цифровых данных как производственного ресурса. Оно используется в официальных документах и согласуется с рассмотренными научными трактовками.

Ник Срничек определяет цифровую экономику как совокупность компаний, которые в своих бизнес-моделях все в большей степени опираются на информационные технологии, работу с данными и интернет. Цифровая экономика соединяется с традиционными секторами, в частности с промышленным производством, и становится важнейшим элементом их экономики[20]. В приложении А представлен обор определений термина «цифровая экономика» российских и зарубежных исследователей, а также содержащихся в нормативных и стратегических документах.

Б.Г. Клейнер в своей монографии пишет о том, что «Цифровую экономику как стадию общественного развития следует определять как экономику, в которой:

а) процессы производства, распределения, обмена и потребления, включая все связанные с ними коммуникации, осуществляются на основе цифровых технологий;

б) реальные экономические процессы, объекты, проекты, среды в ходе коммуникации заменяются их компьютерными (цифровыми) моделями;

[19] Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы»

[20] Срничек Н. Капитализм платформ. / пер. с англ. И науч. Ред. М.Добряковой. Нац. Исслед. Ун-т "Высшая школа экономики". - М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2019. - 128 с. - (экономическая теория). ISBN: 978-5-7598-1786-4

в) главным результатом производства являются цифровые образы реальных товаров, работ, услуг, которые также являются объектами распределения, обмена и потребления»[21].

Иными словами, в основе цифровой экономики лежит технология построения, анализа и применения цифровых моделей экономических, социальных, инженерно-технических и природно-экологических систем. В таких моделях должны концентрироваться знания о человеке, природе, обществе.

В. В. Акбердина рассматривает цифровую экономику как виртуальную составляющую материальной экономики. Она дополняет реальные производственные процессы, а не образует отдельную сферу[22]. Эта инфраструктура упрощает взаимодействие участников производства и торговли. Она также меняет связи между людьми в процессе экономической деятельности. По этой причине внедрение цифровых технологий должно сопровождаться развитием материального производства. Без такого сочетания экономический эффект остается ограниченным[23].

Степень развития цифровой экономики тесно связана с уровнем развития материальной сферы. Высокотехнологичный сегмент в промышленности создает наиболее благоприятные условия для развития цифрового сегмента. Однако можно с уверенностью утверждать, что существует и обратная зависимость: чем больше процессы на производстве подвергаются оцифровке и виртуализации, тем сильнее стимулируется развитие традиционных сервисов и производств[24],[25].

---

[21] Системная экономика: шаги развития: Монография / Г.Б. Клейнер. Предисловие академика В.Л. Макарова. – Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2021. – 746 с. ISBN 978-5-907242-87-6

[22] Акбердина, В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В. В. Акбердина // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 82-99. – DOI 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. – EDN XUEHAD.

[23] Акбердина В.В., Барыбина А.З. Цифровая трансформация промышленности. - Екатеринбург: Издательство Института экономики УрО РАН, 2020. - 213 с. ISBN: 978-5-94646-646-2 EDN: TMRUUJ

[24] Акбердина, В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В. В. Акбердина // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 82-99. – DOI 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. – EDN XUEHAD.

[25] Акбердина В.В., Барыбина А.З. Цифровая трансформация промышленности. - Екатеринбург: Издательство Института экономики УрО РАН, 2020. - 213 с. ISBN: 978-5-94646-646-2 EDN: TMRUUJ

Цифровая трансформация, термин, который ассоциируется с необходимостью использования новых технологий для поддержания конкурентоспособности предприятий в эпоху Интернета, когда услуги и продукты предоставляются как онлайн, так и офлайн[26]. Другие определяют цифровую трансформацию как способ перестройки бизнес-моделей в соответствии с потребностями клиентов с использованием новых технологий[27]. Цифровая трансформация рассматривается как смена парадигмы, а иногда ее называют технологической революцией[28].

Определения цифровой трансформации изучены методом систематического обзора публикаций[29],[30]. Поиск проводился в Scopus, WoS и РИНЦ по словам «цифровая трансформация», «цифровизация», «оцифровка», «автоматизация» и «компьютеризация». После просмотра аннотаций отобраны статьи, соответствующие задачам параграфа. Представленные в них определения сгруппированы и критически рассмотрены. Основные трактовки приведены в Приложении Б.

Проведенный анализ позволил выделить следующие признаки цифровой трансформации.

— Цифровая трансформация направлена на повышение производительности и качества обслуживания. Она позволяет совершенствовать операции, создавать дополнительную ценность и увеличивать доходы. Ее результатом могут стать новые направления в бизнесе.

---

[26] Cartwright Phillip, Andal-Ancion Angela, Yip George. (2003). Digital Transformation of Traditional Businesses. MIT Sloan Management Review. 44. 34-41.

[27] Berman, S. J. Digital transformation: opportunities to create new business models / S. J. Berman. – Текст : непосредственный // Strategy & Leadership. – 2012. – № Vol. 40 No. 2. – С. 16–24.

[28] Перес, К. Технологические революции и финансовый капитал : динамика пузырей и периодов процветания / К. Перес ; Карлота Перес ; пер. с англ. Ф. В. Маевского, науч. ред. пер. С. Ю. Глазьев, В. Е. Дементьев ; Акад. народного хоз-ва при Правительстве Российской Федерации, Центр эволюционной экономики. – Москва : Дело, 2011. – 231 с. – (Серия "Современная институционально-эволюционная теория"). – ISBN 978-5-7749-0626-0. – EDN QULVFB.

[29] Tranfield, D. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review / D. Tranfield, D. Denyer, P. Smart // British Journal of Management. – 2003. – Vol. 14, No. 3. – P. 207-222. – DOI 10.1111/1467-8551.00375. – EDN ETVJFT.

[30] Лаврик, О. Л. Систематический обзор как вид обзорно-аналитических продуктов / О. Л. Лаврик, Т. А. Калюжная, М. А. Плешакова // Библиосфера. – 2019. – № 2. – С. 33-51. – DOI 10.20913/1815-3186-2019-2-33-51. – EDN PGYNHF.

— Цифровая трансформация предполагает пересмотр принципов работы компании. Меняется бизнес-модель, организация операций и деловая стратегия. Преобразования затрагивают также цепочки поставок и каналы сбыта.

— Цифровая трансформация включает разработку технологий с широкими общественными последствиями. Еще одно ее проявление – формирование экосистем вокруг производства.

В диссертации цифровая трансформация понимается как изменение сложившейся технико-экономической парадигмы через внедрение базисных технологических инноваций. В этом процессе участвует множество агентов. Изменения распространяются между ними и создают возможности для изучения текущей и среднесрочной экономической динамики.

При обсуждении результатов внедрения технологий в литературе приводится следующее положение[31]: «приобретение и реализация новой промышленной технологии автоматически ведет к росту производительности, гарантированной прибыли, созданию новых рабочих мест».

В научных публикациях цифровизацию, оцифровку, автоматизацию и компьютеризацию нередко используют как синонимы. Иногда к ним приравнивают и цифровую трансформацию. Проведенный обзор позволяет разграничить эти понятия. Перечисленные процессы создают основу цифровой трансформации, но не исчерпывают ее содержание. Их общепринятые определения приведены в таблице 1, а взаимосвязь показана на рисунке 1.

[31] Татаркин, А. И. Инклюзивное технологическое развитие как новый элемент технико-экономической парадигмы / А. И. Татаркин, В. В. Акбердина, Н. Ю. Бухвалов // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий : материалы II Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 18–20 апреля 2016 г. : в 2 томах. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – Т. 1. – С. 41–47.

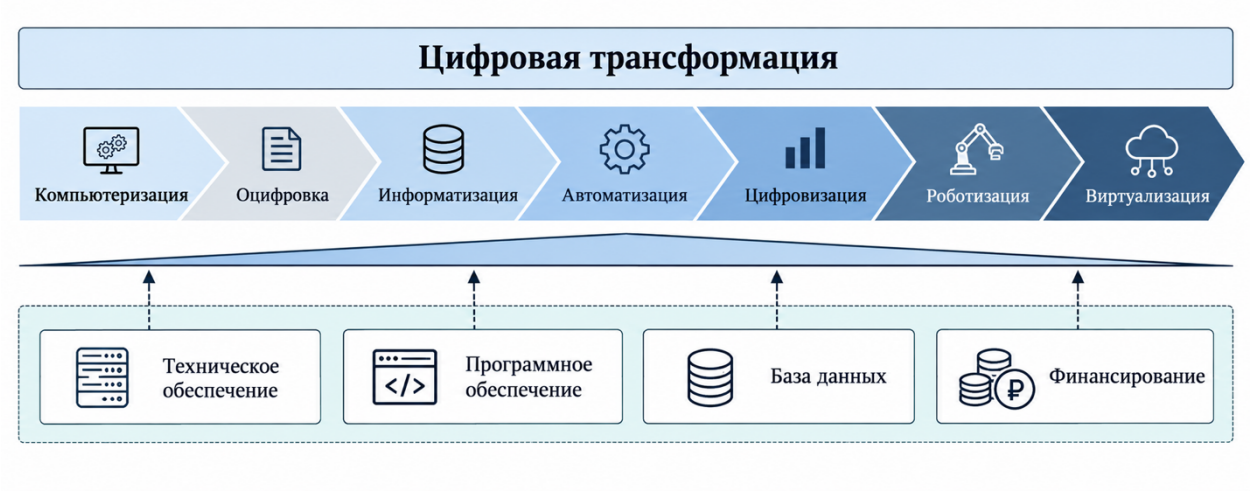


Рисунок 1 – Элементы и основа цифровой трансформации
Источник: составлено автором

Таблица 1

Основные элементы цифровой трансформации

Компьютеризация	– «… методология, основанная на применении ЭВМ и информационных технологий для накопления, обработки, формализации и анализа информации и определяющая стратегию проведения исследований и их результатов»[32] – «это процесс широкого внедрения в практическую деятельность человека, в повседневный быт электронных устройств для автоматизированной обработки информации – компьютеров» [33]
Оцифровка	– «это перевод бизнес-процессов в цифровой формат» – «преобразование аналоговых данных (особенно при последующем использовании изображений, видео и текста) в цифровую форму»[34] – «технический процесс преобразования потоков аналоговой информации в цифровые биты единиц и нулей с дискретными и прерывистыми значениями»[35] – «стандартизация бизнес-процессов и связана с сокращением затрат и повышением операционной эффективности»[36]

[32] Мамихин, С. В. Компьютеризация экологических исследований / С. В. Мамихин // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2000. – № 4. – С. 150-157. – EDN IIXTDN.
[33] Скородумова, О. Б. Компьютеризация / О. Б. Скородумова, В. Э. Меламуд. // Знание. Понимание. Умение. – 2005. – № 3. – С. 211-213.
[34] Brennen, J. S. Digitalization / J. S. Brennen, Daniel Kreiss. // In The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy (eds K.B. Jensen, E.W. Rothenbuhler, J.D. Pooley and R.T. Craig).. –, 2016. – С. 1-11. https://doi.org/10.1002/9781118766804.wbiect111
[35] Thomas, Ritter Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future / Ritter Thomas, L. P. Carsten. – Текст : непосредственный // Industrial Marketing Management. – 2020. – № Volume 86. – С. 180-190. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.11.019.
[36] Ross J. Don’t Confuse Digital With Digitization // MIT Sloan Management Review. – 2017. – September 29. – URL: https://sloanreview.mit.edu/article/dont-confuse-digital-with-digitization/ (дата обращения: 15.01.2026)

Информатизация	– «это постоянный процесс создания технических, экономических и социальных условий для удовлетворения информационных потребностей»[37] – «это процесс внедрения и распространения использования информационных технологий»[38]
Автоматизация	– «это использование систем управления и информационных технологий для снижения потребности в человеческом труде при производстве товаров и услуг»[39] – «это процесс развития машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам»
Цифровизация	– «это процесс организации выполнения в цифровой среде функций и деятельности (бизнес-процессов), ранее выполнявшихся людьми и организациями без использования цифровых продуктов»[40] – «это «использование цифровых технологий для изменения бизнес-модели и предоставления новых возможностей для получения доходов и создания ценности» – «процесс перехода к цифровому бизнесу»[41] – «современный этап информатизации основан преимущественно на цифровых средствах создания, обработки, передачи, хранения и представления информации. Этот переход связан с распространением новых технических и программных решений и повышением их доступности»[42]
Виртуализация	– «это процесс создания программного (или виртуального) представления чего-либо, например, виртуальных приложений, серверов, хранилищ и сетей»[43]
Роботизация	– «это разработка и внедрение промышленных роботов и их комплексов»[44]

Источник: составлено автором на основе обзора источников литературы

[37] Bicevskis J., Andzans A., Ikaunieks E., Medvedis I., Straujums U., Vezis V. Latvian Education Informatization System LIIS // In Education Media International, Routledge. - Taylor & Francis Group, 2004. - P. 43-50. DOI: 10.1080/0952398032000105094

[38] Zwicker R., de Souza C. A., da Rocha Vidal A. G. An Assessment on the Informatization of Brazilian Industrial Companies // Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries. – 2006. – Vol. 23, № 1. – P. 1–25. – DOI: 10.1002/j.1681-4835.2006.tb00146.x.

[39] Холматов, О. О. Автоматизация и управление промышленными роботами на платформе Arduino / О. О. Холматов, З. Бурхонов, Г. Акрамова // Science and Education. – 2020. – Vol. 1, iss. 2. – P. 191–197.

[40] Приказ Минкомсвязи России от 01.08.2018 № 428 «Об утверждении Разъяснений (методических рекомендаций) по разработке региональных проектов в рамках федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»

[41] Taming the Digital Dragon: The 2014 CIO Agenda / Gartner. – 2014. – URL: https://www.gartner.com/imagesrv/cio/pdf/cio_agenda_insights2014.pdf (дата обращения: 15.01.2026).

[42] Плотников, В. А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике / В. А. Плотников // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4(112). – С. 16-24. – EDN UUURVF.

[43] Банников, Е. В. Виртуализация в автоматизации / Е. В. Банников. // International scientific review. – 2019. – № LXVII. – С. 18-21.

[44] Колесников, Н. Е. Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест / Н. Е. Колесников, Т. Н. Кошелева // Экономика и управление. – 2014. – № 10(108). – С. 29-32. – EDN TBYKFF.

Цифровая трансформация меняет принципы работы компании. Сочетание технологий создает новые возможности и требует пересмотра управления на уровне всей организации[45]. Преобразования выходят за пределы перевода информации в цифровой вид и отдельных изменений операций. Они затрагивают логику развития бизнеса[46] и способы создания стоимости[47],[48].

Значительная часть исследований цифровой трансформации посвящена технологиям и внутренним задачам отдельных фирм. Однако преобразования затрагивают и связи между предприятиями. Взаимодействие становится одним из источников создания ценности. Расширение таких связей может увеличить общий результат совместной деятельности[49],[50]. Цифровые решения меняют используемые производственными фирмами технические ресурсы. Одновременно меняются развитие деловых отношений, управление ими и способы совместного создания ценности[51],[52],[53],[54],[55].

---

[45] Amit, R. Value creation in e-business / R. Amit, Ch. Zott // Strategic Management Journal. – 2001. – Vol. 22, No. 6-7. – P. 493. – EDN DSONNV.

[46] Li F., Nucciarelli A., Roden S., Graham G. How smart cities transform operations models: a new research agenda for operations management in the digital economy // Production Planning & Control. – 2016. – Vol. 27, № 6. – P. 514–528. – DOI: 10.1080/09537287.2016.1147096.

[47] Gölzer P., Fritzsche A. Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice // Production Planning & Control. – 2017. – Vol. 28, № 16. – P. 1332–1343. – DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148.

[48] Rubino M., Vitolla F., Raimo N. Il processo di digitalizzazione aziendale e la Digital Transformation // Smart Technologies, digitalizzazione e capitale intellettuale. Sinergie e opportunità / a cura di R. Lombardi, M. S. Chiucchi, D. Mancini. – Milano : FrancoAngeli, 2020. – P. 54–74. – ISBN 978-88-351-0357-8. – URL: https://hdl.handle.net/20.500.12572/2372

[49] Reddy S. K., Reinartz W. Digital Transformation and Value Creation: Sea Change Ahead // GfK Marketing Intelligence Review. – 2017. – Vol. 9, № 1. – P. 10–17. – DOI: 10.1515/gfkmir-2017-0002.

[50] Roblek, V. A Complex View of Industry 4.0 / V. Roblek, M. Meško, A. Krapež // SAGE Open. – 2016. – Vol. 6, No. 2. – DOI 10.1177/2158244016653987. – EDN WQNKFX.

[51] Albukhitan, S. Developing Digital Transformation Strategy for Manufacturing / S. Albukhitan // Procedia Computer Science. – 2020. – Vol. 170. – P. 664-671. – DOI 10.1016/j.procs.2020.03.173. – EDN GSSJTT.

[52] Morakanyane R., Grace A., O'Reilly P. Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature // 30th Bled eConference: Digital Transformation – From Connecting Things to Transforming Our Lives, BLED 2017. – 2017. – P. 427–444. – DOI: 10.18690/978-961-286-043-1.30.

[53] Ojala M., Mahlamäki T., Saarivuori L., Myllykangas M. Industrial distribution networks transformed: the disruptive power of digitalization // Proceedings of the 32nd IMP Conference. – Poznań, 2016. – P. 1–13. – URL: https://www.impgroup.org/uploads/papers/8850.pdf (дата обращения: 16.01.2026).

[54] Stolterman E., Fors A. C. Information Technology and the Good Life // Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice / ed. by B. Kaplan, D. P. Truex III, D. Wastell, A. T. Wood-Harper, J. I. DeGross. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 2004. – P. 687–692. – DOI: 10.1007/1-4020-8095-6_45.

[55] Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. – Boston : Harvard Business Review Press, 2014. – 292 p. – ISBN 978-1-62527-247-8.

Цифровая трансформация промышленности[56],[57]

В предисловии к книге «Информационная технология в промышленности»[58] академик В.С. Семенихин пишет о том, что уже в восьмидесятые годы информационный аспект претендовал «на роль основного главенствующего. Информация стала товаром со всеми присущими ему свойствами».

В 60-х годах, на заре использования вычислительной техники в промышленности, уже предпринимались попытки реализации прикладных процессов в виде совокупности информационно-технологических процессов. Барьером для реализации оказалась совокупность несовершенной технической и программной баз, вычислительная техника, отдаленная от пользователя и находившиеся лишь в стадии зарождения операционные системы. В 80-х годах реализовывался «позадачный подход» к реализации прикладного программного обеспечения. Характерной чертой автоматизации в промышленности являлся эмпирический подход на уровне частных решений[59].

В данной работе понятия «Индустрия 4.0» и «цифровая трансформация промышленности» используются в одном значении[60]. При этом смежные термины требуют разграничения. Такая необходимость следует из анализа исследований посвященных концепции «Индустрии 4.0»[61],[62],[63].

---

[56] Akberdina, V. Prerequisites and Principles of Digital Platformization of the Economy / V. Akberdina, A. Z. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation, Ekaterinburg, 27 ноября 2020 года. – Ekaterinburg, 2021. – P. 37-48. – DOI 10.1007/978-3-030-73261-5_4. – EDN UZWWVB.

[57] Акбердина В.В., Барыбина А.З. Цифровая трансформация промышленности. Монография, Екатеринбург: Издательство Института экономики УрО РАН. 2020. 213 с. ISBN 978-5-94646-647-9.

[58] Данилевский, Ю. Г. Информационная технология в промышленности : научное издание / Ю. Г. Данилевский, И. А. Петухов, В. С. Шибанов. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 282 с. ISBN 5-217-00152-6

[59] Информационная технология в промышленности / Данилевский Ю.Г., Петухов И.А., Шибанов В.С. – Л.: Машиностроение. Ленингр.отделение, 1988. – 283 с. ISBN 5-217-00152-6

[60] Акбердина, В. В. Региональные аспекты индустриального развития: обзор подходов к формированию приоритетов и механизмов регулирования / В. В. Акбердина, О. А. Романова // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 714-736. – DOI 10.17059/ekon.reg.2021-3-1. – EDN MPMMTQ.

[61] Mergel I., Edelmann N., Haug N. Defining digital transformation: Results from expert interviews // Government Information Quarterly. – 2019. – Vol. 36, № 4. – Art. 101385. – DOI: 10.1016/j.giq.2019.06.002.

[62] Morakanyane R., Grace A., O'Reilly P. Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature // 30th Bled eConference: Digital Transformation – From Connecting Things to Transforming Our Lives, BLED 2017. – Bled, 2017. – P. 427–444. – DOI: 10.18690/978-961-286-043-1.30.

[63] Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice / P. Parviainen, M. Tihinen, Ju. Kääriäinen, S. Teppola // International Journal of Information Systems and Project Management. – 2017. – Vol. 5, No. 1. – P. 63-77. – DOI 10.12821/ijispm050104. – EDN QTKIFX.

Чтобы понять, что происходит в обрабатывающей промышленности, важно разобраться в многочисленных концепциях и терминах, используемых для обсуждения этой тенденции[64],[65]. Индустрия 4.0 идет рука об руку с цифровой трансформацией, поскольку это глобальная тенденция, при которой компании претерпевают цифровую трансформацию, но она затрагивает больше проблем, чем сам процесс изменений[66]. Согласно исследованию «Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации»: «на национальном уровне страны управляют изменениями посредством развертывания крупномасштабных программ, таких как Партнерство по передовому производству (Advanced Manufacturing Partnership) в Соединенных Штатах, Industry 4.0 в Германии, ГЧП «Фабрики Будущего» (Factories of the Future) в ЕС, «Сделано в Китае 2025» (Made in China 2025) и т.д.»[67].

На основе анализа научной литературы систематизированы определения цифровой трансформации промышленности. Их обзор приведен в Приложении В.

Евразийская экономическая комиссия связывает цифровую трансформацию промышленности с переходом к новому технологическому укладу. Основой перехода служит внедрение цифровых и информационно-коммуникационных технологий. Их применение направлено на повышение эффективности производства и конкурентоспособности отрасли[68],[69].

---

[64] Gobble M. A. M. Digitalization, Digitization, and Innovation // Research-Technology Management. – 2018. – Vol. 61, № 4. – P. 56–59. – DOI: 10.1080/08956308.2018.1471280.

[65] Morakanyane R., Grace A., O'Reilly P. Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature // 30th Bled eConference: Digital Transformation – From Connecting Things to Transforming Our Lives, BLED 2017. – Bled, 2017. – P. 427–444. – DOI: 10.18690/978-961-286-043-1.30.

[66] Fremont V. The Digital Transformation of the Manufacturing Industry: Metamorphic Changes and Value Creation in the Industrial Network. – Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis, 2021. – 124 p. – (Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology; 2058). – ISBN 978-91-513-1258-3.

[67] Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации: доклад о развитии цифровой экономики в России / Всемирный банк. – Вашингтон: Всемирный банк, 2018. – 144 с. – URL: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30584/AUS0000158-RU.pdf?sequence=4 (дата обращения: 24.07.2022).

[68] Департамент промышленной политики // Евразийская экономическая комиссия: официальный сайт. – URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_prom/Pages (дата обращения: 24.07.2022).

[69] Володина, Н. Л. Проблемы и перспективы структурного управления промышленными предприятиями в условиях цифровой экономики / Н. Л. Володина, Н. В. Сироткина // Организатор производства. – 2021. – Т. 29, № 3. – С. 73-90. – DOI 10.36622/VSTU.2021.63.84.008. – EDN MNHGXD.

Согласно Стратегическому направлению в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности «целью цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности является обеспечение технологической независимости государства, возможности коммерциализации российских исследований и разработок, а также ускорение технологического развития российских компаний и обеспечение конкурентоспособности разрабатываемых ими продуктов и решений на глобальном рынке путем достижения «цифровой зрелости» при помощи модернизации управления производственными процессами, что должно привести к значительному повышению производительности труда и росту валового внутреннего продукта в производственном секторе и, следовательно, к росту уровня благосостояния граждан страны»[70].

Основная задача цифровой трансформации промышленности – совершенствование управления производственными процессами. Ожидаемые результаты включают повышение производительности труда и увеличение вклада производства в ВВП. Эти изменения должны создавать условия для роста благосостояния населения.

Цифровая трансформация промышленности предполагает решение следующих задач:

– стимулирование спроса на промышленную продукцию на внутреннем рынке;

– формирование условий для роста инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, в том числе в разработку новых производственных технологий;

– формирование условий для повышения уровня кооперации между российскими предприятиями, стимулирование интеграции российских производителей в мировые цепочки поставок, стимулирование повышения

[70] Распоряжение от 6 ноября 2021 года №3142-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности»

производительности труда и стимулирование экспорта российской промышленной продукции.

Цифровая трансформация промышленности направлена на использование технологических возможностей для роста и устойчивого развития отраслей. Она также должна укреплять их конкурентоспособность. Одним из инструментов выступают цифровые платформы. Они обеспечивают сбор данных и управление доступом к ним.

Цифровая трансформация меняет связи между людьми, технологиями, бизнесом и социальной средой. Платформы объединяют эти элементы в общей системе взаимодействия. Поэтому переход к платформенным бизнес-моделям рассматривается как характерное проявление цифровой трансформации[71].

В исследованиях цифровых преобразований промышленности можно выделить несколько направлений.

Первое направление – это дискурс «цифровизация – цифровая трансформация». Исходной точкой является концептуальное различение между автоматизацией, цифровизацией и цифровой трансформацией, обозначенное в научных публикациях на 2010-х годах[72], когда была сформирована концепция Индустрии 4.0. Сегодня это разделение в значительной степени утратило свою актуальность, поскольку формальная «цифровизация» в ее минимальном, инфраструктурном выражении (использование компьютеров, сетей, баз данных, электронного документооборота и др.) стала повсеместной и обязательной нормой для любого конкурентоспособного предприятия промышленности. Фокус стратегического управления сместился с вопроса «цифровизироваться или нет?» на более сложный и детализированный вопрос: «как именно и с

[71] Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda / P. C. Verhoef, T. Broekhuizen, Ya. Bart [et al.] // Journal of Business Research. – 2021. – Vol. 122. – P. 889-901. – DOI 10.1016/j.jbusres.2019.09.022. – EDN BUXXSM.

[72] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

какими приоритетами осуществлять цифровую трансформацию?»[73],[74],[75],[76]. На первый план выходит не сам факт использования технологий, а их конкретная конфигурация, последовательность внедрения и интеграция в отраслевые бизнес-процессы.

Второе направление исследований связывает цифровую трансформацию со стратегическим управлением. Ресурсный подход и теория динамических способностей адаптируются к цифровой среде. Berman[77], Matt, Hess, Benlian[78] и Rêgo B.S. et al.[79] рассматривают цифровые бизнес-стратегии как способ объединить цифровые и физические стороны бизнеса. Ghosh et al.[80] выделяют способности к «чувствованию, захвату и реконфигурации цифровых активов». Buck et al.[81] указывают на разрыв между общими стратегическими положениями и выбором конкретных технологий на уровне фирмы. Для преодоления данного разрыва необходимы отраслевые концепции, то есть мезоуровня[82].

Третье направление посвящено технологическому ядру преобразований. Оно рассматривается как совокупность семейств цифровых решений.

---

[73] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[74] Лавренко, Е. В. Цифровая трансформация промышленности: российский и зарубежный опыт / Е. В. Лавренко, М. Н. Мечикова // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2022. – Т. 11, № 1. – С. 47-52. – DOI 10.24412/2225-8264-2022-1-46-51. – EDN AKDLKM.

[75] Цифровая трансформация промышленности: проблемы и перспективы / И. А. Пургаева, Т. А. Некрасова, Т. С. Наролина, Т. И. Смотрова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2023. – № 1(157). – С. 34-49. – DOI 10.17308/meps/2078-9017/2023/1/34-49. – EDN HEXRSJ.

[76] Yaqub, M. Z. Industry-4.0-Enabled Digital Transformation: Prospects, Instruments, Challenges, and Implications for Business Strategies / M. Z. Yaqub, A. Alsabban // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, No. 11. – P. 8553. – DOI 10.3390/su15118553. – EDN MBCAGL.

[77] Berman S. J. Digital transformation: Opportunities to create new business models // Strategy & Leadership. – 2012. – Vol. 40, no. 2. – P. 16–24. – DOI 10.1108/10878571211209314

[78] Matt, Ch. Digital Transformation Strategies / Ch. Matt, T. Hess, A. Benlian // Business & Information Systems Engineering. – 2015. – Vol. 57, No. 5. – P. 339-343. – DOI 10.1007/s12599-015-0401-5. – EDN TOVIKD.

[79] Digital Transformation and Strategic Management: a Systematic Review of the Literature / B. S. Rêgo, S. Jayantilal, J. J. Ferreira, E. G. Carayannis // Journal of the Knowledge Economy. – 2021. – DOI 10.1007/s13132-021-00853-3. – EDN HYHOZR.

[80] Digital transformation of industrial businesses: A dynamic capability approach / S. Ghosh, M. Hughes, Ia. Hodgkinson, P. Hughes // Technovation. – 2022. – Vol. 113. – P. 102414. – DOI 10.1016/j.technovation.2021.102414. – EDN KFXFZX.

[81] Digital transformation in asset-intensive organisations: The light and the dark side / Ch. Buck, J. Clarke, R. Torres De Oliveira [et al.] // Journal of Innovation and Knowledge. – 2023. – Vol. 8, No. 2. – P. 100335. – DOI 10.1016/j.jik.2023.100335. – EDN FTBOUK.

[82] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

Bandyopadhyay и Sen[83], Bucherer и Uckelmann[84], Porter и Heppelmann[85] исследуют «умные, подключенные продукты». Эти работы стали основой стратегий развития Интернета вещей и экосистем данных. Исследования искусственного интеллекта охватывают автоматизацию операций и создание новых продуктов[86]. В работах об облачных вычислениях[87] выбор публичной, частной или гибридной модели связывается с конкурентной позицией компании[88]. При этом связи между технологическими стратегиями и их отраслевые особенности часто остаются за пределами анализа[89].

Четвертое направление объясняет цифровую трансформацию через особенности отрасли. Единой траектории преобразований для всех производств не существует. Westerman et al.[90] обращают внимание на различия дискретного и процессного производства. Последующие исследования связывают выбор технологий со сложностью продукта, регулированием, устройством цепочки стоимости и интенсивностью НИОКР[91],[92],[93]. Отраслевые обзоры McKinsey

---

[83] Bandyopadhyay, D. Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization / D. Bandyopadhyay, Ja. Sen // Wireless Personal Communications. – 2011. – Vol. 58, No. 1. – P. 49-69. – DOI 10.1007/s11277-011-0288-5. – EDN LFHLMK.

[84] Bucherer E., Uckelmann D. Business Models for the Internet of Things // Architecting the Internet of Things / ed. by D. Uckelmann, M. Harrison, F. Michahelles. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2011. – P. 253–277. – DOI 10.1007/978-3-642-19157-2_10

[85] Porter M. E., Heppelmann J. E. How smart, connected products are transforming competition // Harvard Business Review. – 2014. – Vol. 92, no. 11. – P. 64–88

[86] Aldoseri, A. AI-Powered Innovation in Digital Transformation: Key Pillars and Industry Impact / A. Aldoseri, Kh. N. Al-Khalifa, A. M. Hamouda // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 5. – P. 1790. – DOI 10.3390/su16051790. – EDN NCYJDH.

[87] Marston S., Li Z., Bandyopadhyay S., Zhang J., Ghalsasi A. Cloud computing – The business perspective // Decision Support Systems. – 2011. – Vol. 51, no. 1. – P. 176–189. – DOI 10.1016/j.dss.2010.12.006

[88] Мыльник, А. В. Применение облачных технологий для управления данными в промышленности: обзор ключевых функцийи возмож ностей / А. В. Мыльник, Г. Р. Голов // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2025. – Т. 251, № 1. – С. 172-190. – DOI 10.38197/2072-2060-2025-251-1-172-190. – EDN AKUYSA.

[89] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[90] Westerman G., McAfee A. The Digital Advantage: How Digital Leaders Outperform Their Peers in Every Industry. – Cambridge, MA : MIT Center for Digital Business, 2012. – 23 p. – URL: http://ide.mit.edu/sites/default/files/publications/TheDigitalAdvantage.pdf (дата обращения: 16.01.2026).

[91] Истомина, Е. А. Оценка трендов цифровизации в промышленности / Е. А. Истомина // Вестник Челябинского государственного университета. – 2018. – № 12(422). – С. 108-116. – DOI 10.24411/1994-2796-2018-11212. – EDN YTSNXV.

[92] Акбердина, В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В. В. Акбердина // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 82-99. – DOI 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. – EDN XUEHAD.

[93] Краковская, И. Н. Российская практика государственного регулирования цифровой трансформации промышленности / И. Н. Краковская, Ю. В. Корокошко, Ю. Ю. Слушкина // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 1. – С. 21-38. – DOI 10.18721/JE.16102. – EDN NHPIKY.

Global Institute за 2015–2022 гг.[94],[95] и World Economic Forum за 2018–2023 гг.[96],[97],[98] сопоставляют возможности и ограничения цифровизации. Эти данные косвенно свидетельствуют о формировании отраслевых паттернов[99].

Пятое направление объединяет методы оценки цифровой трансформации. В литературе используются качественные и количественные методы. Опросы и анкеты отражают восприятие преобразований сотрудниками и руководителями предприятий[100],[101]. Глубинные интервью позволяют получить экспертные оценки[102],[103]. Собранные таким способом данные нередко дополнительно обрабатываются статистическими методами[104].

Среди количественных методов широко применяются интегральные индексы. Для их построения показатели из разных источников нормируются и объединяются с учетом весов. Результатом становится сводная оценка

---

[94] Manyika J., Ramaswamy S., Khanna S., Sarrazin H., Pinkus G., Sethupathy G., Yaffe A. Digital America: A Tale of the Haves and Have-Mores : Executive Summary. – McKinsey Global Institute, 2015. – 24 p. – URL: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/Digital%20America%20A%20tale%20of%20the%20haves%20and%20have%20mores/MGI%20Digital%20America_Executive%20Summary_December%202015.ashx (дата обращения: 16.01.2026).

[95] Bughin J., Hazan E., Labaye E. [et al.]. Digital Europe: Realizing the Continent's Potential. – McKinsey Global Institute, 2016

[96] World Economic Forum. Maximizing the Return on Digital Investments. – Geneva : World Economic Forum, 2018

[97] World Economic Forum. Global Lighthouse Network: Insights from the Forefront of the Fourth Industrial Revolution. – Geneva : World Economic Forum, 2020

[98] World Economic Forum. Data Excellence: Transforming Manufacturing and Supply Systems. – Geneva : World Economic Forum, 2021

[99] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[100] Лола, И. С. Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований / И. С. Лола, М. Б. Бакеев // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2019. – Т. 35, № 4. – С. 628-657. – DOI 10.21638/spbu05.2019.407. – EDN FPYRAM.

[101] Лола, И. С. Драйверы внедрения цифровых технологий в обрабатывающей промышленности России / И. С. Лола, М. Б. Бакеев // Информационное общество. – 2020. – № 5. – С. 89-97. – EDN YZNKEA.

[102] Assessing the Digital Transformation Maturity of Motherboard Industry: A Fuzzy AHP Approach / Ch. Ya. Ting, Ch. M. Kuen, Wu. Chung-Min, W. H. Yu // BOHR International Journal of Finance and Market Research. – 2022. – Vol. 1, No. 1. – P. 72-86. – DOI 10.54646/bijfmr.2022.12. – EDN TDYMGK.

[103] Шекшня, С. В. Пять уроков цифровой трансформации от CEO крупных компаний / С. В. Шекшня, К. А. Кравченко // Российский журнал менеджмента. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 602-620. – DOI 10.21638/spbu18.2024.310. – EDN CVQOSC.

[104] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

цифровой зрелости[105], [106]. Корреляционный и регрессионный анализ используются для изучения связи цифровых преобразований с результатами бизнеса[107],[108].

Обзор российских и зарубежных публикаций позволил уточнить и систематизировать методологическую основу исследования (Приложение В). Рассмотренные подходы связывают цифровые преобразования с четвертой промышленной революцией и повышением конкурентоспособности промышленности. Их соотношение показано на рисунке 2.

В качестве базовых выделены процессный, технологический и отраслевой подходы. Процессный подход раскрывает изменения бизнес-процессов и цепочек стоимости. Он позволяет рассматривать сквозное управление ресурсами на всех этапах жизненного цикла продукции. Технологический подход объясняет преобразования через внедрение групп цифровых технологий. Уровень их развития связывается с конкурентоспособностью предприятий и отраслей. Отраслевой подход учитывает структуру производства, особенности продукции и сложившиеся рыночные связи. На этой основе общие принципы цифровизации адаптируются к условиям конкретной отрасли.

[105] Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий / А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета, Т. А. Гилева [и др.] // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2022. – Т. 13, № 3. – С. 443-458. – DOI 10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458. – EDN MIHCBQ.

[106] Бабкин, А. В. Методика оценки цифровой зрелости отраслевых промышленных экосистем / А. В. Бабкин, В. В. Глухов, Е. В. Шкарупета // Организатор производства. – 2022. – Т. 30, № 3. – С. 7-20. – EDN ZIQIWS.

[107] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[108] Калиниченко, М. П. Моделирование "цифрового" фактора в промышленности России / М. П. Калиниченко // Экономическое развитие России. – 2021. – Т. 28, № 6. – С. 39-45. – EDN MHTVPJ.

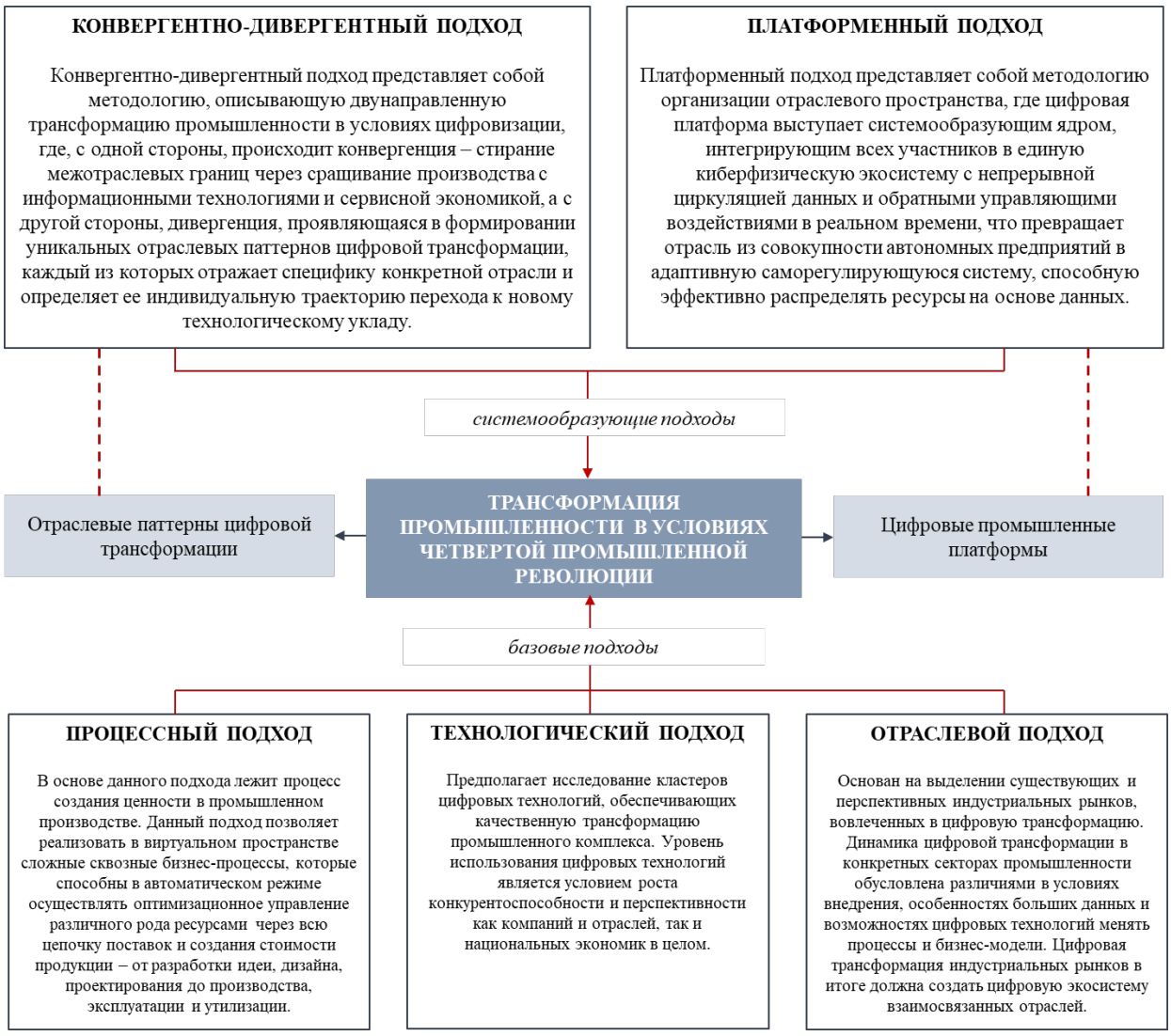


Рисунок 2 – Методологические основы трансформации промышленности в условиях четвертой промышленной революции

Источник: составлено автором

Платформенный подход объясняет объединение участников производственной цепочки в киберфизическую экосистему. Цифровая платформа обеспечивает обмен данными, их анализ и подготовку управляющих решений. Благодаря этому физические потоки могут согласовываться в реальном времени. Влияние платформ на преобразование отраслей подробнее рассмотрено в параграфе 1.2.

1.2. Трансформации промышленных отраслей в условиях цифровизации

Ближайшие изменения в промышленности связаны с модульной организацией производства, распределением операций и сетевым взаимодействием. Эти принципы лежат в основе четвертой промышленной революции. Опыт ведущих компаний и развитие рынков высокотехнологичных продуктов показывают растущую роль отраслевых цифровых платформ. Аналогичные выводы следуют из оценок предпринимателей, аналитиков и экспертов (рисунок 3).

Платформенный подход к цифровой трансформации промышленных отраслей[109],[110]

Исследования, посвященные цифровым платформам в рецензируемых журналах, начали появляться в 2002 году. Тем не менее, в период с 2002 по 2008 год исследовательский интерес к этому предмету оставался ограниченным. Однако, начиная с 2009-2011 годов, в этой области наблюдался всплеск публикаций. Это совпадает со временем, когда цифровые платформы начали получать распространение на практике.

Цифровые платформы применяются на разных уровнях промышленного комплекса. Локальные решения автоматизируют бизнес-процессы предприятия. Межотраслевые системы связывают предприятия с другими организациями и физическими лицами[111]. Обзор научных определений цифровой платформы приведен в Приложении Г.

[109] Akberdina, V. Digital Platform for Regional Industry: Prerequisites and Functionality / V. Akberdina, A. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg, 2022. – P. 109-120. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_9. – EDN OCEZXD.

[110] Барыбина, А. З. Применение платформенного подхода к оценке инновационной активности / А. З. Барыбина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 115-124. – DOI 10.14529/em210412. – EDN RNKWMK.

[111] Барыбина, А. З. Цифровые платформы метавселенных как цифровой двойник / А. З. Барыбина // Искусственные общества. – 2022. – Т. 17, № 4. – DOI 10.18254/S207751800022959-3. – EDN PEAGAD.



Рисунок 3 – Уровни цифровизации промышленного производства
Источник: В. В. Акбердина, С. Г. Пьянкова [112]

В книге «Капитализм платформ» автор, Н. Срничек, определяет цифровые платформы следующим образом: «это новый тип фирмы, обеспечивающий инфраструктуру, выступающую посредником между различными группами пользователей, тяготеющие к монопольным форматам за счет сетевых эффектов, использующие перекрестное субсидирование ради вовлечения различных групп пользователей и опирающиеся на некоторую базовую архитектуру»[113].

В аналитическом докладе НИУ ВШЭ «Цифровая платформа» определяется как «основанная на совокупности технологий, продуктов и услуг информационная система, обеспечивающая взаимодействие в единой интернет-среде по заданным алгоритмам значимого числа участников, которое приводит к снижению трансакционных издержек и формированию добавленной стоимости для пользователей»[114].

Платформенные предприятия получают доступ к данным о взаимодействии пользователей. Возможность накапливать и анализировать эти сведения

[112] Акбердина, В. В. Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, С. Г. Пьянкова // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 227, № 1. – С. 292-313. – DOI 10.38197/2072-2060-2021-227-1-292-313. – EDN WCJPRL.
[113] Срничек Н. Капитализм платформ. / пер. с англ. И науч. Ред. М.Добряковой. Нац. Исслед. Ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2019. – 128 с. – (экономическая теория). ISBN 978-5-7598-1786-4
[114] Платформенная экономика в России: потенциал развития : аналитический доклад / П37 Г. И. Абдрахманова, Л. М. Гохберг, А. В. Демьянова и др.; под ред. Л. М. Гохберга, Б. М. Глазкова, П. Б. Рудника, Г. И. Абдрахмановой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2023. – 72 с. – 150 экз. – ISBN 978-5-7598-3001-6 (в обл.).

создает конкурентные преимущества. Платформы действуют в разных секторах экономики, но работа с цифровыми данными остается общей основой их бизнес-моделей.

Платформы обслуживают разные виды деятельности, однако имеют общие источники экономического результата. Крупные международные платформы используют экономию от масштаба и разнообразия операций. Дополнительный эффект дают сетевые связи, сбор данных и перекрестное субсидирование групп пользователей. Рост рыночной власти платформ сопровождается изменением правил их деятельности. Это требует своевременной реакции регулирующих органов[115],[116].

Платформы – это фирмы, «которые облегчают транзакции и управляют взаимодействиями между двумя или более различными группами пользователей, которые связаны через непрямую сеть». Большинство ведущих платформ опирается на цифровую инфраструктуру. За последние два десятилетия их стратегии и повседневная деятельность стали предметом многочисленных исследований. Распространение цифровых платформ меняет организацию бизнеса. Вместо вертикально интегрированной фирмы с иерархией поставщиков возникают группы самостоятельных партнеров. В рамках экосистемы они совместно предлагают комплексные продукты и услуги. Такая организация получает распространение во все большем числе секторов.

Цифровая платформа объединяет самостоятельных участников отрасли в общем информационном пространстве. Их взаимодействие строится по заданным алгоритмам и предполагает взаимную выгоду. Совместная работа с данными и изменение разделения труда позволяют снизить трансакционные издержки[117].

---

[115] The Digital Economy Report: Pacific Edition 2022 https://unctad.org/system/files/official-document/dtlecdc2022d4_en.pdf

[116] Ковалев, В. Е. Цифровое будущее машиностроения: оценка потенциала формирования платформенных рынков / В. Е. Ковалев, Н. Ю. Ярошевич, О. В. Комарова // Управленец. – 2025. – Т. 16, № 1. – С. 35-47. – DOI 10.29141/2218-5003-2025-16-1-3. – EDN IYNDUH.

[117] Akberdina, V. Prerequisites and Principles of Digital Platformization of the Economy / V. Akberdina, A. Z. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation, Ekaterinburg, 27 ноября 2020 года. – Ekaterinburg, 2021. – P. 37-48. – DOI 10.1007/978-3-030-73261-5_4. – EDN UZWWVB.

Цифровая платформа создает основу для цифрового двойника предприятия. Она накапливает данные и связывает различные технологии, роботизированное оборудование, виртуальные среды и средства удаленного управления. Первые цифровые двойники применялись в космических программах для расчета нагрузок на шаттлы и спутники вне атмосферы Земли. Позднее область их применения распространилась на продукцию, оборудование и предприятия[118].

Развитие цифровой экономики связано с созданием платформ и объединением их в экосистемы. Такие решения поддерживают деятельность бизнеса и формируют общую информационную инфраструктуру. Для промышленности это открывает возможности перехода к сервисным моделям. По оценке авторов рассматриваемой работы[119], наибольший выигрыш от такого перехода может получить обрабатывающая промышленность.

Распространение цифровых платформ меняет традиционную организацию производства товаров и услуг. В платформенной модели данные о взаимодействиях вновь используются для развития сервисов и организации следующих операций. Таким образом формируется замкнутый цикл создания ценности.

При платформенной организации цепочки поставок могут сохраняться. Однако значительная часть ценности создается на самой платформе. Она позволяет участникам быстрее расширять деятельность. Так, продавец на платформе электронной коммерции получает доступ к широкой аудитории. Для увеличения продаж ему не требуется создавать собственную платформу и нести соответствующие инвестиционные расходы.

Для развивающихся стран результаты платформизации неоднозначны. Ценность создают и владельцы платформ, и пользователи, но распределяется она неравномерно. Крупный оператор может устанавливать дополнительные

[118] Барыбина, А. З. Цифровые платформы метавселенных как цифровой двойник / А. З. Барыбина // Искусственные общества. – 2022. – Т. 17, № 4. – DOI 10.18254/S207751800022959-3. – EDN PEAGAD.
[119] Цуо, Тен. Бизнес на подписке: почему будущее за подписной моделью и как вам ее внедрить / Тен Цуо, Гейб Вазерт; [перевод с английского Д. Мухина]. – Москва: Эксмо, 2021. – 272 с. ISBN 978-5-04-111355-1

платежи для участвующих фирм. Поэтому возможность выхода небольших компаний развивающихся стран на более широкие рынки пока нельзя считать гарантированной[120].

Теоретическая модель промышленной отрасли с платформенно-ориентированной структурой[121], [122]

Промышленная отрасль представляет собой совокупность предприятий и организаций, объединенных прежде всего общностью основного вида экономической деятельности и выпускаемой продукции. В официальной статистике отрасль определяется как совокупность предприятий, сгруппированных по основному виду деятельности (ОКВЭД). В теоретическом анализе такая совокупность может рассматриваться как мезоуровневая экономическая система, взаимодействующая с поставщиками, потребителями, инфраструктурой и институтами[123],[124].

Теоретическая модель промышленной отрасли – это разработанное экономической наукой упрощенное, абстрактное описание совокупности предприятий, производящих схожую продукцию. Данная совокупность выделяет наиболее существенные и устойчивые связи между участниками рынка для объяснения принципов функционирования, структуры и закономерностей развития данной сферы производства[125]. Она также служит инструментом для

---

[120] Digital Economy Report: Pacific Edition 2022: Towards Value Creation and Inclusiveness / United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). – Geneva : United Nations, 2023. – (UNCTAD/DTL/ECDE/2022/4). – URL: https://unctad.org/system/files/official-document/dtlecdc2022d4_en.pdf (дата обращения: 21.01.2026).

[121] Барыбина А. З. (2021) Дизрапт отраслей как следствие развития цифровых платформ в промышленности // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47(6). – С. 30-37. – DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-30-37. – EDN YYCFEV.

[122] Akberdina, V. Digital Platform for Regional Industry: Prerequisites and Functionality / V. Akberdina, A. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg, 2022. – P. 109-120. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_9. – EDN OCEZXD.

[123]Приказ Росстата от 08.05.2026 № 235 «Об утверждении официальной статистической методологии формирования показателя «Индекс производительности труда»» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_534366/ (дата обращения: 16.05.2026)

[124] Клейнер, Г. Б. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории / Г. Б. Клейнер // Вопросы экономики. – 2013. – № 6. – С. 4-28. – DOI 10.32609/0042-8736-2013-6-4-28. – EDN QBBNIF.

[125] Ярошевич, Н. Ю. Проблема идентификации продуктовых границ отраслевого рынка промышленной продукции в ОКВЭД: эмпирический подход / Н. Ю. Ярошевич, В. В. Мигунов // Экономика. Информатика. – 2022. – Т. 49, № 2. – С. 308-326. – DOI 10.52575/2687-0932-2022-49-2-308-326. – EDN MYADSV.

анализа конкуренции, прогнозирования последствий изменений (например, налоговой политики или появления новых технологий) и выработки стратегий как для бизнеса, так и для государственных регуляторов. Такая модель строится на определении типа рыночной структуры (будь то монополия, олигополия или монополистическая конкуренция), анализе высоты барьеров для входа новых игроков, степени дифференциации продукта и распределения рыночной власти между продавцами, покупателями и поставщиками.[126],[127].

Существует несколько направлений описания промышленных отраслей. *Историко-генетический (эволюционный) подход* соединяет генетическое и прогностическое истолкование знания[128]. В рамках данного подхода промышленные отрасли описываются через призму происхождения, этапов становления и эволюционных преобразований.

Институциональный подход рассматривает правила и ограничения деятельности экономических субъектов[129],[130],[131],[132].

Воспроизводственный подход объясняет развитие отрасли через движение ресурсов, капитала и продукции.

Территориально-производственный подход раскрывает пространственную организацию производства. Он охватывает размещение предприятий,

---

[126]Carlton D. W., Perloff J. M. Modern Industrial Organization. – 4th ed., Global ed. – Harlow : Pearson Education Limited, 2015. – 846 p. – ISBN 978-1-292-08785-6. – URL: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292087863_A24597330/preview-9781292087863_A24597330.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

[127] Porter M. E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. – New York : Free Press, 1980. – XX, 396 p. – ISBN 0-02-925360-8. – URL: http://ijevanlib.ysu.am/wp-content/uploads/2023/02/Michael-E.-Porter-Competitive-Strategy.pdf (дата обращения: 21.01.2026).

[128] Мыслякова, Ю. Г. Основы экономической генетики в моделях эволюции и ревитализации старопромышленных регионов / Ю. Г. Мыслякова // Journal of Applied Economic Research. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 489-523. – DOI 10.15826/vestnik.2021.20.3.020. – EDN IIIPFY.

[129] Нельсон Р. Р., Уинтер С. Дж. Эволюционная теория экономических изменений / пер. с англ. М. Я. Каждана; науч. ред. В. Л. Макаров. – Москва : Дело, 2002. – 535 с. – (Современная институционально-эволюционная теория). – ISBN 5-7749-0215-3.

[130] Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / пер. с англ. А. Н. Нестеренко; предисл. и науч. ред. Б. З. Мильнера. – Москва : Фонд экономической книги «Начала», 1997. – 180 с.

[131] Колосовский, Н. Н. Теория экономического районирования / Н. Н. Колосовский ; Н.Н.Колосовский. – Москва : Мысль, 1969. – 336 с. – EDN TLAWLO.

[132] Клейнер, Г. Б. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории / Г. Б. Клейнер // Вопросы экономики. – 2013. – № 6. – С. 4-28. – DOI 10.32609/0042-8736-2013-6-4-28. – EDN QBBNIF.

развитие кластеров, территориально-производственных комплексов и зон экономического тяготения.

И с*истемный подход,* который рассматривает отрасль как совокупность связанных экономических систем и процессов[133],[134].

Цифровые технологии, глобализация и концепция «Индустрии 4.0» изменили представления об организации отрасли[135],[136].

Современные промышленные отрасли постепенно приобретают черты многоуровневой экосистемы. Ее участники связаны прямыми и обратными связями[137]. Крупные промышленные предприятия сохраняют центральную роль, а малые инновационные компании, стартапы и сервисные организации дополняют их деятельность. Цифровые платформы организуют взаимодействие этих участников и повышает способность отрасли адаптироваться к изменениям. Они объединяют спрос и предложение, задают общие интерфейсы и поддерживают доверие между контрагентами. Накопленные данные[138] становятся основой координации отраслевой деятельности[139],[140],[141].

Модель промышленной отрасли с платформенно-ориентированной структурой объясняет переход от линейных и иерархических

---

[133]Клейнер, Г. Б. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории / Г. Б. Клейнер // Вопросы экономики. – 2013. – № 6. – С. 4-28. – DOI 10.32609/0042-8736-2013-6-4-28. – EDN QBBNIF.

[134] OECD, Eurostat. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4th ed. – Paris : OECD Publishing ; Luxembourg : Eurostat, 2018. – 256 p. – (The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities). – DOI: 10.1787/9789264304604-en.

[135]Kagermann, H. Ten Years of Industrie 4.0 / H. Kagermann, W. Wahlster // Sci. – 2022. – Vol. 4, No. 3. – P. 26. – DOI 10.3390/sci4030026. – EDN XQADWK.

[136] Industry 4.0 / H. Lasi, P. Fettke, H. G. Kemper [et al.] // Business & Information Systems Engineering. – 2014. – Vol. 6, No. 4. – P. 239-242. – DOI 10.1007/s12599-014-0334-4. – EDN USVLGM.

[137] Орехова, С. В. Экосистемы и новая конкуренция: феномен "яйца и курицы" / С. В. Орехова, Н. Ю. Ярошевич // Вопросы управления. – 2022. – № 2(75). – С. 34-48. – DOI 10.22394/2304-3369-2022-2-34-48. – EDN ZQTHTG.

[138] Комарова, О. В. Платформенный рынок: эволюция исследовательских парадигм / О. В. Комарова, Н. Ю. Ярошевич // Journal of New Economy. – 2025. – Т. 26, № 2. – С. 6-27. – DOI 10.29141/2658-5081-2025-26-2-1. – EDN INUYPO.

[139]Pauli, T. Digital Industrial Platforms / T. Pauli, E. Fielt, M. Matzner // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, No. 2. – P. 181-190. – DOI 10.1007/s12599-020-00681-w. – EDN DLWDDP.

[140] Nikitaeva, A. Digital Ecosystems in Industry: Conceptualization and Strategic Aspects of Development / A. Nikitaeva, R. Serdyukov // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. – P. 95-107. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_8. – EDN UAKSXH.

[141] Akberdina, V. Digital Platform for Regional Industry: Prerequisites and Functionality / V. Akberdina, A. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg, 2022. – P. 109-120. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_9. – EDN OCEZXD.

производственных цепочек к сетевым экосистемам. Цифровая платформа связывает производителей, поставщиков, потребителей и разработчиков, и организовывает их деятельность посредством обмена данными[142],[143],[144],[145].

Мы предлагаем модель промышленной отрасли, где цифровая платформа выступает центральным элементом. Она объединяет основные звенья производства в киберфизическую экосистем (рисунок 4). Через цифровую платформу между звеньями производства передаются информационные и управленческие потоки. Это создает общую основу для согласования работы отраслевой системы[146],[147],[148].

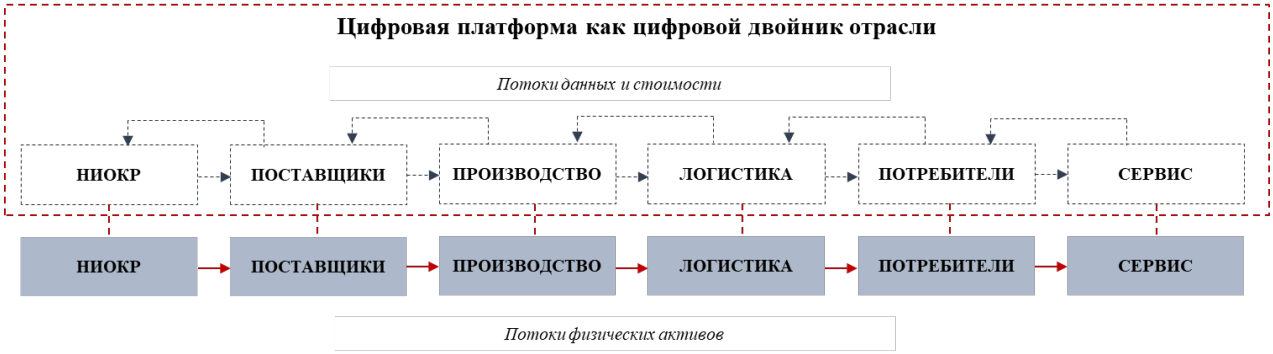


Рисунок 4 – Теоретическая модель промышленной отрасли с платформенно-ориентированной структурой

Источник: разработано автором

[142] Барыбина, А. З. Дизрапт отраслей как следствие развития цифровых платформ в промышленности / А. З. Барыбина // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47(6). – С. 30-37. – DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-30-37. – EDN YYCFEV.

[143] Akberdina, V. Digital Platform for Regional Industry: Prerequisites and Functionality / V. Akberdina, A. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg, 2022. – P. 109-120. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_9. – EDN OCEZXD.

[144] Pauli, T. Digital Industrial Platforms / T. Pauli, E. Fielt, M. Matzner // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, No. 2. – P. 181-190. – DOI 10.1007/s12599-020-00681-w. – EDN DLWDDP.

[145] Комарова, О. В. Платформенный рынок как новая форма развития отраслевого промышленного рынка: теоретическая трактовка / О. В. Комарова, Н. Ю. Ярошевич // Теоретическая экономика. – 2025. – № 10(130). – С. 93-108. – DOI 10.52957/2221-3260-2025-10-93-108. – EDN LQVNFI.

[146]Pauli, T. Digital Industrial Platforms / T. Pauli, E. Fielt, M. Matzner // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, No. 2. – P. 181-190. – DOI 10.1007/s12599-020-00681-w. – EDN DLWDDP.

[147] Lee J., Bagheri B., Kao H.-A. A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems // Manufacturing Letters. – 2015. – Vol. 3. – P. 18–23. – DOI: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001. – URL: https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001 (дата обращения: 21.01.2026)

[148] Ковалев, В. Е. Цифровое будущее машиностроения: оценка потенциала формирования платформенных рынков / В. Е. Ковалев, Н. Ю. Ярошевич, О. В. Комарова // Управленец. – 2025. – Т. 16, № 1. – С. 35-47. – DOI 10.29141/2218-5003-2025-16-1-3. – EDN IYNDUH.

Цифровая платформа выполняет три основные функции[149],[150]:

1. Сбор данных – платформа собирает данные о научных разработках, запасах, поставках, производственных показателях, перевозках, потребителях и состоянии оборудования.

2. Анализ информации с помощью ИИ – платформа анализирует собранные данные с помощью алгоритмов искусственного интеллекта, а результаты используются для прогноза спроса, предупреждения сбоев и распределения ресурсов.

3. Обратная связь с участниками – позволяет корректировать их действия в реальном времени.

Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности[151]

Если посмотреть на цифровую трансформацию в разных отраслях, видно, что она происходит по-разному.

В одних секторах цифровизация приводит к глубокой перестройке производства, бизнес-моделей и взаимодействия с партнерами. Например, в автомобилестроении цифровые технологии могут затрагивать практически всю цепочку создания стоимости[152],[153],[154].

В других, более традиционных отраслях, цифровые изменения часто начинаются с отдельных процессов: автоматизации отдельных операций,

[149]OECD. Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being. – Paris : OECD Publishing, 2015. – 456 p. – DOI: 10.1787/9789264229358-en. – URL: https://doi.org/10.1787/9789264229358-en (дата обращения: 21.01.2026)

[150] Literature review on industrial digital platforms: A business model perspective and suggestions for future research / A. Madanaguli, V. Parida, D. Sjödin, P. Oghazi // Technological Forecasting and Social Change. – 2023. – Vol. 194. – P. 122606. – DOI 10.1016/j.techfore.2023.122606. – EDN WFJTBI.

[151] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[152] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[153] Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» (ред. от 21.10.2024). URL: https://government.ru/docs/all/147600/ (дата обращения: 16.01.2026).

[154] Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015 (дата обращения: 16.01.2026).

внедрения отдельных информационных систем или цифровизации отдельных функций[155],.

То есть нельзя говорить, что существует одна универсальная траектория цифровой трансформации для всей промышленности.

Темп и направление цифровых изменений зависят от особенностей самой отрасли. Имеет значение, насколько технологически развито производство, какой уровень автоматизации уже достигнут, насколько активно предприятия обмениваются данными с контрагентами, сколько ресурсов направляется на цифровизацию и обладают ли работники необходимыми компетенциями.

Именно сочетание этих факторов и формирует определенную устойчивую модель цифрового развития отрасли[156],[157],[158],[159],[160161].

Такую устойчивую и повторяющуюся модель мы рассматриваем как отраслевой паттерн цифровой трансформации.

Сам термин «паттерн» означает повторяющуюся, узнаваемую схему. Если сказать совсем просто, это характерный способ развития, который регулярно проявляется при определенном сочетании условий.

---

[155] Килимова, А. Д. Трансформация производств легкой промышленности в связи с переходом к цифровой экономике / А. Д. Килимова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2022. – Т. 24, № 2(106). – С. 42-47. – DOI 10.37313/1990-5378-2022-24-2-42-47. – EDN WHQAXE.

[156] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[157] Хоменко, Е. Б. Современные тенденции цифровой трансформации промышленных предприятий / Е. Б. Хоменко, Л. А. Ватутина, Е. Ю. Злобина // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2022. – Т. 32, № 4. – С. 676-682. – DOI 10.35634/2412-9593-2022-32-4-676-682. – EDN EYHZIV.

[158] Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Foroughi B., Tseng M.-L., Nikbin D., Khanfar A. A. A. Industry 4.0 digital transformation and opportunities for supply chain resilience: a comprehensive review and a strategic roadmap // Production Planning & Control. – 2025. – Vol. 36, No. 1. – P. 61–91. – DOI 10.1080/09537287.2023.2252376

[159] Силин, Я. П. Стратегии цифровой трансформации в промышленности: эмпирические модели отраслевых сопоставлений / Я. П. Силин, В. Е. Ковалев, Н. Ю. Ярошевич // Управленец. – 2026. – Т. 17, № 2. – С. 54-68. – DOI 10.29141/2218-5003-2026-17-2-4. – EDN JPKKAV.

[160] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[161] Toussaint E. R., Toussaint G. T. What is a Pattern? // Proceedings of Bridges 2014: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture / ed. by G. Greenfield, G. Hart, R. Sarhangi. – Phoenix: Tessellations Publishing, 2014. – P. 293–300. – URL: https://archive.bridgesmathart.org/2014/bridges2014-293.html (дата обращения: 21.01.2026)

В применении к цифровой трансформации это означает, что мы смотрим не на один показатель и не на один год, а на то, какие изменения происходят одновременно и повторяются во времени.

Например, в одной отрасли цифровая трансформация может идти прежде всего через автоматизацию производства и внедрение новых технологий. В другой — через развитие цифрового взаимодействия с поставщиками и потребителями. В третьей ключевым ограничением могут быть кадровые компетенции, поэтому технологические изменения будут идти медленнее.

Повторяемость означает регулярное воспроизведение сходных действий или событий. Она позволяет отличить устойчивый паттерн от случайного совпадения[162]. В отличие от закономерности, паттерн сам по себе не устанавливает причинную связь вида «если x, то y». Он описывает повторяющуюся форму или последовательность. Ее возникновение может объясняться разными причинами[163].

Под узнаваемостью мы понимаем возможность четкого описания структуры паттерна и его отличительных признаков, позволяющих идентифицировать его в каждом конкретном случае проявления. Типичность, в свою очередь, можно определить как отражение обобщенного случая. Паттерн фиксирует устойчивые, повторяющиеся черты, присущие целому классу явлений, абстрагируется от случайных особенностей каждого отдельного примера[164],[165].

В литературе паттерн иногда трактуют как оптимальный набор решений. Применительно к цифровой трансформации в качестве такого набора

---

[162] Dennett D. C. Real Patterns // The Journal of Philosophy. – 1991. – Vol. 88, no. 1. – P. 27–51. – DOI: 10.2307/2027085. – URL: https://doi.org/10.2307/2027085 (дата обращения: 21.01.2026)

[163] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[164] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[165] Грибков, А. А. Паттерны общей теории систем. Часть 3. Паттерны изменения систем / А. А. Грибков // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. – 2023. – Т. 12, № 1-1. – С. 33-41. – DOI 10.34670/AR.2023.80.41.002. – EDN EQBULN.

рассматриваются стандарты концепции «Индустрия 4.0»[166]. Эта позиция выражена в следующем утверждении: «набор оптимальных технологий возникает как результат экспертного консенсуса или бенчмаркинга, что позволяет предприятиям удешевлять их внедрение и снижать риски»[167],[168]. На наш взгляд, такая трактовка не раскрывает отраслевую природу паттерна.

Мы придерживаемся мнения, что отраслевой паттерн не обязательно является синонимом оптимальности или лучшей практики. Это, прежде всего, устойчиво воспроизводимый подход, который стал доминирующим в отрасли благодаря тиражируемости, но не обязательно благодаря своей объективной эффективности. Паттерн может быть как оптимальным, так и устаревшим, или даже изначально не самым лучшим, но получившим широкое распространение в силу исторических причин[169].

В крайнем негативном смысле отраслевой паттерн рассматривается как эффект колеи. Это глубоко укоренившиеся паттерны, блокирующие возможность перехода отрасли на альтернативные траектории развития[170],[171]. Колея выступает механизмом консервации, который делает выход из однажды выбранного паттерна экономически или технологически невыгодным, даже когда большинство предприятий осознают его неоптимальность. Стоимость

---

[166] Frank, A. G. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies / A. G. Frank, L. S. Dalenogare, N. F. Ayala // International Journal of Production Economics. – 2019. – Vol. 210. – P. 15-26. – DOI 10.1016/j.ijpe.2019.01.004. – EDN DFFEBJ.

[167] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[168] Shin W. S., Lee Y. S., Dahlgaard J. J. A Pattern-Based Decision Framework in the Era of Industry 4.0 // Total Quality Management & Business Excellence. – 2019. – Vol. 30, Suppl. 1. – P. S158–S181. – DOI: 10.1080/14783363.2019.1665840. – URL: https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1665840 (дата обращения: 21.01.2026).

[169] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[170] Аузан, А. А. Колея и маятник: влияние ловушки предшествующего развития на динамику институциональных изменений / А. А. Аузан, Я. Д. Лепетиков, Д. А. Ситкевич // Вопросы теоретической экономики. – 2022. – № 1(14). – С. 24-47. – DOI 10.52342/2587-7666VTE_2022_1_24_47. – EDN VUNNKO.

[171] Верников, А. В. Не тот эффект назвали блокировкой... («исправление имен» в российском институционализме) / А. В. Верников, А. А. Курышева // AlterEconomics. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 485-504. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2023.20-3.1. – EDN DPNKRK.

переключения, связанная с унаследованными активами, стандартами или инфраструктурой, оказывается предельно высокой[172].

В результате тиражируемый сегодня паттерн может оказаться колеей завтра. В автоматизации и цифровизации можно привести не один такой пример. Так, в сфере АСУ ТП (SCADA) паттерн 1990-х годов, предписывавший закупку систем у крупных вендоров, таких как Siemens или Wonderware, казался надежной стратегией, однако к 2020-м годам он обернулся колеей. Предприятия оказались связанны закрытыми протоколами. Из-за отсутствия открытых API у предприятий нет возможности подключить новые «умные» датчики от других производителей или внедрить современную аналитику данных[173],[174],[175].

Аналогичная ситуация прослеживается на примере ERP-систем. В 2000-х годах внедрение решений от SAP или Oracle считалось «лучшим паттерном» управления ресурсами и признаком зрелости бизнеса. На сегодняшний день, предприятия, внедрившие эти решения, не могут перейти на гибкие облачные технологии и использовать алгоритмы ИИ планирования. Проблема заключается в высокой стоимости выгрузки и переноса данных из-за устаревшего кода ПО[176],[177].

Паттерн цифровой трансформации отражает условия конкретной отрасли. Он не задает обязательный для всех предприятий набор технологий. Применимость решений Индустрии 4.0 зависит от характера производства и

---

[172] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[173] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[174] OPC Foundation. What is OPC? // OPC Foundation : [сайт]. – URL: https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/ (дата обращения: 16.09.2026).

[175] OPC Foundation. OPC Unified Architecture // OPC Foundation : [сайт]. – URL: https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/ (дата обращения: 16.01.2026).

[176] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[177] Трубин, А. Е. Анализ проблем и возможностей перехода отечественных предприятий от импортозамещения к импортоопережению бизнес-приложений в ИТ-сфере в условиях цифровой трансформации / А. Е. Трубин, С. Н. Чевычелов, А. Ю. Анисимов // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 81-96. – DOI 10.15688/ek.jvolsu.2025.1.7. – EDN WPRLXU.

свойств продукта. Необходимо также учитывать структуру цепочки стоимости, эффект масштаба и регуляторные ограничения. Их сочетание определяет экономическую целесообразность внедрения[178].

Аддитивные технологии наиболее полезны при сложной геометрии изделий, небольших сериях и индивидуальных требованиях. В авиакосмической промышленности печать турбинных лопаток из титановых сплавов позволяет получать облегченные конструкции с внутренними каналами охлаждения. Возможности литья для такой геометрии ограничены[179,180]. В нефтепереработке и массовом выпуске бутилированных напитков роль этих технологий иная. Они применяются преимущественно для изготовления оснастки, а не как основа производственного процесса[181].

Роботизацию также нельзя считать универсальным паттерном цифровой трансформации[182]. В фармацевтике, особенно при стерильном розливе, ее ограничивают стоимость и требования регулирования. Изменение автоматизированной линии требует длительного подтверждения соответствия GMP[183],[184]. Поэтому последовательная модернизация может оказаться экономически невыгодной. В таком случае роботы применяются в упаковке и логистике, а основной технологический процесс сохраняет иную организацию[185].

---

[178] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[179] Перспективы применения аддитивных технологий в России в отраслевом ракурсе (на примере авиационной промышленности) / У. А. М. Найм, Д. Н. Ермаков, В. М. Мельников, О. Ю. Казенков // Computational Nanotechnology. – 2022. – Т. 9, № 2. – С. 56-66. – DOI 10.33693/2313-223X-2022-9-2-56-66. – EDN KPWABK.

[180] A review on metal additive manufacturing for intricately shaped aerospace components / V. Madhavadas, D. Srivastava, U. Chadha [et al.] // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2022. – Vol. 39. – P. 18-36. – DOI 10.1016/j.cirpj.2022.07.005. – EDN DJMTSJ.

[181] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[182] Потапцева, Е. В. Промышленная роботизация в России: методологические подходы к статистическому измерению / Е. В. Потапцева, О. С. Брянцева // Вопросы статистики. – 2025. – Т. 32, № 4. – С. 5-20. – DOI 10.34023/2313-6383-2025-32-4-5-20. – EDN MISBOY.

[183] World Health Organization. Good Manufacturing Practices (GMP) // WHO : [сайт]. – URL: https://www.who.int/teams/health-product-policy-and-standards/standards-and-specifications/norms-and-standards/gmp (дата обращения: 21.01.2026)

[184] Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза : Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 77 : с изм. и доп. // ГАРАНТ : информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/483423312/ (дата обращения: 16.01.2026)

[185] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

Ценность цифровых двойников зависит от свойств продукта и производства. Их применение особенно значимо для сложных и дорогих изделий с длительным жизненным циклом[186].

Отраслевой паттерн цифровой трансформации промышленности – это воспроизводимая модель преобразований, характерная для определенной отрасли промышленности, которая состоит из следующих элементов: технологическое ядро, глубина изменения бизнес-модели и внутренние цифровые компетенции. Сочетание этих характеристик определяет траекторию цифрового развития отрасли (рисунок 5)[187].



Рисунок 5 – Основные характеристики отраслевого паттерна цифровой трансформации

Источник: составлено автором

Понятие отраслевого паттерна цифровой трансформации дополняет методы оценки цифровизации. Интегральные индексы обычно приводят отрасли

[186] Кравченко, А. А. Эволюция технологии цифровых двойников на кривой ГарТнер за период 2016-2024 гг / А. А. Кравченко // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. – 2025. – Т. 17, № 2(56). – С. 88-110. – DOI 10.38050/2078-3809-2025-17-2-88-110. – EDN CMSBCC.

[187] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

и компании к единой шкале. Однако одинаковый балл может отражать разные изменения: в одной отрасли он достигается за счет роботизации при сохранении бизнес-модели, в другой – за счет интеллектуальных услуг при умеренной автоматизации. Анализ отраслевых паттернов раскрывает эти различия через сочетание характеристик. Это позволяет изучать устойчивые модели преобразований по многомерным профилям[188].

1.3. Сущность и типология цифровых промышленных платформ

Цифровые преобразования формируют связанные вертикальные и горизонтальные производственные сети[189],[190]. Совместное создание ценности меняет отраслевые рынки и устройство цепочек стоимости[191]. Технологические и экономические возможности Индустрии 4.0 создают условия для платформенной организации отраслей.

Преобразование промышленных секторов в цифровые платформы позволит создать экономические системы, ориентированные на создание ценности через расширение цепочек создания стоимости[192],[193]. За счет накопления большого объема данных, алгоритмизации обработки и интеллектуального управления данными на цифровой платформе будет происходить

[188] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[189] Акбердина, В. В. Моделирование инновационного резонанса в индустриальных регионах / В. В. Акбердина, А. В. Гребенкин, Н. Ю. Бухвалов // Экономика региона. – 2015. – № 4(44). – С. 289-308. – DOI 10.17059/2015-4-23. – EDN UYGHDT..

[190] Industry 4.0 / H. Lasi, P. Fettke, H. G. Kemper [et al.] // Business & Information Systems Engineering. – 2014. – Vol. 6, No. 4. – P. 239-242. – DOI 10.1007/s12599-014-0334-4. – EDN USVLGM.

[191] Kiel D., Müller J. M., Arnold C., Voigt K.-I. Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry 4.0 // International Journal of Innovation Management. – 2017. – Vol. 21, no. 8. – Art. 1740015. – P. 1740015-1–1740015-34. – DOI: 10.1142/S1363919617400151. – URL: https://doi.org/10.1142/S1363919617400151 (дата обращения: 21.01.2026).

[192] Gawer A., Cusumano M. A. Industry Platforms and Ecosystem Innovation // Journal of Product Innovation Management. – 2014. – Vol. 31, no. 3. – P. 417–433. – DOI: 10.1111/jpim.12105. – URL: https://doi.org/10.1111/jpim.12105 (дата обращения: 21.01.2026)

[193] Kenney M., Zysman J. The Rise of the Platform Economy // Issues in Science and Technology. – 2016. – Vol. 32, no. 3. – P. 61–69. – URL: https://issues.org/the-rise-of-the-platform-economy/ (дата обращения: 21.01.2026)

взаимодействие клиентов, поставщиков и партнеров с учетом интересов всех участников[194].

Сущность цифровых промышленных платформ[195],[196]

Промышленные цифровые платформы широко обсуждались в различных дисциплинах[197]. В этих обстоятельствах чисто систематический метод обзора литературы может оказаться неподходящим, поскольку обзор всех статей в предметной области на равной основе может оказаться невозможным, и, таким образом, полуструктурированный обзор может быть более подходящим[198]. Полуструктурированные обзоры хорошо подходят для анализа существующей литературы с целью выявления выдающихся тем и сюжетов, которые эволюционировали[199]. Поскольку целью текущего исследования является тщательное изучение и расширение объема знаний о промышленных цифровых платформах, мы считаем, что этот метод хорошо подходит для решения поставленной задачи[200]. Кроме того, полуструктурированные обзоры позволяют комбинировать методы и анализы и использовать качественный метод тематического контент-анализа[201]. В частности, мы применяем те части процесса систематического обзора, которые связаны с выявлением и

[194] Hagiu A., Wright J. Multi-Sided Platforms // International Journal of Industrial Organization. – 2015. – Vol. 43. – P. 162–174. – DOI: 10.1016/j.ijindorg.2015.03.003. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2015.03.003 (дата обращения: 21.01.2026)

[195] Akberdina, V. Digital Platform for Regional Industry: Prerequisites and Functionality / V. Akberdina, A. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg, 2022. – P. 109-120. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_9. – EDN OCEZXD.

[196] Барыбина, А. З. Дизрапт отраслей как следствие развития цифровых платформ в промышленности / А. З. Барыбина // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47(6). – С. 30-37. – DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-30-37. – EDN YYCFEV.

[197] Digital platform ecosystems / A. Hein, M. Schreieck, T. Riasanow [et al.] // Electronic Markets. – 2020. – Vol. 30, No. 1. – P. 87-98. – DOI 10.1007/s12525-019-00377-4. – EDN XSPBEZ.

[198] Snyder H. Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines // Journal of Business Research. – 2019. – Vol. 104. – P. 333–339. – DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039. – URL: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039 (дата обращения: 21.01.2026)

[199] RAMESES publication standards: meta-narrative reviews / G. Wong, T. Greenhalgh, G. Westhorp [et al.] // BMC Medicine. – 2013. – Vol. 11, No. 1. – P. 1-15. – DOI 10.1186/1741-7015-11-20. – EDN CJQIOX.

[200] Palmatier, R. W. Review articles: purpose, process, and structure / R. W. Palmatier, M. B. Houston, J. Hulland // Academy of Marketing Science. Journal. – 2018. – Vol. 46, No. 1. – P. 1-5. – DOI 10.1007/s11747-017-0563-4. – EDN ONIKHX.

[201] Snyder H. Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines // Journal of Business Research. – 2019. – Vol. 104. – P. 333–339. – DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039. – URL: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039 (дата обращения: 21.09.2026)

каталогизацией литературы, чтобы сделать нашу стратегию поиска более надежной[202],[203],[204]

Таблица 2

Обзор определений термина «Цифровая промышленная платформа»

Источник	Определение цифровой промышленной платформы
Сердюков Р.Д. [205]	«представляют собой симбиоз транзакционных и инновационных платформ»
Russ rasmus jason nichols digital factory: cracking the code to success[206]	«…платформа, которая объединяет внутренний/внешний опыт, знания и лучшие практики для обеспечения постоянного совершенствования производственных операций по всей сети»
Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить[207]	«Цифровая отраслевая платформа – система алгоритмизированных взаимоотношений значимого количества участников рынка, объединенных единой информационной средой, приводящая к снижению транзакционных издержек за счет применения пакета цифровых технологий и изменения системы разделения труда»
Цифровая платформа для промышленности [208]	«помогает извлекать сведения из локальных систем и оборудования, анализировать их, предоставлять к ним доступ, что в сочетании с инструментарием для разработки облегчает специалистам промышленного предприятия процесс создания прикладных решений»
Cusumano MA, Yoffie DB, Gawer A[209]	«платформы для инноваций и транзакций, позволяют собирать и анализировать данные с различных промышленных активов и устройств, предлагают торговые площадки для облегчения распространения и использования созданных приложений на большом рынке промышленных заказчиков»
Lasi H, Fettke P, Kemper H-G et al [210]	«являются важным строительным блоком Индустрии 4.0, которая оказывает влияние на обрабатывающую промышленность в течение последних нескольких лет»
Wortmann and Flüchter[211]	«мост между промышленными активами и приложениями»

[202] Business to business (B2B) alliances in the healthcare industry: a review of research trends and pertinent issues / A. T. Madanaguli, A. Dhir, Sh. Talwar [et al.] // The Journal of Business & Industrial Marketing. – 2022. – Vol. 37, No. 8. – P. 1688-1705. – DOI 10.1108/jbim-01-2021-0060. – EDN KARBIE.

[203] Mora Cortez, R. B2B market segmentation: A systematic review and research agenda / R. Mora Cortez, A. Højbjerg Clarke, P. V. Freytag // Journal of Business Research. – 2021. – Vol. 126. – P. 415-428. – DOI 10.1016/j.jbusres.2020.12.070. – EDN IGOHTB.

[204] Madanaguli A., Parida V., Sjödin D., Oghazi P. Literature Review on Industrial Digital Platforms: A Business Model Perspective and Suggestions for Future Research // Technological Forecasting and Social Change. – 2023. – Vol. 194. – Art. 122606. – DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122606. – URL: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122606 (дата обращения: 21.01.2026).

[205] Сердюков, Р. Д. Роль и место цифровых платформ в развитии промышленных предприятий: экосистемный подход / Р. Д. Сердюков // Естественно-гуманитарные исследования. – 2021. – № 37(5). – С. 249-255. – DOI 10.24412/2309-4788-2021-537-249-255. – EDN ASPPSM.

[206] Rasmus R., Nichols J. Digital Factory: Cracking the Code to Success. – Accenture Strategy, 2017. – 11 p. – URL: https://www.oracle.com/a/ocom/docs/industries/accenture-digital-factory.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

[207] Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить / под ред. Е. Г. Потаповой, П. М. Потеевой, М. С. Шклярук. – Москва : РАНХиГС, 2021. – 184 с. – URL: https://storage.strategy24.ru/files/news/202102/ff00a177b3fa0bb25513e8e59ad097d5.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

[208] Колобов И., Арефьев Ф. ZIIoT: цифровая платформа для промышленности // Открытые системы. СУБД. – 2021. – 30 мая. – URL: https://www.osp.ru/os/2021/02/13055940 (дата обращения: 22.01.2023)

[209] Cusumano M. A., Yoffie D. B., Gawer A. The Future of Platforms // MIT Sloan Management Review. – 2020. – Vol. 61, no. 3. – P. 46–54.

[210] Industry 4.0 / H. Lasi, P. Fettke, H. G. Kemper [et al.] // Business & Information Systems Engineering. – 2014. – Vol. 6, No. 4. – P. 239-242. – DOI 10.1007/s12599-014-0334-4. – EDN USVLGM.

[211] Wortmann, F. Internet of Things / F. Wortmann, K. Flüchter // Business & Information Systems Engineering. – 2015. – Vol. 57, No. 3. – P. 221-224. – DOI 10.1007/s12599-015-0383-3. – EDN BPSLRV.

Источник	Определение цифровой промышленной платформы
Hodapp et al. [212]	«особый тип цифровых платформ, которые (i) работают в облаке или локальной среде, (ii) обеспечивают взаимодействие между интеллектуальными объектами и конечными пользователями (iii) путем предоставления основных функций для сторонние разработчики для поддержки разработки модульных приложений (iv) на основе службы абстракции, которая интегрирует базовую инфраструктуру и различные источники данных»
Pauli T., Fielt E., Matzner M.[213]	«платформы, которые (i) собирают и интегрируют данные из разнородного набора промышленных активов и устройств, (ii) предоставляют эти данные и дополнительную технологическую поддержку экосистеме третьих сторон. организации, которые разрабатывают и внедряют дополнительные решения, которые (iii) влияют на работу промышленных активов и устройств и (iv) предоставляют рынок для облегчения взаимодействия между владельцем платформы, третьими сторонами и бизнес-клиентами»
Tee R., Gawer A., [214]	«Отраслевые платформы – это технологические строительные блоки, которые действуют как фундамент, на котором множество фирм, организованных в набор взаимозависимых фирм [...], разрабатывают набор взаимосвязанных продуктов, технологий и услуг»
Gawer A.[215]	«Технологические платформы можно с пользой концептуализировать как развивающиеся организации или метаорганизации, которые: (1) объединяют и координируют учредительных агентов, способных внедрять инновации и конкурировать; (2) создавать ценность путем генерирования и использования эффекта масштаба в предложении и/или спросе; и (3) предусматривать модульную технологическую архитектуру, состоящую из ядра и периферии»
Gawer A., Cusumano M.A.[216]	«внешние (отраслевые) платформы - продукты, услуги или технологии, которые [...] обеспечивают основу, на которой внешние фирмы (организованные как «бизнес-экосистема») могут разрабатывать свои собственные дополнительные продукты, технологии или услуги» «внутренние (корпоративные или продуктовые) платформы - набор активов, организованных в общую структуру, на основе которой компания может эффективно разрабатывать и производить поток производных продуктов»
Shree D., Kumar Singh R., Paul J., Hao A., Xu S.[217]	«Эти цифровые платформы B2B являются интернет-агрегаторами покупателей и продавцов. Они служат посредниками и облегчают транзакции между вовлеченными сторонами, а также обеспечивают обмен ценностями наряду с информацией»
Jovanovic M., Sjodin D., Parida V[218].	«экосистему платформы можно рассматривать как развивающуюся метаорганизационную форму, характеризующуюся благоприятной архитектурой платформы, поддерживаемой набором механизмов управления платформой, необходимых для сотрудничества, координации и интеграции разнообразного набора организаций, участников, видов деятельности и интерфейсов, что приводит к повышению ценности платформы для клиентов благодаря индивидуальным услугам платформы»

[212] Hodapp D., Remane G., Hanelt A., Kolbe L. M. Business Models for Internet of Things Platforms: Empirical Development of a Taxonomy and Archetypes // Wirtschaftsinformatik 2019: Proceedings of the 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik. – Siegen, 2019. – P. 1769–1783. – URL: https://aisel.aisnet.org/wi2019/track14/papers/5/ (дата обращения: 21.01.2026)

[213] Pauli, T. Digital Industrial Platforms / T. Pauli, E. Fielt, M. Matzner // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, No. 2. – P. 181-190. – DOI 10.1007/s12599-020-00681-w. – EDN DLWDDP.

[214] Tee R., Gawer A. Industry Architecture as a Determinant of Successful Platform Strategies: A Case Study of the i-mode Mobile Internet Service // European Management Review. – 2009. – Vol. 6, no. 4. – P. 217–232. – DOI: 10.1057/emr.2009.22. – URL: https://doi.org/10.1057/emr.2009.22 (дата обращения: 21.09.2026).

[215] Gawer A. Bridging Differing Perspectives on Technological Platforms: Toward an Integrative Framework // Research Policy. – 2014. – Vol. 43, no. 7. – P. 1239–1249. – DOI: 10.1016/j.respol.2014.03.006. – URL: https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.006 (дата обращения: 21.09.2026)

[216] Gawer A., Cusumano M. A. Industry Platforms and Ecosystem Innovation // Journal of Product Innovation Management. – 2014. – Vol. 31, no. 3. – P. 417–433. – DOI: 10.1111/jpim.12105. – URL: https://doi.org/10.1111/jpim.12105 (дата обращения: 21.09.2026)

[217] Digital platforms for business-to-business markets: A systematic review and future research agenda / D. Shree, R. Kumar Singh, J. Paul [et al.] // Journal of Business Research. – 2021. – Vol. 137. – P. 354-365. – DOI 10.1016/j.jbusres.2021.08.031. – EDN WWTTYG.

[218] Jovanovic, M. Co-evolution of platform architecture, platform services, and platform governance: Expanding the platform value of industrial digital platforms / M. Jovanovic, D. Sjödin, V. Parida // Technovation. – 2022. – Vol. 118. – P. 102218. – DOI 10.1016/j.technovation.2020.102218. – EDN GDZUGD.

Источник	Определение цифровой промышленной платформы
Ceccagnoli M., Forman C., Huang P., Wu D.J.[219]	«...платформа как компоненты, совместно используемые в семействе продуктов, функциональность которых может быть расширена приложениями и подвержена сетевым эффектам»
Барыбина А.З. [220]	*«Цифровая промышленная платформа – экосистема взаимодействия самостоятельных участников отрасли в общей цифровой среде. Отношения организуются по заданным алгоритмам. Использование цифровых технологий и данных, а также изменение разделения труда позволяют снижать трансакционные издержки.»*

Источник: составлено автором на основе литературного обзора

В некоторых работах цифровые промышленные платформы приравниваются к платформам интернета вещей[221],[222] или платформам промышленного интернета вещей[223],[224]. Стоит отметить, что в данных работах взаимосвязь данных терминов основана на акценте на сходстве технических характеристик данных платформ.

Цифровая промышленная платформа обеспечивает общий сбор и объединение данных о производственных активах. На этой основе с использованием дополнительных устройств разрабатываются интеллектуальные приложения и услуги[225],[226].

Развитию промышленных платформ способствовали облачные и периферийные вычисления, анализ больших данных и искусственный интеллект.

[219] Ceccagnoli M., Forman C., Huang P., Wu D. J. Co-Creation of Value in a Platform Ecosystem: The Case of Enterprise Software // MIS Quarterly. – 2012. – Vol. 36, no. 1. – P. 263–290.

[220] Барыбина, А. З. Цифровые платформы метавселенных как цифровой двойник / А. З. Барыбина // Искусственные общества. – 2022. – Т. 17, № 4. – DOI 10.18254/S207751800022959-3. – EDN PEAGAD.

[221] Hodapp D., Hawlitschek F., Kramer D. Value Co-Creation in Nascent Platform Ecosystems: A Delphi Study in the Context of the Internet of Things // Proceedings of the 40th International Conference on Information Systems (ICIS 2019). – Munich, 2019. – Paper 1838. – URL: https://aisel.aisnet.org/icis2019/smart_service_science/smart_service_science/3/ (дата обращения: 21.01.2026)

[222] Hanelt A., Nischak F., Markus N., Hodapp D., Schneider S. Building Platform Ecosystems for IoT: Exploring the Impact on Industrial-Age Firms // Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS 2020). – 2020. – P. 1–17.

[223] Schermuly L., Schreieck M., Wiesche M., Krcmar H. Developing an Industrial IoT Platform: Trade-off between Horizontal and Vertical Approaches // Wirtschaftsinformatik 2019: Proceedings of the 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik. – Siegen, 2019. – P. 32–46. – URL: https://aisel.aisnet.org/wi2019/track01/papers/3/ (дата обращения: 21.01.2026)

[224] Petrik D., Herzwurm G. Towards the IIoT Ecosystem Development: Understanding the Stakeholder Perspective // Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS 2020). – 2020. – P. 1–15. – URL: https://aisel.aisnet.org/ecis2020_rp/74/ (дата обращения: 21.01.2026)

[225] Conceptualizing smart service systems / D. Beverungen, O. Müller, M. Matzner [et al.] // Electronic Markets. – 2019. – Vol. 29, No. 1. – P. 7-18. – DOI 10.1007/s12525-017-0270-5. – EDN DIWWQA.

[226] Schreieck M., Wiesche M., Krcmar H. How Platform Governance Changes when Customers Become Developers // Academy of Management Annual Meeting Proceedings. – 2019. – Vol. 2019, no. 1. – Art. 13904. – DOI: 10.5465/AMBPP.2019.155. – URL: https://doi.org/10.5465/AMBPP.2019.155 (дата обращения: 21.01.2026)

Эти технологии расширили возможности промышленного Интернета вещей (IoT)[227].

В.В. Акбердина и С.Г. Пьянкова определяют цифровую платформу в промышленности как развитую экосистему, основанную на взаимодействии различных элементов отрасли (производственные предприятия, поставщики, дилеры, научные центры, университеты, ассоциации и др.), действующих в цифровой среде и способствующих снижению транзакционных издержек через эффективную специализацию и разделение труда [228].

Цифровая промышленная платформа представляет собой интегрированный производственный комплекс[229], который под управлением электронных вычислительных систем охватывает весь технологический процесс – от научных исследований до производства и контроля готовой продукции, а также включает контроль и испытания объектов, транспортировку, складирование и утилизацию отходов. Она объединяет промышленные предприятия, потребителей, инфраструктуру, научные учреждения и другие элементы, при этом основным звеном их взаимодействия являются цифровые транзакции.

В процессе литературного анализа источников выявлено три основных подхода к определению категории «цифровая промышленная платформа» (таблица 3).

Подходы к цифровой экономике рассматривают разные стороны преобразований – от ресурсов до бизнес-моделей. В промышленности эти стороны тесно связаны. Оборудование, датчики и ПО обеспечивают производственные и управленческие процессы. Их организация зависит от структуры отрасли и влияет на выбор бизнес-модели. Например, внедрение Интернета вещей и роботов увеличивает объем доступных данных. Оцифровка и автоматизация меняют операции и связи в цепочке стоимости. На этой основе развиваются

[227] Pauli, T. Digital Industrial Platforms / T. Pauli, E. Fielt, M. Matzner // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, No. 2. – P. 181-190. – DOI 10.1007/s12599-020-00681-w. – EDN DLWDDP.
[228] Акбердина, В. В. Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, С. Г. Пьянкова // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 227, № 1. – С. 292-313. – DOI 10.38197/2072-2060-2021-227-1-292-313. – EDN WCJPRL.
[229] Промышленные платформы и экосистемы: монография / под редакцией В. В. Акбердиной. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2024. – 278 с.

сервисные модели и «производство как услуга». Поэтому стратегия цифровизации предприятия или отрасли должна учитывать взаимосвязь ресурсов, процессов, структуры и бизнес-моделей.

Таблица 3

Подходы к определению «цифровая промышленная платформа»

Подход	**Сущность подхода**
Процессный подход	В основе данного подхода лежит процесс создания ценности в промышленном производстве. Данный подход позволяет реализовать в виртуальном пространстве сложные сквозные бизнес-процессы, которые способны в автоматическом режиме осуществлять оптимизационное управление различного рода ресурсами через всю цепочку поставок и создания стоимости продукции – от разработки идеи, дизайна, проектирования до производства, эксплуатации и утилизации.
Технологический подход	Рассматривает группы цифровых технологий как основу изменений в промышленности. Их применение влияет на конкурентоспособность и перспективы компаний, отраслей и национальной экономики.
Отраслевой подход	Выделяет действующие и перспективные промышленные рынки с цифровыми преобразованиями. Их динамика зависит от условий внедрения, особенностей данных и возможностей изменения процессов и бизнес-моделей. Результатом должно стать формирование цифровой экосистемы связанных отраслей.

Источник: Акбердина В.В., Барыбина А.З. [230]

На основе рассмотренных подходов предлагается уточненное определение. *Цифровая промышленная платформа – экосистема взаимодействия самостоятельных участников отрасли в единой цифровой среде. Их взаимовыгодные отношения организуются с помощью алгоритмов. Применение цифровых технологий, обмен данными и изменение разделения труда позволяют снижать трансакционные издержки.*

Предложенное определение раскрывает комплексный характер цифровой промышленной платформы. Она связывает разные платформенные решения и технологии с производственными процессами предприятия. Их объединение создает общую среду работы с данными. Для определения состава такой платформы далее рассмотрены существующие классификации цифровых платформ в промышленности.

[230] Акбердина В.В., Барыбина А.З. Цифровая трансформация промышленности. – Екатеринбург: Издательство Института экономики УрО РАН, 2020. – 213 с. ISBN 978-5-94646-647-9

Типология цифровых платформ в промышленности[231],[232]

На сегодняшний день разработано множество классификаций и типологий цифровых платформ, однако в большинстве из них выделяются категории организаций на основе их зрелости и того, как они создают ценность.

Этот аспект сложно выделить среди множества стартапов, использующих термин «платформа» в своем названии как маркетинговый прием и соответствующих формальному описанию платформы[233].

В технологическом понимании можно выделить два вида платформ. Первый охватывает оборудование и технологии информационной инфраструктуры. Второй включает программное обеспечение для работы сетей. В обоих случаях термин «платформа» обозначает технологическую основу, а не способ организации бизнеса.

Одной из первых классификаций цифровых платформ была предложена Питером С. Эвансом и Аннабель Гавер в 2016 году в их исследовании[234]. Авторы выделили следующие категории платформ:

– Транзакционные платформы – это технологии, продукты или услуги, которые функционируют как канал или посредник, упрощая обмен или транзакции между различными пользователями, покупателями или поставщиками.

– Инновационные платформы – это технологии, продукты или услуги, которые служат основой для разработки дополнительных технологий, продуктов или услуг другими компаниями, которые слабо организованы в рамках

---

[231] Strielkowski W., Akberdina V., Smirnova O., Ponomareva A., Barybina A. Types of Digital Industrial Platforms: Case Study of a Gas Company // Digital Transformation in Industry: Sustainability in Uncertain Dynamics / ed. by V. Kumar, G. L. Kyriakopoulos, V. Akberdina, E. Kuzmin. – Cham : Springer, 2023. – (Lecture Notes in Information Systems and Organisation ; Vol. 61). – P. 125–140. – DOI: 10.1007/978-3-031-30351-7_11. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-30351-7_11 (дата обращения: 21.01.2026)

[232] Барыбина, А. З. Цифровые платформы метавселенных как цифровой двойник / А. З. Барыбина // Искусственные общества. – 2022. – Т. 17, № 4. – DOI 10.18254/S207751800022959-3. – EDN PEAGAD.

[233] Барыбина, А. З. Границы понятия «цифровая платформа» / А. З. Барыбина // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии - 2020 : МАТЕРИАЛЫ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Екатеринбург, 27 ноября 2020 года. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2020. – С. 28-33. – EDN SQAEVL.

[234] Evans P. C., Gawer A. The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey. – New York : The Center for Global Enterprise, 2016. – (The Emerging Platform Economy Series ; No. 1). – URL: https://www.thecge.net/wp-content/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

инновационной экосистемы.

– Интегрированные платформы – это технологии, продукты или услуги, которые одновременно выступают как транзакционные, так и инновационные платформы. В эту категорию авторы включили такие компании, как Apple, у которой есть как соответствующие платформы, такие как App Store, так и обширная экосистема сторонних разработчиков, способствующая созданию контента на платформе.

– Инвестиционные платформы – это компании, которые разработали стратегию портфельного инвестирования и могут выступать как холдинговые компании, активные инвесторы платформы или сочетать оба эти подхода[235].

Ник Срничек разделяет платформы по способу сбора данных и цели их дальнейшего использования, и выделяет рекламные платформы, облачные платформы, индустриальные / промышленные платформы, продуктовые платформы и бережливые платформы[236].

В книге «Революция платформ»[237] приведена классификация платформ по сферам производства, на которые влияет платформенный бизнес в большей степени, и компании, которые уже в них работают.

В некоторых источниках встречается классификация платформ по масштабу такие, как глобальные платформы, региональные и национальные.

В. Н. Княгинин выделяет три трактовки платформы. Технологическая конструкция объединяет и обрабатывает данные. Платформа как бизнес-модель организует модули вокруг компании-платформера и снижает переменные затраты на новые продукты. Платформа-инфраструктура служит средой

[235] Rix C., Horst C., Autenrieth P., Paproth Y., Frank J., Gudergan G. Typology of Digital Platforms in the Mechanical Engineering // 2020 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). – Cardiff, UK : IEEE, 2020. – P. 1–9. – DOI: 10.1109/ICE/ITMC49519.2020.9198471. – URL: https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC49519.2020.9198471 (дата обращения: 21.09.2026)

[236] Срничек Н. Капитализм платформ / пер. с англ. и науч. ред. М. Добряковой ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. – 128 с. – (Экономическая теория). – ISBN 978-5-7598-1786-4.

[237] Паркер Дж., Ван Альстин М., Чаудари С. Революция платформ: как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас / пер. с англ. Е. Пономаревой. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 304 с. – ISBN 978-5-00100-723-4.

взаимодействия производителей и потребителей[238].

Классификация по бизнес-модели включает платформу-интегратор, продуктовую платформу и многоуровневую платформенную модель. Их особенности представлены в таблице 4[239].

Таблица 4

Сравнительная характеристика цифровых платформ

Показатели	**Платформа интегратор**	**Платформа продукта**	**Многоуровневая платформа**
Уровень контроля владельца платформы	Высокий контроль над платформой	Сохраняет контроль над разработкой основной технологии.	Имеет некоторую степень контроля над внешними участниками, устанавливая определенные правила и предписания для их принадлежности к платформе
Цель создания	Платформа функционирует как посредник между внешней стороной и пользователем	В этой модели внешние стороны используют основные технологии платформы для предоставления продуктов и услуг клиентам. Здесь внешние стороны могут определять цены на продукты и услуги и сохранять право на свои технические разработки.	В этой модели внешние стороны могут свободно совершать сделки с клиентами до тех пор, пока они связаны с платформой.
Монетизация	Продажа собственных продуктов клиенту. Дополнительные сборы за транзакции	Подписочная модель продаж, продажа дополнительного функционала	Реклама, комиссия с транзакций, продажа дополнительного функционала
Примеры	Apple, InnoCentive, Google Android и Threadless, TopCoder	Linux, Википедия, SAP и платформы облачных вычислений, такие как Amazon и Google	Facebook, Apple iOS, Google, Alibaba, WeCash, eBay

Источник: составлено автором на основании [240],[241]

[238] Барыбина, А. З. Границы понятия «цифровая платформа» / А. З. Барыбина // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии - 2020 : МАТЕРИАЛЫ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Екатеринбург, 27 ноября 2020 года. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2020. – С. 28-33. – EDN SQAEVL.

[239] Boudreau K. J., Lakhani K. R. How to Manage Outside Innovation // MIT Sloan Management Review. – 2009. – Vol. 50, no. 4. – P. 69–76.

[240] Boudreau K. J., Lakhani K. R. How to Manage Outside Innovation // MIT Sloan Management Review. – 2009. – Vol. 50, no. 4. – P. 69–76.

[241] Rochet J.-C., Tirole J. Two-Sided Markets: A Progress Report // The RAND Journal of Economics. – 2006. – Vol. 37, no. 3. – P. 645–667. – DOI: 10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x. – URL: https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x (дата обращения: 21.01.2026)

В модели платформы интегратора платформа функционирует как «клин» между внешними участниками и конечными пользователями[242]. Модель продуктовой платформы – это платформа, основанная на измерении «бизнес-модель» и представляющая собой систему по организации бизнеса в сети Интернет. В этой модели внешние разработчики опираются на базовую технологию, предоставляемую владельцем платформы, и продают продукты и услуги непосредственно конечным пользователям (без участия владельца платформы). Третьим выявленным типом платформ является многоуровневая платформа, в которой внешние участники могут свободно взаимодействовать с конечными пользователями через платформу, но владелец платформы может навязывать определенные правила и предписания внешним участникам[243]. Важно отметить, что некоторые платформы более четко подпадают под одну категорию моделей (например, Apple iOS, Google), в то время как другие могут соответствовать условиям более одной модели одновременно (например, WeCash).

Для выделения организаций, работающих по платформенной бизнес-модели, и дальнейшей разработки подходов к созданию таких организаций необходима классификация с более узкой специализацией, которая будет отражать специфику ценности, предоставляемой каждой платформой. Это также позволит выделить в рамках крупных экосистем цифровые платформы, объединенные в комплексные структуры. Уникальная ценность, предлагаемая платформой пользователям, является ее основой и в какой-то мере определяет ее миссию[244].

Для составления классификации было рассмотрено множество

[242] Hagiu A. Merchant or Two-Sided Platform? // Review of Network Economics. – 2007. – Vol. 6, no. 2. – P. 115–133. – DOI: 10.2202/1446-9022.1113. – URL: https://doi.org/10.2202/1446-9022.1113 (дата обращения: 21.01.2026)

[243] Rochet J.-C., Tirole J. Two-Sided Markets: A Progress Report // The RAND Journal of Economics. – 2006. – Vol. 37, no. 3. – P. 645–667. – DOI: 10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x. – URL: https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x (дата обращения: 21.01.2026)

[244] Барыбина, А. З. Границы понятия «цифровая платформа» / А. З. Барыбина // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии - 2020 : МАТЕРИАЛЫ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Екатеринбург, 27 ноября 2020 года. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2020. – С. 28-33. – EDN SQAEVL.

действующих цифровых платформ, и проведена работа по сортировке данных систем по видам ценностей, которые они предоставляют. На основе имеющихся данных, разработана классификация цифровых платформ по виду предоставляемой ценности, представленная в Приложение Д.

Со временем могут появиться новые категории цифровых платформ, особенно на базе технологии блокчейн. С увеличением использования этой технологии могут возникнуть, как минимум, платформы для подтверждения и выполнения смарт-контрактов[245].

На основании проведенного анализа описанных в литературных источниках различных классификаций и типологий цифровых платформ, в частности являющихся самостоятельным продуктом, так и являющихся организационными системами, автором предложена *уточненная типология цифровых платформ в промышленности (таблица 5):*

- тип 0 – инфраструктурная платформа;
- тип I – цифровая платформа функциональности и услуг;
- тип II – цифровая продуктово-сервисная платформа;
- тип III – цифровая производственная метаплатформа.

Тип 0 – инфраструктурная платформа – это цифровая инфраструктура предприятия, являющаяся базой – основой для построения цифровых процессов на предприятии: сети, устройства и оборудование, система датчиков и камер видеонаблюдения, роботы, автоматизированные рабочие места, шлемы дополненной реальности, центр обработки данных – серверное оборудование.

Тип I – цифровая платформа функциональности и услуг. Она создает ценность за счет прямого взаимодействия промышленных поставщиков и покупателей. Платформа также обеспечивает цифровые транзакции между ними. В составе типа выделены следующие подтипы:

[245] Барыбина, А. З. Границы понятия «цифровая платформа» / А. З. Барыбина // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии - 2020 : МАТЕРИАЛЫ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Екатеринбург, 27 ноября 2020 года. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2020. – С. 28-33. – EDN SQAEVL.

— Информационно-коммуникационная платформа поддерживает обмен сведениями и оперативную связь участников промышленного рынка. Примеры – электронные каталоги продукции и производственных возможностей предприятий.

— Транзакционная платформа сопровождает заключение сделок. Она обеспечивает коммуникационные, финансовые и юридические операции. К этому подтипу, в том числе, относятся платформы по организации государственных и частных закупок.

— Платформа облачного программного обеспечения (Software as a Service);

— платформа облачной инфраструктуры предприятия (Infrastructure-as-a-Service).

Тип II – цифровая продуктово-сервисная платформа. Она объединяет технологии сопровождения полного жизненного цикла продукта. Основу составляют промышленный Интернет вещей и цифровые двойники. Центральное место занимают продукт и его цифровое представление. Вокруг них организуется работа разработчиков, производственных и сборочных предприятий, поставщиков и потребителей. Стандарты взаимодействия задает изготовитель конечного продукта. Такая платформа выражает цифровую бизнес-модель продукта. В рамках типа выделяются следующие подтипы:

— Платформа облачного доступа к производственным мощностям (Manufacturing as a Service) принимает заказы на индивидуальные изделия. Она позволяет использовать доступные производственные возможности для выпуска кастомизированной продукции.

Таблица 5

Типология цифровых платформ в промышленности

<table>
<tr><td colspan="8">Типология цифровых платформ в промышленности</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тип 0 – Инфраструктурная платформа</td><td colspan="2">Тип I – Цифровая платформа функциональности и услуг</td><td colspan="2">Тип II – Цифровая продуктово-сервисная платформа</td><td colspan="2">Тип III – Цифровые производственные метаплатформы</td></tr>
<tr><td rowspan="4">0. Инфраструктурная платформа предприятия</td><td rowspan="4">Цифровая инфраструктура предприятия, являющаяся основой для построения цифровых процессов на предприятии: сети, устройства и оборудование, система датчиков и камер видеонаблюдения, роботы, автоматизированные рабочие места, шлемы дополненной реальности, центр обработки данных, серверное оборудование. Базовая инфраструктурная платформа включает: среду передачи данных; инфраструктуру хранения и обработки; системы кибербезопасности</td><td>1.1 Информационно-коммуникационная платформа</td><td>Обеспечивает обмен информацией и оперативную коммуникацию</td><td rowspan="2">2.1 Цифровая платформа как бизнес-модель продукта</td><td>Соответствует цифровому жизненному циклу продукции на основе индустриального интернета вещей и моделирования цифровых двойников</td><td rowspan="4">3. Цифровая интегральная платформа в промышленности (цифровой двойник отрасли)</td><td rowspan="4">Объединяет внутренние и внешние цифровые платформы промышленного предприятия в экосистему; позволяет промышленным интегрировано выстраивать взаимоотношения с поставщиками, покупателями, наукой, государством и ВУЗами.</td></tr>
<tr><td>1.2 Трансакционная платформа</td><td>Обеспечивает коммуникативное, финансовое и правовое обеспечение сделок</td><td></td></tr>
<tr><td>1.3 Платформа Software as a Service (SaaS)</td><td>Позволяет бизнесу получить доступ к программному обеспечению без необходимости крупных инвестиций</td><td>2.2 Платформа Manufacturing as a Service (MaaS)</td><td>Позволяет бизнесу получать доступ к производственным возможностям по требованию без необходимости крупных инвестиций</td></tr>
<tr><td>1.4 Платформа Infrastructure-as-a-Service (IaaS)</td><td>Позволяет бизнесу получать доступ к серверной инфраструктуре, сетевому оборудованию, хранилищу и т. д.</td><td>2.3 Платформа индустриальной метавселенной</td><td>Переносит часть дорогих и трудоемких операций в виртуальную среду. Это позволяет сократить затраты и сроки, повысить устойчивость деятельности и улучшить условия труда.</td></tr>
</table>

Источник: составлено автором

— Производство как услуга (MaaS) основано на распределенном предоставлении производственных ресурсов. В качестве услуг доступны также данные и программное обеспечение. Производитель может привлекать внешних поставщиков для выполнения своих операций[246], [247]. Заказчик получает доступ к физическим ресурсам и производственным возможностям[248]. Цель модели – совместно использовать распределенные мощности в соответствии с текущими производственными требованиями[249].

Обслуживание производственных ресурсов в значительной степени способствует гибкости и оперативности производства, позволяя производить многие категории продуктов по требованию. Поставщики производственных систем и технологий интеграции разрабатывают и предлагают совместимые услуги в тесном сотрудничестве с производственными компаниями, в то время как другие поставщики в цепочке создания стоимости могут предлагать дополнительные услуги. Безопасный обмен данными в режиме реального времени между участвующими компаниями обеспечивает быстрое реагирование.

«Промышленная метавселенная» – это термин, обычно применяемый к набору приложений для метавселенной, предназначенных для промышленных пользователей. Исследователи Альберт Мейдж определяют промышленную метавселенную как «связанный целостный цифровой двойник системы с функциями взаимодействия с реальной системой в ее среде, что позволяет лицам, принимающим решения, лучше понимать прошлое и прогнозировать будущее»[250]. Другое определение, представленное главным исполнительным

---

[246] Tedaldi, G. Early adopters of Manufacturing-as-a-Service (MaaS): state-of-the-art and deployment models / G. Tedaldi, G. Miragliotta // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2023. – Vol. 34, No. 4. – P. 580-600. – DOI 10.1108/jmtm-01-2022-0052. – EDN OEZZAH.

[247] Ниязова, Ю. М. Цифровая платформа как информационно- экономическая структура / Ю. М. Ниязова, А. В. Гарин, М. И. Злыднев // Компетентность. – 2021. – № 1. – С. 31-36. – EDN TCYFDL.

[248] Bulut S. S., Wende M., Wagner C., Anderl R. Impact of Manufacturing-as-a-Service: Business Model Adaption for Enterprises // Procedia CIRP. – 2021. – Vol. 104. – P. 1286–1291. – DOI: 10.1016/j.procir.2021.11.216. – URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.216 (дата обращения: 21.09.2026).

[249] Tao F., Zhang L., Hu Y. Resource Service Management in Manufacturing Grid System. – Hoboken, NJ : John Wiley & Sons ; Salem, MA : Scrivener Publishing, 2012. – 550 p. – ISBN 978-1-118-12231-0. – DOI: 10.1002/9781118288764. – URL: https://doi.org/10.1002/9781118288764 (дата обращения: 21.01.2026)

[250] Meige A., Eagar R., Beken E., Glaumann M., Schreiber B., Siraudin A., Capdevila J., Dehlin O., Blondel L. The Industrial Metaverse: Making the Invisible Visible to Drive Sustainable Growth. – Arthur D. Little, 2023. – (Blue Shift ; Report 003). – URL: https://www.adlittle.com/sites/default/files/reports/ADL_BLUE%20SHIFT_Industrial_metaverse_2023_0.pdf (дата обращения: 21.01.2026).

директором TeamViewer Мэй Дент выглядит следующим образом: «Промышленная метавселенная представляет собой целостную оцифровку промышленности посредством пространственных вычислений и дополненной реальности (AR). Промышленная метавселенная использует уже существующие данные, а не создает целые новые миры с нуля»[251]. Российский исследователь Л.В. Лапидус предполагает, что «метавселенные станут новыми каналами коммуникаций с клиентами, в том числе и с виртуальными ИИ-клиентами»[252].

Промышленная метавселенная развивает идею цифрового двойника за пределами отдельного оборудования или цеха. Она представляет собой постоянно действующую трехмерную платформу. Ее область охватывает организацию, цепочку стоимости и жизненный цикл продукта. На платформе связываются процессы, материалы, машины и люди. Между физической и виртуальной средой поддерживается двусторонний обмен[253].

Технологическую основу промышленной метавселенной составляют расширенная реальность (XR), робототехника и Интернет вещей с датчиками и приводами. Применяются также искусственный интеллект, блокчейн, инструменты разработки, вычислительные средства и технологии связи[254].

Виртуальная и дополненная реальность позволяют переносить часть трудоемких операций в цифровую среду. Предприятия могут заранее проверять системы, процессы и инфраструктуру. Проблемы выявляются до начала работ на реальных объектах. Это помогает сократить затраты и сроки, улучшить условия труда и повысить устойчивость производства[255].

---

[251] TeamViewer. Что такое индустриальная метавселенная? // TeamViewer : [сайт]. – URL: https://www.teamviewer.com/ru-cis/insights/industrial-metaverse-is-better-than-its-reputation/ (дата обращения: 21.01.2026)

[252] Лапидус, Л. В. Онтогенез цифровой экономики и экономики данных: концепция "интеллектуальная гиперсвязанность в Индустрии Х.0" / Л. В. Лапидус // Российский журнал менеджмента. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 370-400. – DOI 10.21638/spbu18.2024.302. – EDN OYGMHT.

[253] Барыбина, А. З. Цифровые платформы метавселенных как цифровой двойник / А. З. Барыбина // Искусственные общества. – 2022. – Т. 17, № 4. – DOI 10.18254/S207751800022959-3. – EDN PEAGAD.

[254] World Economic Forum. Exploring the Industrial Metaverse: A Roadmap to the Future. – Geneva : World Economic Forum, 2023. – 20 p. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Industrial_Metaverse_2023.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

[255] Nokia. Powering the Industrial Metaverse // Nokia : [сайт]. – URL: https://www.nokia.com/metaverse/industrial-metaverse/ (дата обращения: 21.01.2026)

Практическое применение промышленной метавселенной включает виртуальный пуск сборочной линии. Специалисты из разных стран могут одновременно работать с ее цифровым двойником. До заказа оборудования они проверяют движение роботов, выявляют коллизии и сравнивают режимы работы. Это позволяет уменьшить капитальные затраты и сроки ввода линии. Другой пример – обучение и аттестация операторов сложных установок в VR-среде. На моделях реакторов или энергоблоков отрабатываются обычные и аварийные процедуры. Производство при этом продолжает работу, а персонал не подвергается риску реальной аварии.

Промышленная метавселенная помогает согласовывать работу людей, оборудования, производственных активов и сервисных служб. Она охватывает также операции и цепочки поставок. Иммерсивные технологии поддерживают обмен знаниями между физической и виртуальной средой. Это расширяет возможности анализа прошлых результатов и прогноза на стратегическом и оперативном уровнях. Гибкость программных средств сочетается с моделированием сложных физических процессов и удаленной совместной работой[256].

Тип III – цифровая производственная метаплатформа, или цифровой двойник отрасли. Она связывает внутренние и внешние платформы предприятий в общей экосистеме. Через нее промышленность взаимодействует с поставщиками, покупателями, научными организациями, вузами и государством.

Под данной платформой понимается интеграционная цифровая среда мезоуровня, объединяющая внутренние цифровые платформы промышленных предприятий и внешние отраслевые, инфраструктурные, научно-образовательные, финансовые и государственные цифровые сервисы в единую экосистему взаимодействия. Принципиальное отличие данной платформы заключается в том, что объектом цифрового представления становится уже не

[256] World Economic Forum. Navigating the Industrial Metaverse: A Blueprint for Future Innovations. – Geneva : World Economic Forum, 2024. – 86 p. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Navigating_the_Industrial_Metaverse_A_Blueprint_2024.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

отдельный производственный объект, предприятие или технологический процесс, а система отраслевых взаимодействий в целом.

В рамках настоящего исследования понятие «цифровой двойник отрасли» используется в расширенном организационно-экономическом смысле. Речь идет не о создании единой централизованной копии всех производственных процессов отрасли, а о формировании динамической цифровой модели отраслевой системы, которая агрегирует стандартизированные данные различных участников, характеризует их состояние, ресурсы, технологические возможности, производственные связи и результаты цифровой трансформации[257],[258].

Поэтому метаплатформа должна функционировать по федеративному принципу: исходные данные могут оставаться в информационных системах их владельцев, тогда как на уровне платформы обеспечиваются их стандартизация, семантическая совместимость, контролируемый обмен и использование в разрешенных сценариях. Подобный подход соответствует современному направлению развития промышленных экосистем данных, в которых подчеркивается необходимость сохранения участниками контроля над собственными данными при одновременном обеспечении межорганизационной совместимости.

С экономической точки зрения принципиальным свойством метаплатформы является возможность перехода от двусторонних связей между отдельными участниками к сетевой модели координации отрасли. Например, производственное предприятие посредством единой среды может одновременно получать информацию о доступности сырья и комплектующих, искать производственных партнеров, размещать заказы на свободные производственные мощности, взаимодействовать с потенциальными покупателями, передавать вузам

[257] Zink F. Advancing the Collaboration in Manufacturing Networks: A Systematic Literature Review on Implementations of Asset Administration Shells and Data Spaces / F. Zink, L. Fink, B. Wallner, F. Bleicher, T. Trautner // Procedia CIRP. — 2025. — Vol. 136. — P. 546–551. — DOI 10.1016/j.procir.2025.08.094

[258] Nizamis A. Manufacturing data spaces applications in Europe – A survey / A. Nizamis, P. Gkonis, D. Ioannidis, A. Ntafalias, D. Tzovaras, P. Trakadas // Data in Brief. — 2025. — Vol. 63. — Art. 112149. — DOI 10.1016/j.dib.2025.112149

запросы на подготовку специалистов, формировать технологические задачи для научных организаций, получать информацию о мерах государственной поддержки и предоставлять агрегированные сведения органам управления промышленностью. При этом каждое новое подключение расширяет объем потенциальных взаимодействий и набор доступных данных и сервисов, увеличивая полезность платформы для остальных участников.

Выводы по главе 1

Проведенное в первой главе исследование теоретических и методологических концепций цифровой трансформации промышленности позволило уточнить и развить теоретические положения цифровой трансформации промышленности в условиях Индустрии 4.0 на основе конвергентно-дивергентного и платформенного подходов, расширяющие научные представления о трансформации отраслей промышленности в условиях Индустрии 4.0., а также сформировать теоретическую основу дальнейшего исследования.

1. На основании анализа и комбинации научных подходов уточнено понятие «цифровая трансформация промышленности». Установлено, что данный процесс затрагивает все производственные процессы, управление, бизнес-модель и взаимоотношения между экономическими субъектами. Важной основой для процессов цифровой трансформации являются данные: они позволяют снизить уровень неопределенности при принятии управленческих решений.

Разработана теоретическая конструкция цифровой трансформации отрасли, связывающая:

1) *введенное в научный оборот понятие* «отраслевой паттерн цифровой трансформации промышленности», новизна которого заключается в представлении устойчиво воспроизводимой модели преобразований как трехмерной структуры, объединяющей технологическое ядро отрасли, глубину

трансформации бизнес-модели и уровень развития цифровых компетенций, что позволяет перейти от описания разрозненных отраслевых особенностей и закономерностей к выявлению целостных повторяющихся форм трансформационных процессов;

2) *теоретическую модель* промышленной отрасли с платформенно-ориентированной структурой, отличающуюся от традиционной структурно-функциональной модели динамичностью, сетевой организацией, размыванием традиционных отраслевых границ и появлением новых элементов и отношений, опосредованных цифровыми технологиями, а также выделением двух контуров – потоки физических объектов и потоки данных и стоимости;

3) *понятие* «цифровая промышленная платформа», *уточненное за счет введения в дефиницию* трех характеристик – экосистема, алгоритмизация отношений и система разделения труда, что в совокупности приводит к появлению в отрасли динамических специализаций;

4) *типологию* цифровых промышленных платформ, *дополненную* двумя типами платформ – «цифровая инфраструктурная платформа» (тип 0) как платформа базового уровня, обеспечивающего материально-техническую основу для всех последующих платформенных решений и «цифровая метаплатформа» как цифровой двойник отрасли (тип III).

Авторские теоретические положения *позволяют* перейти от фрагментарных описаний цифровизации промышленности к системному анализу и проектированию траекторий цифровой трансформации как на уровне отдельных промышленных предприятий, так и на отраслевом и национальном уровнях управления.

ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2.1. Подходы к оценке процессов цифровой трансформации в промышленности[259]

Цифровая трансформация промышленности связывает технологические, организационные и кадровые изменения. Она затрагивает производство, управление, бизнес-модели и взаимодействие участников. Меняются и способы использования данных. Состояние цифровой трансформации промышленности России за 2025 г. и ее нормативно-правовое регулирование рассмотрены в Приложении Е.

Оценка цифровой трансформации должна выходить за пределы учета внедренных технологий. Необходимо измерять их распространенность и глубину изменения процессов. Следует также учитывать компетенции работников, динамику преобразований и экономические результаты. Такой комплексный взгляд соответствует исследованиям, связывающим трансформацию с технологиями, персоналом, бизнес-моделями и организацией деятельности[260], [261],[262],[263]. Мы считаем, что оценка процессов цифровой трансформации в промышленности должна выявлять устойчивые изменения и диспропорции достигнутого уровня развития в сопоставлении с объемом использованных

---

[259] Акбердина В.В., Барыбина А.З. Цифровая трансформация промышленности. Монография, Екатеринбург: Издательство Института экономики УрО РАН. 2020. 213 с. ISBN 978-5-94646-647-9.

260 Maturity assessment for Industry 5.0: A review of existing maturity models / F. Hein-Pensel, H. Winkler, A. Brückner [et al.] // Journal of Manufacturing Systems. – 2023. – Vol. 66. – P. 200-210. – DOI 10.1016/j.jmsy.2022.12.009. – EDN DMEUML.

261 The Importance of Digital Transformation in International Business / C. S. Pereira, N. Durão, F. Moreira, B. Veloso // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, No. 2. – P. 834. – DOI 10.3390/su14020834. – EDN UWVBJD.

262 Vogelsang K., Kirsten L.-N., Packmohr S., Hoppe U. Barriers to Digital Transformation in Manufacturing: Development of a Research Agenda // Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). – Honolulu, HI : University of Hawai‘i at Mānoa, 2019. – P. 4937–4946. – URL: https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/ac040d17-4195-4f33-8bd6-775dc56db7f3 (дата обращения: 29.05.2023)

263 Impact of ICT Latency, Data Loss and Data Corruption on Active Distribution Network Control / M. Klaes, Ja. Zwartscholten, A. Narayan [et al.] // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 14693-14701. – DOI 10.1109/access.2023.3243255. – EDN THGXDF.

ресурсов[264],[265],[266],[267]. Многие из уже имеющихся моделей оценки имеют недостаточное теоретическое обоснование, либо в них преобладают технологические показатели и экспертные суждения. Организационная культура, лидерство и компетенции учитываются не всегда[268], [269], [270].

В рамках исследования был проведен анализ представленных в научной литературе моделей и инструментов оценки процессов цифровой трансформации промышленности. Выявленные различия в подходах сведены и представлены в таблице 6. Подробнее инструменты оценки промышленности и отдельных предприятий представлены в Приложении Ж. Рассмотренные нами модели и инструменты оценки объединены в пять групп:

1) модели оценки цифровой зрелости;

2) системы KPI и контроля проектов;

3) методы построения индексов и рейтингов;

4) методы на основе официальной статистики и административных сведений;

5) мониторинг на основе данных и цифровых платформ.

---

264 A Maturity Level-Based Assessment Tool to Enhance the Implementation of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises / E. Rauch, M. Unterhofer, R. A. Rojas [et al.] // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, No. 9. – P. 3559. – DOI 10.3390/su12093559. – EDN LTHOKY.

265 Colli M., Berger U., Bockholt M., Madsen O., Møller C., Wæhrens B. V. A Maturity Assessment Approach for Conceiving Context-Specific Roadmaps in the Industry 4.0 Era // Annual Reviews in Control. – 2019. – Vol. 48. – P. 165–177. – DOI: 10.1016/j.arcontrol.2019.06.001. – URL: https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.06.001 (дата обращения: 21.01.2026)

266 Akdil K. Y., Ustundag A., Cevikcan E. Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy // Industry 4.0: Managing the Digital Transformation / A. Ustundag, E. Cevikcan. – Cham : Springer, 2018. – P. 61–94. – (Springer Series in Advanced Manufacturing). – DOI: 10.1007/978-3-319-57870-5_4. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_4 (дата обращения: 21.01.2026).

267 A Maturity Level-Based Assessment Tool to Enhance the Implementation of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises / E. Rauch, M. Unterhofer, R. A. Rojas [et al.] // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, No. 9. – P. 3559. – DOI 10.3390/su12093559. – EDN LTHOKY.

268 Gollhardt T., Halsbenning S., Hermann A., Karsakova A., Becker J. Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies // Proceedings of the 22nd IEEE Conference on Business Informatics (CBI 2020). – Antwerp, Belgium : IEEE, 2020. – P. 94–103. – DOI: 10.1109/CBI49978.2020.00018. – URL: https://doi.org/10.1109/CBI49978.2020.00018 (дата обращения: 21.01.2026)

269 Angreani, L. S. Systematic Literature Review of Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing and Logistics Sectors / L. S. Angreani, A. Vijaya, H. Wicaksono // Procedia Manufacturing. – 2020. – Vol. 52. – P. 337-343. – DOI 10.1016/j.promfg.2020.11.056. – EDN ELDJHC.

270 Santos R. C., Martinho J. L. An Industry 4.0 Maturity Model Proposal // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 31, no. 5. – P. 1023–1043. – DOI: 10.1108/JMTM-09-2018-0284. – URL: https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0284 (дата обращения: 21.01.2026)

По назначению модели оценки процессов цифровой трансформации можно подразделить на диагностику готовности и зрелости, мониторинг проектов, ранжирование и поддержку управления[271], [272], [273], [274], [275].

Модели цифровой зрелости наиболее распространены на микроуровне. Они позволяют оценить стратегию, процессы, ИТ-архитектуру, данные, компетенции, организационную культуру и информационную безопасность, а также сформировать дорожные карты преобразований. Их применение представлено, в частности, в работах Akdil и др., Santos и Martinho, Ávila Bohórquez и Gil Herrera, Pirola и др., Vasconcellos и др., Agostino и Costantini[276, 277, 278, 279,

271 Ávila Bohórquez, J. H. Proposal and validation of an industry 4.0 maturity model for SMEs / J. H. Ávila Bohórquez, R. De. J. Gil Herrera // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – P. 433. – DOI 10.3926/jiem.3673. – EDN CSWOLM.

272 A Review of Industry 4.0 Assessment Instruments for Digital Transformation / M. Zamora Iribarren, C. L. Garay-Rondero, I. Lemus-Aguilar, R. E. Peimbert-García // Applied Sciences (Switzerland). – 2024. – Vol. 14, No. 5. – P. 1693. – DOI 10.3390/app14051693. – EDN QYNNFV.

273 Akdil K. Y., Ustundag A., Cevikcan E. Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy // Industry 4.0: Managing the Digital Transformation / ed. by A. Ustundag, E. Cevikcan. – Cham : Springer, 2018. – P. 61–94. – (Springer Series in Advanced Manufacturing). – DOI: 10.1007/978-3-319-57870-5_4. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_4 (дата обращения: 21.01.2026).

274 Digital transformation models for the i4.0 transition: Lessons from the change management literature / N. Bellantuono, A. Nuzzi, P. Pontrandolfo, B. Scozzi // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 23. – DOI 10.3390/su132312941. – EDN CVOODK.

275 A Review of Industry 4.0 Assessment Instruments for Digital Transformation / M. Zamora Iribarren, C. L. Garay-Rondero, I. Lemus-Aguilar, R. E. Peimbert-García // Applied Sciences (Switzerland). – 2024. – Vol. 14, No. 5. – P. 1693. – DOI 10.3390/app14051693. – EDN QYNNFV.

276 Akdil K. Y., Ustundag A., Cevikcan E. Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy // Industry 4.0: Managing the Digital Transformation / ed. by A. Ustundag, E. Cevikcan. – Cham : Springer, 2018. – P. 61–94. – (Springer Series in Advanced Manufacturing). – DOI: 10.1007/978-3-319-57870-5_4. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_4 (дата обращения: 21.01.2026)

277 Santos R. C., Martinho J. L. An Industry 4.0 Maturity Model Proposal // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 31, no. 5. – P. 1023–1043. – DOI: 10.1108/JMTM-09-2018-0284. – URL: https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0284 (дата обращения: 21.01.2026)

278 Ávila Bohórquez, J. H. Proposal and validation of an industry 4.0 maturity model for SMEs / J. H. Ávila Bohórquez, R. De. J. Gil Herrera // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – P. 433. – DOI 10.3926/jiem.3673. – EDN CSWOLM.

279 Pirola F., Cimini C., Pinto R. Digital Readiness Assessment of Italian SMEs: A Case-Study Research // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 31, no. 5. – P. 1045–1083. – DOI: 10.1108/JMTM-09-2018-0305. – URL: https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305 (дата обращения: 21.09.2026)

[280, 281, 282, 283, 284, 285]. Однако высокая доля экспертных оценок и зависимость результата от условий обследования ограничивают воспроизводимость и возможность регулярного межотраслевого сравнения.

Системы KPI и проектного контроля хорошо работают на уровне конкретного предприятия, потому что позволяют отслеживать сроки реализации цифровых проектов, бюджет, выполнение запланированных показателей и полученные результаты. Но здесь возникает проблема: каждая компания формирует собственный набор KPI. Поэтому показатели одного предприятия не всегда можно напрямую сравнить с показателями другого, а тем более использовать для сопоставления разных отраслей[286],[287].

Индексные и рейтинговые методы хорошо подходят для сравнения отраслей или регионов, поскольку позволяют объединить большое количество показателей в одну итоговую оценку. Но при их использовании важно понимать, из каких показателей сформирован индекс, как они нормированы и каким образом объединены. Иначе получается просто итоговая цифра, из которой сложно понять, почему одна отрасль занимает более высокое место, а другая – более низкое[288].

---

280 Vasconcellos L. H. R., Gobo Junior P., Rodrigues F. An Industry 4.0 Maturity Model Applied to the Automotive Supply Chain // Revista Gestão & Tecnologia. – 2021. – Vol. 21, no. 4. – P. 230–258. – DOI: 10.20397/2177-6652/2021.v21i4.2189. – URL: https://doi.org/10.20397/2177-6652/2021.v21i4.2189 (дата обращения: 21.09.2026)

281 Agostino D., Costantini C. A Measurement Framework for Assessing the Digital Transformation of Cultural Institutions: The Italian Case // Meditari Accountancy Research. – 2022. – Vol. 30, no. 4. – P. 1141–1168. – DOI: 10.1108/MEDAR-02-2021-1207. – URL: https://doi.org/10.1108/MEDAR-02-2021-1207 (дата обращения: 21.01.2026).

282 Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0 / G. Dutta, R. Kumar, R. Sindhwani, R. K. Singh // Competitiveness Review. – 2020. – Vol. 30, No. 3. – P. 289-314. – DOI 10.1108/cr-03-2019-0031. – EDN QNUPCU.

283 Плотников В. А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4 (112). – С. 16–24. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-proizvodstva-teoreticheskaya-suschnost-i-perspektivy-razvitiya-v-rossiyskoy-ekonomike (дата обращения: 09.04.2024)

284 Кобзев, В. В. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности / В. В. Кобзев, А. В. Бабкин, А. С. Скоробогатов // π-Economy. – 2022. – Т. 15, № 5. – С. 7-27. – DOI 10.18721/JE.15501. – EDN NUNQPQ.

285 Шендрикова, О. О. Исследование процессов цифровизации промышленных предприятий / О. О. Шендрикова, И. Ф. Елфимова // Организатор производства. – 2019. – Т. 27, № 1. – С. 16-24. – DOI 10.25987/VSTU.2019.88.65.002. – EDN YZOMNN.

286 ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management – Guidance on project management. – Geneva : International Organization for Standardization, 2020. – 52 p.

287 Kaplan R. S., Norton D. P. The Balanced Scorecard – Measures That Drive Performance // Harvard Business Review. – 1992. – Vol. 70, No. 1. – P. 71–79.

288 Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide / OECD, European Union, Joint Research Centre. – Paris : OECD Publishing, 2008. – 162 p. – DOI 10.1787/9789264043466-en.

Таблица 6

Сравнительный анализ подходов к оценке цифровой трансформации промышленности

Группа подходов	**Уровень анализа**	**Информационная база**	**Основной результат**	**Преимущества**	**Ограничения**	**Роль в настоящем исследовании**
Модели цифровой зрелости	Предприятие	Опросы, интервью, экспертные шкалы	Диагностика зрелости по доменам; дорожная карта	Глубина диагностики; учет организационных факторов	Субъективность; трудоемкость; ограниченная межотраслевая сопоставимость	Используются как теоретическая основа понимания многокомпонентности ЦТ
KPI и проектные метрики	Предприятие / холдинг	Внутренний учет, проектная отчетность	Контроль внедрения, сроков, бюджетов и эффектов	Прямая связь с управленческим циклом	Различия корпоративных методик; слабая сопоставимость	Учитывается принцип связи диагностики с управленческими действиями
Индексы и рейтинги	Отрасль / регион / страна	Статистика, опросы, экспертные данные	Интегральная оценка, ранжирование, динамика	Наглядность; сопоставимость; мониторинг	Чувствительность к нормированию, агрегированию и весам	Используется для построения цифрового профиля и межотраслевого рейтинга
Официальная статистика и административные данные	Отрасль / регион / страна	Стандартизированные статистические и административные данные	Распространенность технологий и цифровых практик	Воспроизводимость; временные ряды; сопоставимость	Ограниченная характеристика глубины и эффективности использования технологий	Формирует основную эмпирическую базу авторского инструментария
Data-driven / платформенный мониторинг	Предприятие; потенциально отрасль и экосистема	Интеграция разнородных источников и витрин данных	Непрерывная диагностика и поддержка управленческого цикла	Автоматизация; масштабирование; обратная связь	Высокие требования к качеству данных, регламентам и ИБ	Задает перспективный контур интеграции диагностики и управленческого воздействия

Источник: составлено автором на основе обзора литературы.

Официальная статистика. Ее преимущество заключается в том, что данные собираются по единым правилам и регулярно повторяются. Поэтому мы можем анализировать отрасли в динамике и сравнивать их между собой. Например, смотреть, насколько широко используются цифровые технологии, как меняются цифровые процессы и ИКТ-активность предприятий. Но здесь тоже есть ограничение. Статистика в основном показывает, насколько активно предприятия используют цифровые технологии, но сама по себе не отвечает на вопрос, насколько это использование эффективно с экономической точки зрения. То есть высокий уровень цифровизации еще не означает автоматически высокий экономический результат[289],[290],[291],[292].

Нами предложена система из трех взаимосвязанных инструментов (рисунок 6).

Первый инструмент – *цифровой паттерн промышленной отрасли.* Он нужен для того, чтобы определить не отдельное значение показателя за один год, а устойчивое сочетание изменений, которое складывается в отрасли на протяжении нескольких лет. То есть мы смотрим, по какой траектории развивается цифровая трансформация и какие направления изменений являются для данной отрасли наиболее характерными.

Второй инструмент – *цифровой профиль отрасли*. Он показывает текущее состояние отраслей промышленности по десяти нормированным параметрам P1 – P10. Благодаря единому способу расчета мы можем сопоставлять отрасли между собой, видеть сильные и слабые стороны каждой из них и формировать отраслевой рейтинг.

---

[289] Официальная статистическая методология по расчету основных показателей статистики информационного общества: утв. приказом Росстата от 18.08.2025 № 395 // Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity/methodology (дата обращения: 21.01.2024)

[290] Индикаторы цифровой экономики: 2025 : статистический сборник / В. Л. Абашкин, Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг [и др.]. – Москва : НИУ ВШЭ, 2025. – 296 с. – DOI 10.17323/978-5-7598-3029-0.

[291] OECD. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. – Paris : OECD Publishing, 2019. – 260 p. – DOI 10.1787/9789264311992-en.

[292] OECD. The OECD Going Digital Measurement Roadmap 2026 // OECD Digital Economy Papers. – 2026. – No. 382. – 17 p. – DOI 10.1787/b455e132-en.

Третий инструмент – *матрицы результативности*. Здесь уже оценивается не только сам уровень цифрового развития, но и то, с какими затратами и с какой динамикой промышленного производства он связан. То есть появляется возможность перейти от ответа на вопрос «насколько отрасль цифровизирована?» к вопросу «какой результат эта цифровизация дает?».

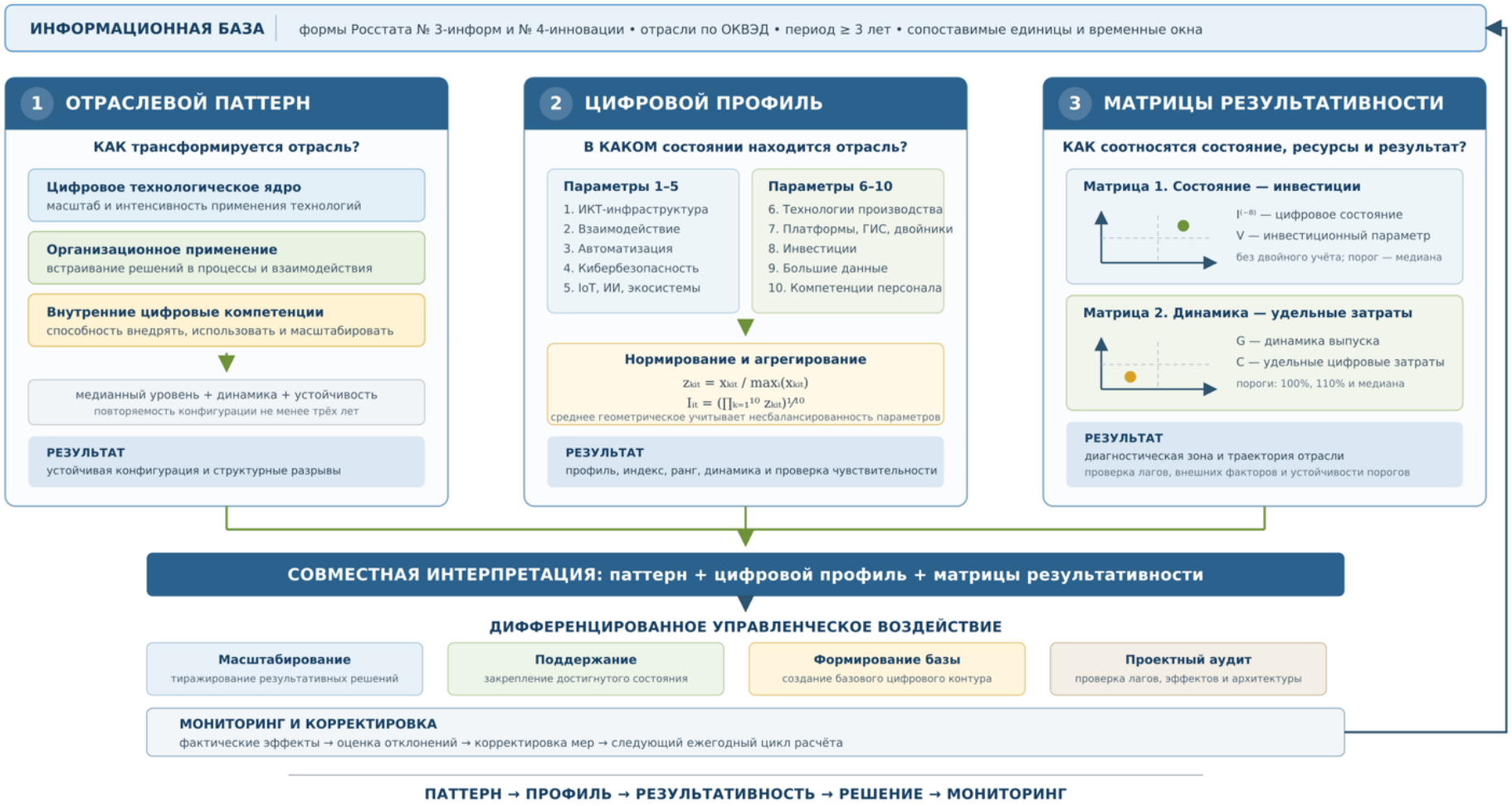


Рисунок 6 – Комплексная методика оценки цифровой трансформации промышленности

Источник: составлено автором

2.2. Методика выявления отраслевых паттернов цифровой трансформации промышленности

Первый этап в предлагаемом нами авторском инструментарии оценки уровня цифровой трансформации промышленности – это *«отраслевой паттерн цифровой трансформации»*. Его задача — понять не просто текущий уровень цифровизации отрасли, а определить, какое устойчивое сочетание изменений формируется в рамках определенной отрасли промышленности на протяжении нескольких крайних лет.

Показатели и алгоритмы расчета методики[293]

Отраслевой паттерн цифровой трансформации базируется на трех элементах (рисунок 7).

Первый элемент – это цифровое технологическое ядро, которое описывает состав и распространенность цифровых технологий внутри промышленной отрасли. Оно обеспечивают сбор, передачу, хранение и анализ данных. В него входят также средства автоматизации, цифрового проектирования и межорганизационного обмена.

Второй элемент цифрового паттерна заключается в степени применения цифровых решений в управлении, производстве, взаимодействии с поставщиками и потребителями.

Третий элемент – это внутренние цифровые компетенции. Этот элемент отражает располагает ли отрасль необходимыми кадровыми ресурсами для использования и развития цифровых технологий.

[293] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.



Рисунок 7 – Цифровой паттерн промышленной отрасли
Источник: разработано автором



Рисунок 8 – Алгоритм выявления отраслевого паттерна
Источник: составлено автором

Выявление отраслевого паттерна проводится в семь этапов (рисунок 8). Анализ данных проводится минимум за три последовательных периода, по

каждому показателю рассчитывается медиана за период и показатели динамики. Медиана выбрана потому, что меньше зависит от единичных резких отклонений. Например, если в одном году показатель резко вырос или снизился, это не должно автоматически определять характеристику всей отрасли. Направление и величина изменений показывают устойчивость сочетания показателей или переход к другому паттерну. Поэтому медианная оценка применяется совместно с анализом динамики.

Таблица 7

Структура показателей для выявления отраслевого паттерна цифровой трансформации

Элемент паттерна	**Предмет оценки**	**Основные направления**	**Аналитический результат**
Цифровое технологическое ядро трансформации	Состав и распространенность цифровых технологий	инфраструктура хранения; сбор данных с физических объектов; интеллектуальная обработка данных; цифровое проектирование и производство	Технологическая база и приоритеты цифрового развития отрасли
Организационные изменения	Встраивание технологий в процессы и управление	НИОКР; CAD/CAE/CAM; автоматизированное производство; CRM; ERP; SCM; PLM/PDM; HRIS	Глубина изменения процессов, управления и элементов бизнес-модели
Внутренние цифровые компетенции	Кадровая способность использовать и развивать цифровые решения	ИКТ-специалисты; операторы цифрового оборудования; работники, применяющие ИИ	Способность отрасли осваивать, адаптировать и масштабировать технологии

Источник: составлено автором.

Цифровое технологическое ядро оценивается по доле предприятий с соответствующей технологией среди предприятий, использующих цифровые технологии[294]. Рассматриваются четыре направления:

– хранение данных обеспечивают облачные сервисы и центры обработки данных.

[294] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

– сведения о физических объектах собираются с помощью RFID-меток и датчиков Интернета вещей.
– интеллектуальная обработка опирается на большие данные и искусственный интеллект.
– цифровое проектирование и производство включают двойники, промышленных роботов и аддитивные технологии[295].

Для технологического и организационного блоков принята общая шкала. Значение менее 5% означает пилотное применение, 5–15% – нишевое, 15–40% – формирование отраслевых стандартов. Диапазон 40–70% соответствует широкому распространению, свыше 70% – насыщению. Шкала показывает место технологии в отраслевом сочетании решений. Она не задает универсальных стадий зрелости (таблица 8).

Таблица 8

Шкала оценки внутренних цифровых компетенций в отрасли[296]

Показатель	**Низкий уровень**	**Средний уровень**	**Высокий уровень**
Доля ИКТ-специалистов	менее 0,5%	0,5-1,5%	свыше 1,5%
	отрасль испытывает острый кадровый дефицит в цифровой сфере, ИКТ-функции преимущественно привлекаются по аутсорсингу	в отрасли сформированы базовые внутренние компетенции для поддержки и эксплуатации цифровых систем	отрасль обладает развитым кадровым потенциалом для самостоятельной разработки, внедрения и сопровождения сложных цифровых решений
Доля операторов машин и оборудования, использующих цифровые технологии	менее 5%	5-20%	свыше 20%
	в отрасли преобладает ручное управление и аналоговые системы	в отрасли наблюдается активное внедрение ЧПУ, SCADA-систем, цифровых панелей оператора и др.	в отрасли наблюдается широкое распространение автоматизированных рабочих мест, промышленных терминалов, систем удаленного мониторинга и управления

[295] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[296] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

Доля работников, использующих ИИ	менее 0,2%	0,2-1,0%	свыше 1,0%
	отрасль на начальном этапе внедрения ИИ, использование ИИ носит единичный экспериментальный характер	в отрасли наблюдается внедрение ИИ в отдельных функциях, напр., контроль качества, аналитика и др.	в отрасли ИИ становится инструментом в ключевых бизнес-процессах предприятий

Источник: составлено автором

Мы дополнили пороговую оценку сравнением со средними значениями по отраслям промышленности. Это особенно важно при анализе занятости. Низкая по шкале доля работников может превышать средний уровень. Однако такое превышение не меняет категорию, установленную по пороговым правилам.

Апробация методики на высокотехнологичных отраслях[297]

Для расчетов использованы данные Росстата по формам № 3-информ и № 4-инновации[298],[299]. Первая отражает использование цифровых технологий и выпуск связанных с ними товаров и услуг. Вторая характеризует инновационную деятельность организаций. Эти источники имеют единые правила наблюдения, отраслевую детализацию и позволяют повторять расчеты для разных лет.

Алгоритм апробирован за 2021–2024 гг. на трех высокотехнологичных видах деятельности. Первый – производство лекарственных средств и материалов для медицинских целей и ветеринарии (ОКВЭД 21, далее – фармацевтика). Второй – производство компьютеров, электронных и оптических изделий (ОКВЭД 26, далее – электроника). Третий – производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования (ОКВЭД 30.3, далее – авиакосмос). Проверка паттернов ограничена этими тремя

[297] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[298] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

299 Источник данных Росстата – Раздел «Наука, инновации и технологии» https://www.rosstat.gov.ru/statistics/science - Электронный ресурс (дата обращения 14.12.2025 г.).

отраслями. Последующее построение цифровых профилей и рейтингов охватывает более широкий круг видов деятельности.

Апробация выявила разные модели цифровой трансформации внутри высокотехнологичного сектора. Отрасли различаются инфраструктурой, обработкой данных, цифровым проектированием и организацией производства. Неодинаковы также кадровые возможности. Рисунки 9–11 отражают показатели за 2024 г. Устойчивость паттерна оценивается по медианам и динамике всего периода 2021–2024 гг.

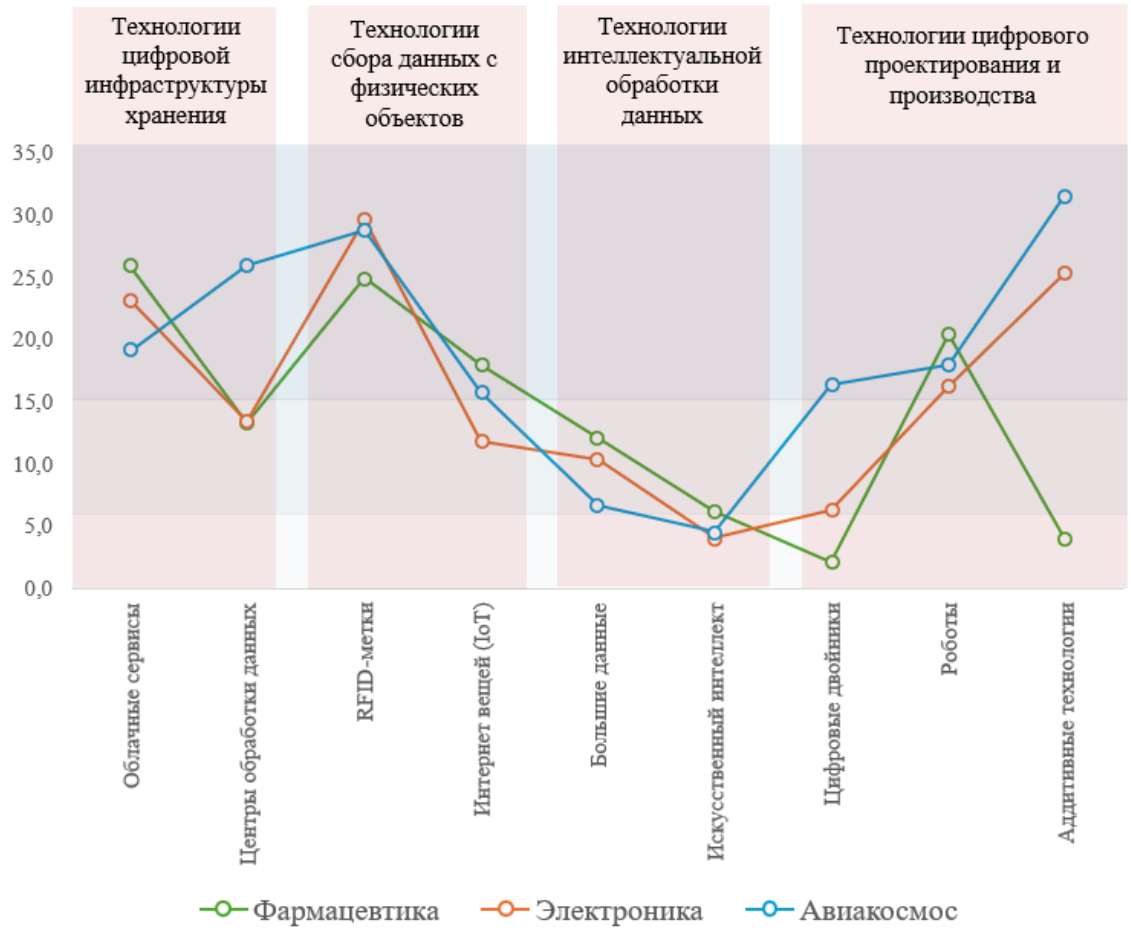


Рисунок 9 – Цифровое технологическое ядро трансформации высокотехнологичных отраслей в 2024 г., % предприятий
Источник: разработано автором

Фармацевтика. Основное назначение цифрового технологического ядра – контроль качества, прослеживаемость и выполнение регуляторных требований. Облачные сервисы применяют 25,9% предприятий, центры обработки данных – 13,3%. Доли пользователей RFID и Интернета вещей составляют

25,0% и 18,0%. Большие данные используют 12,1%, искусственный интеллект – 6,2%. По принятой шкале это нишевое применение, хотя показатели выше, чем в двух других рассматриваемых отраслях. Роботы применяются на 20,5% предприятий. Цифровые двойники (2,2%) и аддитивные технологии (4,0%) остаются на пилотном уровне[300].

В организационном блоке широко применяются ERP (66,1%), CRM (52,2%) и HRIS (53,6%). Это отражает внимание к ресурсам, качеству, заказчикам и персоналу. ИКТ-специалисты составляют 1,44% работников. По шкале это средний уровень, близкий к верхней границе. Доля операторов цифрового оборудования равна 3,29% и относится к низкому уровню. Доля работников с задачами на основе ИИ составляет 0,52%, что соответствует среднему уровню[301]. Такое сочетание характеризует регуляторно-ориентированный паттерн. Его основные направления – контроль качества, прослеживаемость, учет и исследования.

[300] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

[301] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

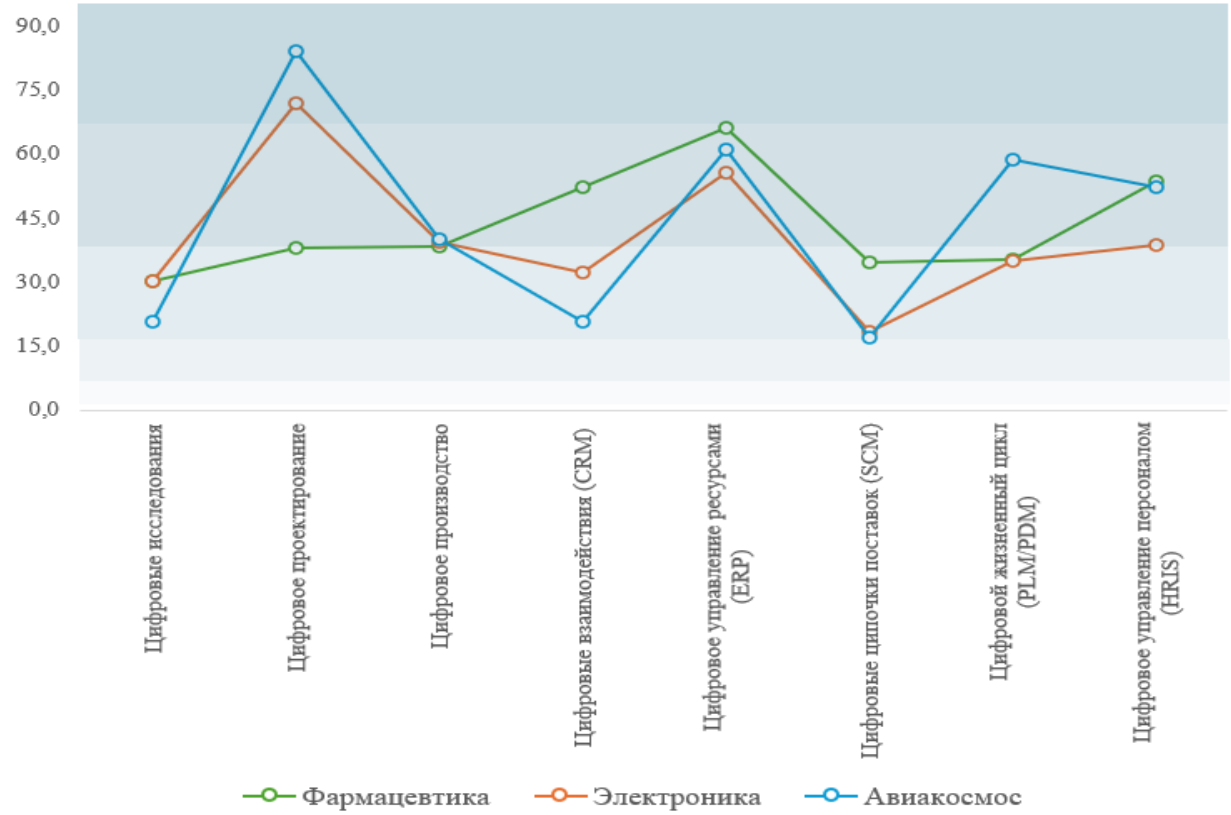


Рисунок 10 – Организационное применение цифровых технологий в высокотехнологичных отраслях в 2024 г., % предприятий[302]
Источник: разработано автором

Электроника (ОКВЭД 26). Облачные сервисы используют 23,3% предприятий, центры обработки данных – 13,5%. RFID-технологии распространены на 29,7% предприятий, что является высоким значением в рассматриваемой группе. Аддитивные технологии применяют 25,4%, роботов – 16,4%. Доли пользователей Интернета вещей, больших данных и ИИ составляют 11,9%, 10,4% и 4,1%. Цифровые двойники используют 6,3%. Эти данные показывают развитие проектирования и автоматизации. Вместе с тем интеллектуальная обработка данных и цифровые двойники распространяются медленнее отдельных средств сбора данных и производства.

Цифровое проектирование применяется на 71,9% предприятий и по шкале достигает насыщения. ERP используют 55,6%, цифровое управление

[302] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

производственными процессами – 39,2%. В научных исследованиях цифровые технологии применяют 30,2% предприятий. Показатели CRM, PLM/PDM и HRIS составляют 32,1%, 35,0% и 38,5%. SCM распространены лишь на 18,5%. Это указывает на разрыв между внутренним проектированием и производством, с одной стороны, и связями в цепочках поставок – с другой.

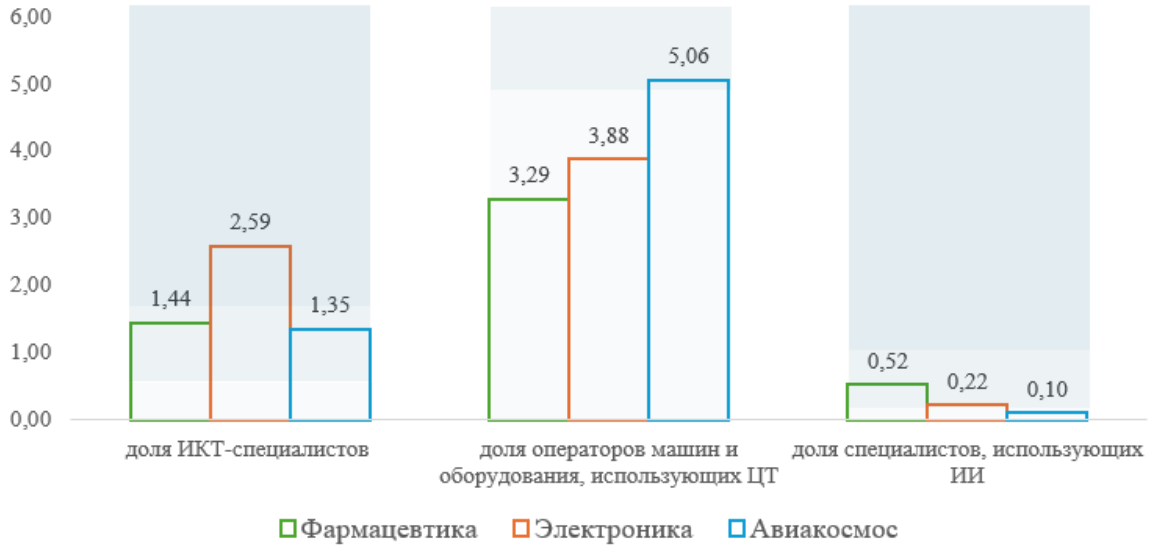


Рисунок 11 – Внутренние цифровые компетенции высокотехнологичных отраслей в 2024 г., % занятых[303]

Источник: разработано автором

В электронике доля ИКТ-специалистов составляет 2,59% и соответствует высокому уровню. Операторы оборудования с цифровыми технологиями составляют 3,88% работников. Это выше показателя фармацевтики, но по принятой шкале остается низким уровнем. Доля работников, использующих ИИ, равна 0,22% и находится у нижней границы среднего уровня[304]. Развитое проектирование, облачная инфраструктура и собственные ИКТ-компетенции образуют интеграционный проектно-производственный паттерн. Основные

[303] Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сборник научных статей / отв. ред. член-корреспондент РАН, д. э. н., профессор Акбердина В. В. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2025. – Электрон. текст. дан. (4,5 Мб).– 413 с. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – Текст: электронный. ISBN 978-5-94646-708-7

[304] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

ограничения связаны с внешней кооперацией и недостаточным распространением интеллектуального анализа данных.

Авиакосмос (ОКВЭД 30.3). Инфраструктура сочетает облачные сервисы и центры обработки данных. Их используют соответственно 19,2% и 26,0% предприятий. RFID применяют 28,9%, Интернет вещей – 15,9%. Значительную роль играют цифровые двойники (16,4%), роботы (18,1%) и аддитивные технологии (31,6%)[305]. Такое сочетание связано со сложностью изделий и длительным жизненным циклом.

Таблица 9

Сопоставление выявленных отраслевых паттернов цифровой трансформации

Отрасль	**Доминирующая конфигурация**	**Тип паттерна**	**Приоритет управленческого воздействия**
Фармацевтика, ОКВЭД 21	– контроль и прослеживаемость; – ERP/CRM/HRIS; – повышенное использование ИИ в исследовательских задачах	регуляторно-ориентированный	масштабирование аналитики при сохранении верифицируемости, качества и информационной безопасности
Электроника, ОКВЭД 26	– цифровое проектирование; облака; – RFID; – аддитивные технологии; – высокая доля ИКТ-специалистов	интеграционный проектно-производственный	развитие SCM и межорганизационного обмена данными; масштабирование ИИ и цифровых двойников
Авиакосмос, ОКВЭД 30.3	– CAD/CAE/CAM; – PLM/PDM; – цифровые двойники; – роботы; – аддитивные технологии	инжинирингового	сквозная цифровая нить жизненного цикла, развитие компетенций ИИ и безопасного обмена данными в кооперации

Источник: составлено автором по результатам апробации методики

[305] Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

2.3. Методика оценки цифрового профиля отрасли промышленности

Цифровой профиль отрасли оценивает текущее состояние цифровой трансформации по системе количественных показателей. Он формирует многомерное описание отрасли и формирует ее положение среди сопоставимых видов деятельности.

Показатели и алгоритмы расчета методики[306],[307]

Цель методики заключается в создании воспроизводимой количественной оценке уровня цифровой трансформации отраслей промышленности.

Основной источник – данные Росстата по форме № 3-информ об использовании цифровых технологий и производстве связанных товаров и услуг. Единая методология обеспечивает сопоставимость отраслей и воспроизводимость расчетов. Выборка включает 34 вида деятельности за 2023–2025 гг. (приложение З).

Статистика преимущественно отражает наличие технологий и объем ресурсов. Она не раскрывает полностью глубину интеграции, качество данных, загрузку систем и полученные эффекты. Поэтому методика является сравнительной отраслевой диагностикой и не заменяет аудит предприятий.

Доли организаций рассчитываются без весов. Каждое предприятие учитывается как одна единица независимо от занятости, выпуска, добавленной стоимости и инвестиций.

[306] Барыбина А. З. (2021) Применение платформенного подхода к оценке инновационной активности // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 115-124. – DOI 10.14529/em210412. – EDN RNKWMK.

[307] Барыбина А. З. (2023) Оценка состояния информационной безопасности как процесса // Вестник Академии знаний. – 2023. – № 6(59). – С. 62-68. – EDN MMOSGC.

Таблица 10

Система параметров цифрового профиля отрасли

№	Параметр	Содержание	Аналитический смысл
1	Базовая ИКТ-инфраструктура	доступ к сетям, локальная и серверная инфраструктура	готовность цифрового контура
2	Цифровое взаимодействие с контрагентами	электронный обмен данными, продажи и закупки	цифровизация внешних процессов
3	Автоматизация внутренних и производственных процессов	ERP, MES, SCADA, АСУ ТП и смежные системы	встроенность ИКТ в операции
4	Кибербезопасность	организационные и технические средства защиты	устойчивость цифрового контура
5	IoT, датчики и искусственный интеллект	сбор данных с физических объектов и интеллектуальная аналитика	переход к управлению на основе данных
6	Цифровые технологии производства	облака, RFID, роботы, аддитивные технологии	технологическая модернизация операций
7	Платформы, ГИС и цифровые двойники	цифровые платформы, пространственные системы, моделирование	интеграция данных, активов и участников
8	Инвестиции в цифровую трансформацию	затраты на оборудование, ПО, связь и ИКТ-услуги	ресурсная обеспеченность изменений
9	Большие данные и вычислительная инфраструктура	сбор, хранение и анализ данных, ЦОД и аналитические платформы	зрелость работы с данными
10	Цифровые компетенции персонала	ИКТ-специалисты, обучение, ИТ-подразделения	способность осваивать и масштабировать решения

Источник: составлено автором

Методика включает семь последовательных этапов.

Этап 1 – подготовка сопоставимой выборки. Определяются отрасли, период и единый набор исходных показателей. Наблюдения с измененной методологией помечаются отдельно.

Этап 2 – объединение исходных индикаторов. Данные формы № 3-информ распределяются по десяти параметрам[308]. Внутри каждого параметра значения приводятся к сопоставимому виду. Повторное включение индикатора исключается.

[308] Наука, инновации и технологии https://rosstat.gov.ru/statistics/science.

Этап 3 – нормирование. Значение каждого параметра делится на максимальное значение в выборке за тот же год. Получается безразмерная шкала от 0 до 1 для межотраслевого сравнения.

Этап 4 – построение профиля. Десять нормированных значений совместно показывают сильные и слабые стороны отрасли. Этот профиль является основным результатом методики.

Этап 5 – расчет индекса. Рассчитывается среднее геометрическое для всех параметров, что дает сводную оценку и позволяет сделать ежегодное ранжирования отраслей.

Этап 6 – анализ изменений. На данном этапе проводится оценка изменений рангов промышленных отраслей, сдвиги параметров и устойчивость профиля.

Этап 7 – интерпретация. Профиль сопоставляется с паттерном, технологической группой и ресурсными ограничениями отрасли. Определяются приоритеты воздействия и исходные данные для матриц результативности.

Пусть x_{ikt} – исходное значение параметра k в отрасли i за год t, а z_{ikt} – нормированное значение. Все показатели являются стимуляторами. Их рост означает расширение соответствующего направления цифровых преобразований. Для сравнения отраслей в одном году значения нормируются на максимум[309]:

$$z_{ikt} = x_{ik} / max_i(x_{ikt}), \quad 0 \leq z_{ikt} \leq 1 \qquad (1)$$

Нормирование сохраняет порядок отраслей и показывает близость к лучшему значению текущего года. При этом максимум может меняться вместе с показателями лидера. Поэтому изменение z_{ikt} отражает относительную позицию и не всегда совпадает с абсолютной динамикой. Для анализа во времени используются x_{ikt}, темпы роста и ранги. При наличии сопоставимого ряда допустим общий базовый максимум или фиксированные пороги для всех лет[310].

[309] OECD, European Union, European Commission, Joint Research Centre. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. – Paris : OECD Publishing, 2008. – 162 p. – DOI 10.1787/9789264043466-en. – URL: https://doi.org/10.1787/9789264043466-en (дата обращения: 21.01.2026)

[310] Mazziotta, M. Methods for Constructing Non-Compensatory Composite Indices: A Comparative Study / M. Mazziotta, A. Pareto // Forum for Social Economics. – 2016. – Vol. 45, no. 2–3. – P. 213–229. – DOI

Отсутствующие значения нельзя автоматически приравнивать к нулю. Неприменимость показателя отмечается отдельно. При неопубликованных данных индекс рассчитывается только при наличии установленного минимального набора параметров[311]. В мультипликативном расчете замена нуля малой константой ε допустима при подтвержденном минимальном использовании технологии[312].

Цифровой профиль отрасли задается вектором $Z_{it} = (z_{i1t}, \ldots, z_{i10t})$. Для сводного сравнения рассчитывается индекс I_{it}. Он равен среднему геометрическому нормированных параметров с одинаковыми весами[313]:

$$I_{it} = \left(\prod_{k=1}^{10} z_{ikt}\right)^{1/10} \quad (2)$$

Среднее геометрическое ограничивает взаимную компенсацию параметров. Очень низкое значение одного компонента нельзя полностью перекрыть высоким значением другого[314]. Это позволяет учитывать согласованность инфраструктуры, процессов, данных и компетенций. Равные веса приняты как базовое допущение при отсутствии подтвержденных отраслевых коэффициентов. Устойчивость оценки проверяется сравнением с арифметическим и гармоническим средним[315].

Отрасли ранжируются отдельно в каждом году. Ранг показывает их относительное положение и не является нормативной оценкой зрелости. Индекс

10.1080/07360932.2014.996912. – URL: https://doi.org/10.1080/07360932.2014.996912 (дата обращения: 21.01.2026)

[311] Little, R. J. A. Statistical Analysis with Missing Data / R. J. A. Little, D. B. Rubin. – 3rd ed. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2019. – 462 p. – DOI 10.1002/9781119482260. – URL: https://doi.org/10.1002/9781119482260 (дата обращения: 21.01.2026)

[312] Mauro, V. Does uncertainty in single indicators affect the reliability of composite indexes? An application to the measurement of environmental performances of Italian regions / V. Mauro, C. Giusti, S. Marchetti, M. Pratesi // Ecological Indicators. – 2021. – Vol. 127. – Art. 107740. – DOI 10.1016/j.ecolind.2021.107740. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107740 (дата обращения: 21.01.2026).

[313] Becker, W. Weights and importance in composite indicators: Closing the gap / W. Becker, M. Saisana, P. Paruolo, I. Vandecasteele // Ecological Indicators. – 2017. – Vol. 80. – P. 12–22. – DOI 10.1016/j.ecolind.2017.03.056. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.056 (дата обращения: 21.01.2026).

[314] Becker, W. Weights and importance in composite indicators: Closing the gap / W. Becker, M. Saisana, P. Paruolo, I. Vandecasteele // Ecological Indicators. – 2017. – Vol. 80. – P. 12–22. – DOI 10.1016/j.ecolind.2017.03.056. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.056 (дата обращения: 21.01.2026).

[315] Saisana, M. Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators / M. Saisana, A. Saltelli, S. Tarantola // Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society. – 2005. – Vol. 168, no. 2. – P. 307–323. – DOI 10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x.

может снижаться при сохранении ранга из-за изменения как отрасли, так и межотраслевого максимума. Поэтому рейтинг рассматривается вместе с десятипараметрическим профилем и исходными значениями[316],[317].

Апробация методики

Методика апробирована на 34 видах деятельности за 2023–2025 гг. Получены существенные межотраслевые различия. Во все три года лидирует обеспечение электрической энергией, газом и паром (ОКВЭД 35). Его индекс равен 0,890 в 2023 г., 0,910 в 2024 г. и 0,886 в 2025 г. Производство пищевых продуктов (ОКВЭД 10) сохраняет вторую позицию. Значения составляют соответственно 0,525, 0,560 и 0,554. Низкие оценки устойчиво получены для табачных изделий (ОКВЭД 12), кожи и изделий из нее (ОКВЭД 15) и ликвидации последствий загрязнений (ОКВЭД 39). Различия отражают капиталоемкость, регулирование, структуру операций и кадровые возможности. Они не означают пригодности или непригодности отрасли к цифровому развитию.

В выборке 34 видов деятельности за 2023–2025 гг. все десять параметров имели ненулевые значения без пропусков. Поэтому константа ε не применялась. Геометрическое и арифметическое агрегирование дали близкие ранги. Коэффициенты ранговой корреляции по годам составили 0,994, 0,995 и 0,990. Средний сдвиг не превысил одной позиции. ОКВЭД 26 сохранил четвертое место в обоих расчетах. Основным способом оставлено среднее геометрическое, поскольку оно учитывает несбалансированность компонентов профиля.

Нормированные значения десяти параметров использованы для построения отраслевых профилей за 2023–2025 гг. На рисунках 12 –16 показаны различия основных направлений цифровой трансформации.

[316] Mazziotta, M. Methods for Constructing Non-Compensatory Composite Indices: A Comparative Study / M. Mazziotta, A. Pareto // Forum for Social Economics. – 2016. – Vol. 45, no. 2–3. – P. 213–229. – DOI 10.1080/07360932.2014.996912. – URL: https://doi.org/10.1080/07360932.2014.996912 (дата обращения: 21.01.2026).

[317] Saisana, M. Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators / M. Saisana, A. Saltelli, S. Tarantola // Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society. – 2005. – Vol. 168, no. 2. – P. 307–323. – DOI 10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x.

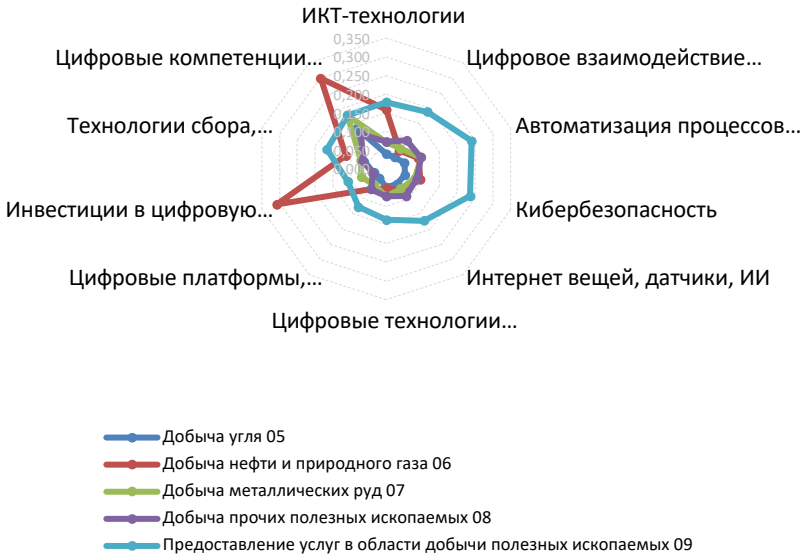


Рисунок 12 – Цифровые профили добывающих отраслей промышленности в 2025 году

Источник: составлено автором

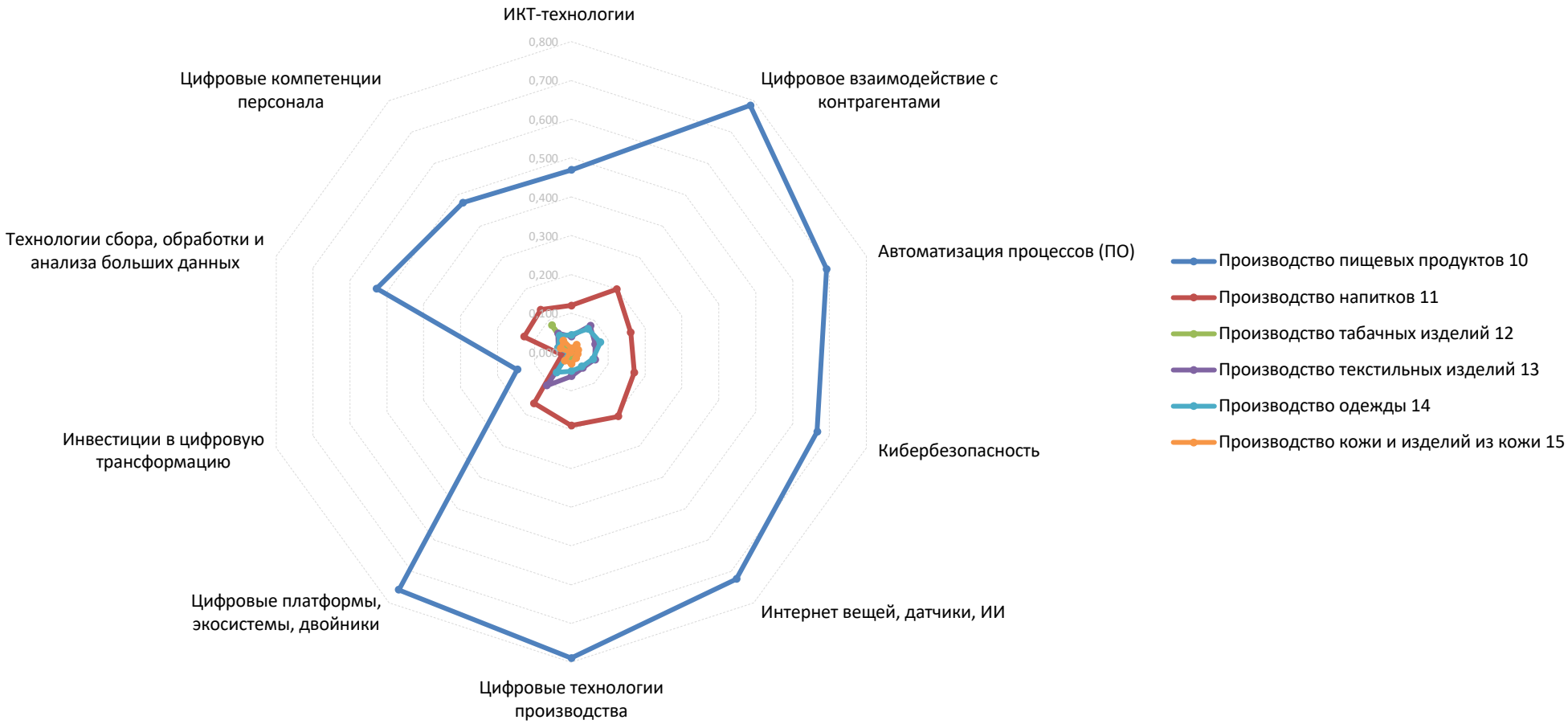


Рисунок 13 – Цифровые профили обрабатывающих отраслей промышленности (легкая и пищевая промышленность) в 2025 году

Источник: составлено автором

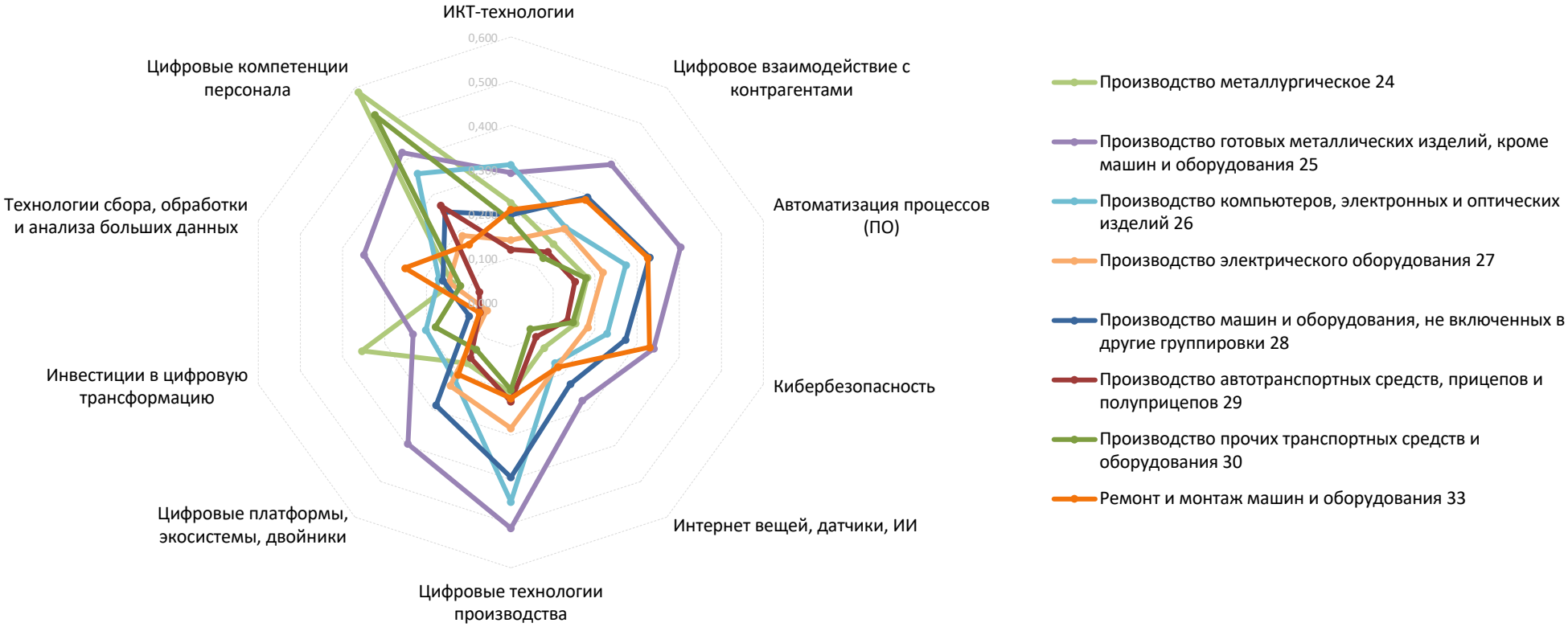


Рисунок 14 – Цифровые профили обрабатывающих отраслей промышленности (металлургия и машиностроение) в 2025 году

Источник: составлено автором

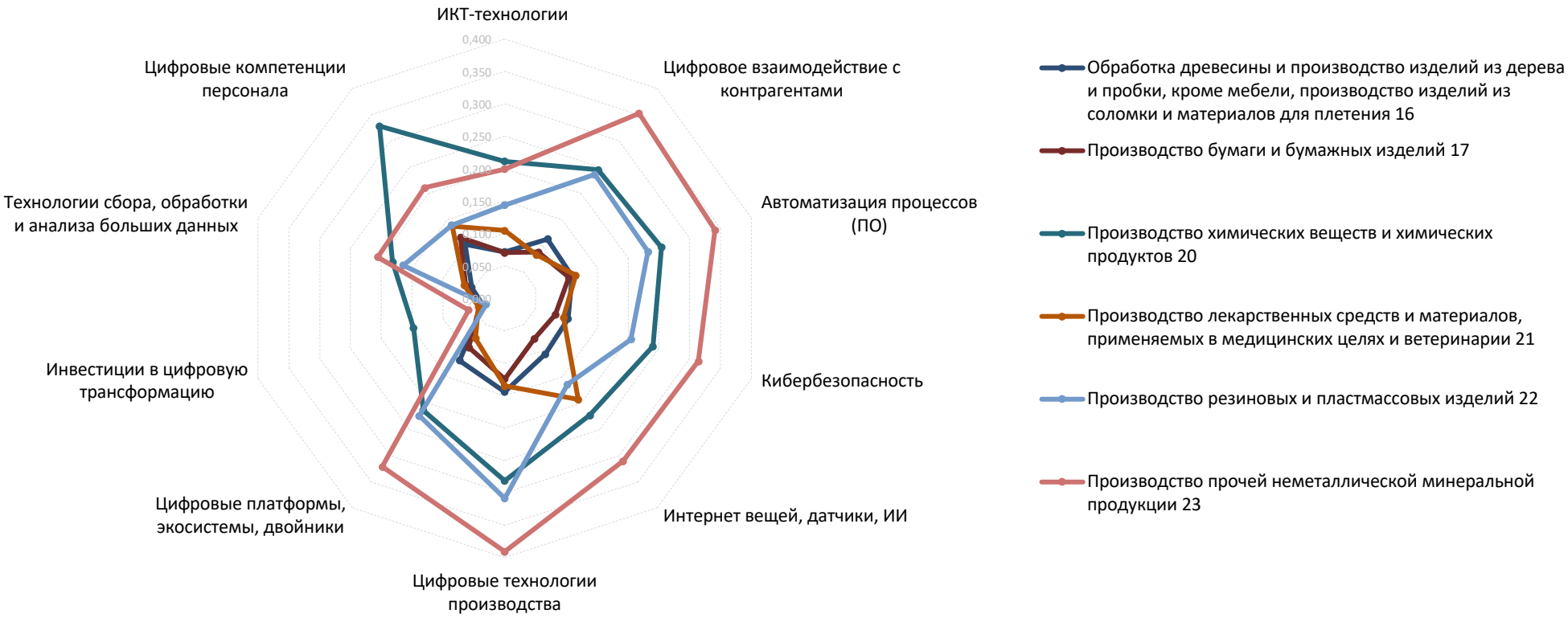


Рисунок 15 – Цифровые профили обрабатывающих отраслей промышленности (химическая и деревообрабатывающая промышленность, промышленность стройматериалов) в 2025 году

Источник: составлено автором



Рисунок 16 – Цифровые профили инфраструктурных отраслей промышленности в 2025 году

Источник: составлено автором

Таблица 11

Рейтинг отраслей промышленности по уровню цифровой трансформации

Отрасль промышленности	**Код ОКВЭД**	**2023**	**2024**	**2025**
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	35	0,8902	0,9100	0,8865
Производство пищевых продуктов	10	0,5253	0,5600	0,5537
Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	25	0,3019	0,3090	0,3518
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	26	0,2694	0,2620	0,2467
Производство прочей неметаллической минеральной продукции	23	0,2191	0,2460	0,2439
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	28	0,2443	0,2430	0,2366
Ремонт и монтаж машин и оборудования	33	0,2195	0,2360	0,2085
Производство химических веществ и химических продуктов	20	0,2214	0,2290	0,2278
Забор, очистка и распределение воды	36	0,1792	0,2170	0,1959

Отрасль промышленности	Код ОКВЭД	2023	2024	2025
Производство металлургическое	24	0,2049	0,1980	0,2052
Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	09	0,1661	0,1900	0,1681
Производство резиновых и пластмассовых изделий	22	0,1661	0,1750	0,1624
Производство электрического оборудования	27	0,1474	0,1700	0,1711
Производство прочих транспортных средств и оборудования	30	0,1709	0,1560	0,1631
Сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья	38	0,1187	0,1500	0,1380
Производство напитков	11	0,1829	0,1450	0,1337
Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	29	0,1542	0,1400	0,1331
Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	21	0,1007	0,1100	0,0968
Добыча нефти и природного газа	06	0,1089	0,1050	0,1075
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	16	0,0888	0,0870	0,0892
Добыча прочих полезных ископаемых	08	0,0756	0,0850	0,0769
Производство бумаги и бумажных изделий	17	0,0825	0,0850	0,0823
Добыча металлических руд	07	0,0718	0,0760	0,0783
Производство кокса и нефтепродуктов	19	0,0678	0,0750	0,0640
Производство прочих готовых изделий	32	0,0570	0,0710	0,0653
Сбор и обработка сточных вод	37	0,0402	0,0600	0,0480
Производство текстильных изделий	13	0,0433	0,0580	0,0473
Производство мебели	31	0,0482	0,0530	0,0510
Добыча угля	05	0,0495	0,0500	0,0495
Производство одежды	14	0,0403	0,0490	0,0441
Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	18	0,0478	0,0470	0,0567
Производство кожи и изделий из кожи	15	0,0190	0,0210	0,0178
Производство табачных изделий	12	0,0098	0,0080	0,0074
Предоставление услуг в области ликвидации последствий загрязнений и прочих услуг, связанных с удалением отходов	39	0,0047	0,0070	0,0044

Источник: составлено автором по результатам расчетов

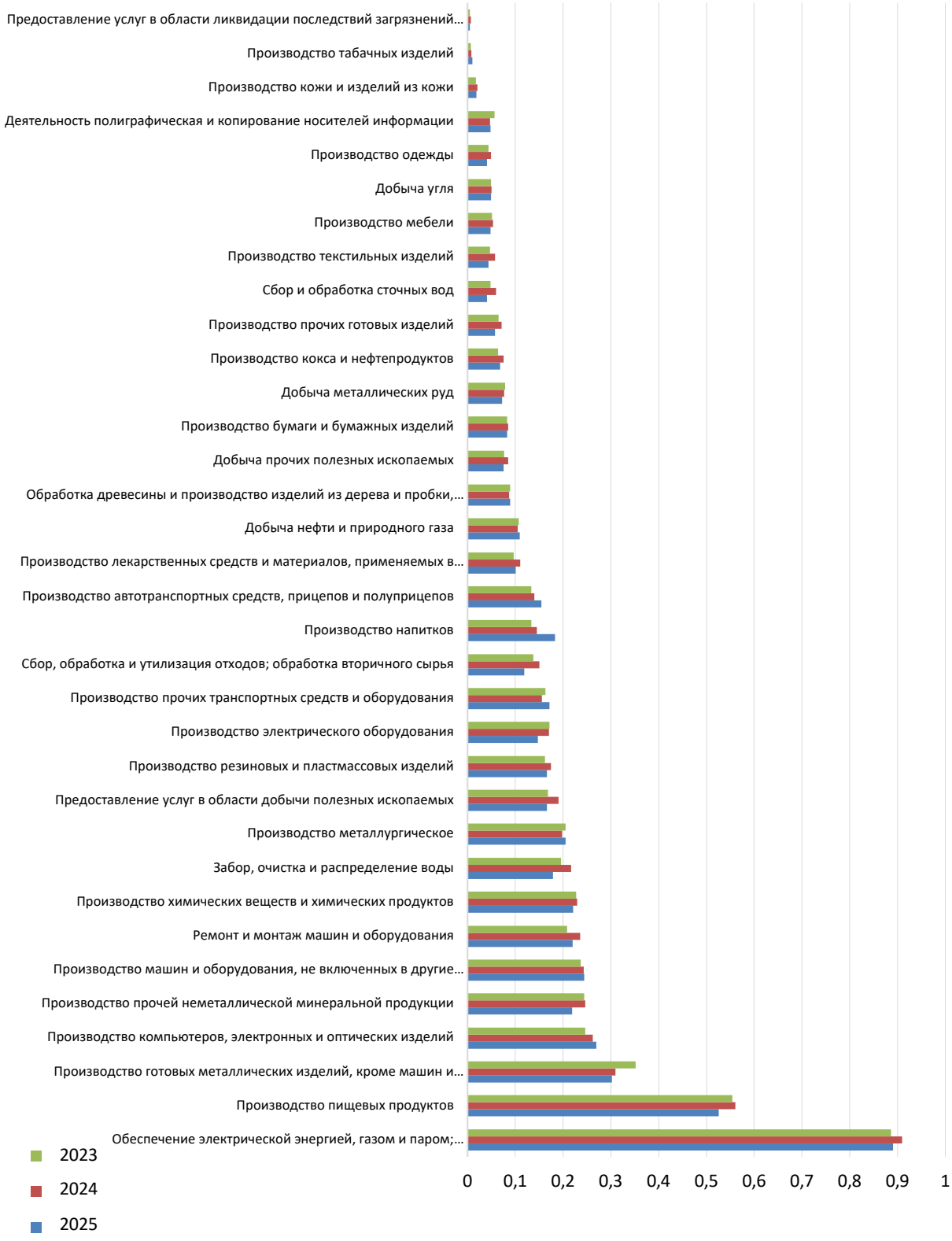


Рисунок 17 – Изменение уровня цифровой трансформации в отраслях промышленности за период 2023 – 2025 гг.

Источник: составлено автором

Анализ за 2023–2025 гг. показывает устойчивое лидерство обеспечения электрической энергией, газом и паром, а также кондиционирования воздуха. В 2025 году индекс этой отрасли немного снизился, но ее позиция сохранилась. Производство пищевых продуктов также остается среди лидеров.

2.4. Матрицы результативности цифровой трансформации промышленности

Матрицы результативности связывают достигнутый уровень цифровой трансформации промышленности с ресурсами, затраченными на процессы цифровизации и динамикой выпуска. Такое сопоставление помогает определить управленческую ситуацию и перейти от описания технологий к диагностике результатов.

Матрица результативности показывает относительное положение отраслей по двум связанным признакам. Она выделяет диагностические зоны и возможные меры управления. Сама матрица не доказывает экономическую эффективность или причинное влияние цифровых затрат на выпуск. Для этого необходимы денежные потоки проектов, натуральные показатели, временные лаги и внешние факторы. В работе результативность понимается как согласованность цифрового состояния, использованных ресурсов и наблюдаемой производственной динамики.

Для построения матриц используются два соотношения:

1) «уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций в цифровую трансформацию»;

2) «среднегодовой индекс промышленного производства – затраты на цифровую трансформацию на 1 руб. выпуска промышленной продукции».

Первая матрица сопоставляет вложенные ресурсы с достигнутым цифровым состоянием. Вторая показывает сочетание цифровой затратоемкости и производственной динамики. Их совместное применение ограничивает одностороннюю интерпретацию. Высокий цифровой уровень сам по себе не доказывает

производственного эффекта. Рост выпуска также нельзя полностью объяснять цифровыми вложениями.

Единица анализа – вид экономической деятельности i в году t. Первая матрица использует профиль из п. 2.3 и инвестиционный параметр для 34 видов деятельности. Вторая строится по индексу промышленного производства и цифровым затратам на единицу выпуска. Показатели сопоставляются за один период. Если учитывается временной лаг, его величина задается заранее.

Ресурсная ось делится по медиане сопоставимой выборки. Этот порог мало зависит от отдельных очень крупных значений. Для технологически разных производств медианы рассчитываются по группам. Общая матрица для 34 видов деятельности служит сводной диагностикой промышленности. Значение точно на границе относится к верхней категории. Устойчивость классификации проверяется при квартильных порогах и сглаживании затрат за три года.

Таблица 12

Характеристики матриц результативности цифровой трансформации промышленности

Матрица	**Вертикальная ось**	**Горизонтальная ось**	**Пороговые значения**	**Результат**
1. «Уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций в цифровую трансформацию»	Индекс профиля цифровой трансформации по 9 параметрам (без инвестиций)	Нормированный инвестиционный параметр; дополнительно – абсолютные затраты (диаметр кругов)	Медианы по году и сопоставимой группе	Четыре зоны цифровой результативности инвестиций в цифровую трансформацию
2. «Среднегодовой индекс промышленного производства – затраты на цифровую трансформацию на 1 руб. выпуска промышленной продукции»	Среднегодовой индекс промышленного производства	Затраты на цифровизацию на 1 млн руб. выпуска	Вертикальная ось: 100 и 110% Горизонтальная ось: медиана выборки	Шесть зон производственной результативности инвестиций в цифровую трансформацию

Источник: составлено автором

Матрица «уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций в цифровую трансформацию»

Полный индекс I_{it} из п. 2.3 содержит инвестиции в составе параметра 8. Если использовать его вместе с отдельной инвестиционной осью, вложения будут менять обе координаты. Чтобы исключить этот двойной учет, по вертикали откладывается $I^{(-8)}_{it}$ без инвестиционной компоненты. Горизонтальная координата V_{it} соответствует нормированному параметру 8.

$$I^{(-8)}_{it} = \left(\prod z_{ikt}\right)^{1/9},\ k \in \{1,\dots,10\}, k \neq 8 \quad (3)$$

$$V_{it} = z_{i8t} \quad (4)$$

$$m^{I}(g,t) = med_i \in g\left(I^{(-8)}_{it}\right) \quad (5)$$

$$m^{V}(g,t) = med_i \in g(V_{it}) \quad (6)$$

Горизонтальная координата показывает относительную обеспеченность инвестициями в данном году. Она не отражает напрямую абсолютное изменение затрат. Поэтому переход между зонами проверяется по исходным расходам в текущих ценах. При наличии дефлятора используются также сопоставимые цены. Для капиталоемких проектов полезно учитывать трехлетнее среднее или накопленные вложения. Эффект инфраструктуры может проявляться позже года инвестирования.

Названия зон обозначают гипотезу для дальнейшей проверки. «Инвестиционный разрыв» может возникнуть из-за неэффективной реализации, временного лага или поздней закупки оборудования. Возможна и повышенная стоимость цифровизации в отрасли. «Накопленная цифровая отдача» может отражать эффективное использование прежних вложений либо временное недоинвестирование. Для окончательного вывода необходим дополнительный анализ.

Таблица 13

Диагностические зоны матрицы «цифровое состояние – инвестиции»

Цифровое состояние $I^{(-8)}$ / инвестиции V	**V ниже медианы**	**V не ниже медианы**
$I^{(-8)}$ не ниже медианы	*Накопленная цифровая отдача* Высокое цифровое состояние поддерживается при сравнительно низкой текущей инвестиционной обеспеченности. Решение: тиражировать практики и проверить риск недоинвестирования в обновление.	*Инвестиционно обеспеченная цифровизация* Высокое цифровое состояние сочетается с инвестициями выше медианы. Решение: управлять портфелем по эффектам, масштабировать совместимые решения, не допуская роста затрат без интеграции.
$I^{(-8)}$ ниже медианы	*Цифровой дефицит* Низкие значения обеих координат. Решение: закрывать базовые разрывы инфраструктуры, данных и компетенций; применять адресные меры поддержки.	*Инвестиционный разрыв* Инвестиции выше медианы пока не преобразованы в сопоставимое цифровое состояние. Решение: проверить временной лаг, качество проектов, интеграцию систем и готовность процессов.

Источник: составлено автором

Таблица 14

Распределение видов деятельности по матрице «уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций в цифровую трансформацию», 2025 г.

Диагностическая зона	**Число отраслей**	**Примеры и коды ОКВЭД2**	**Приоритет управления**
Инвестиционно обеспеченная цифровизация	13	ОКВЭД2 – 35, 10, 25, 23, 28, 26, 20	масштабирование и контроль портфеля эффектов
Накопленная цифровая отдача	4	ОКВЭД2 –36, 22, 38, 11	проверка устойчивости базы и риска недоинвестирования
Инвестиционный разрыв	4	ОКВЭД2 –21, 06, 07, 19	аудит лага, архитектуры, компетенций и проектного управления
Цифровой дефицит	13	ОКВЭД2 –16, 17, 08, 32, 18, 31, 13, 14, 05, 37, 15, 12, 39	формирование базовой инфраструктуры и адресная поддержка

Источник: рассчитано автором

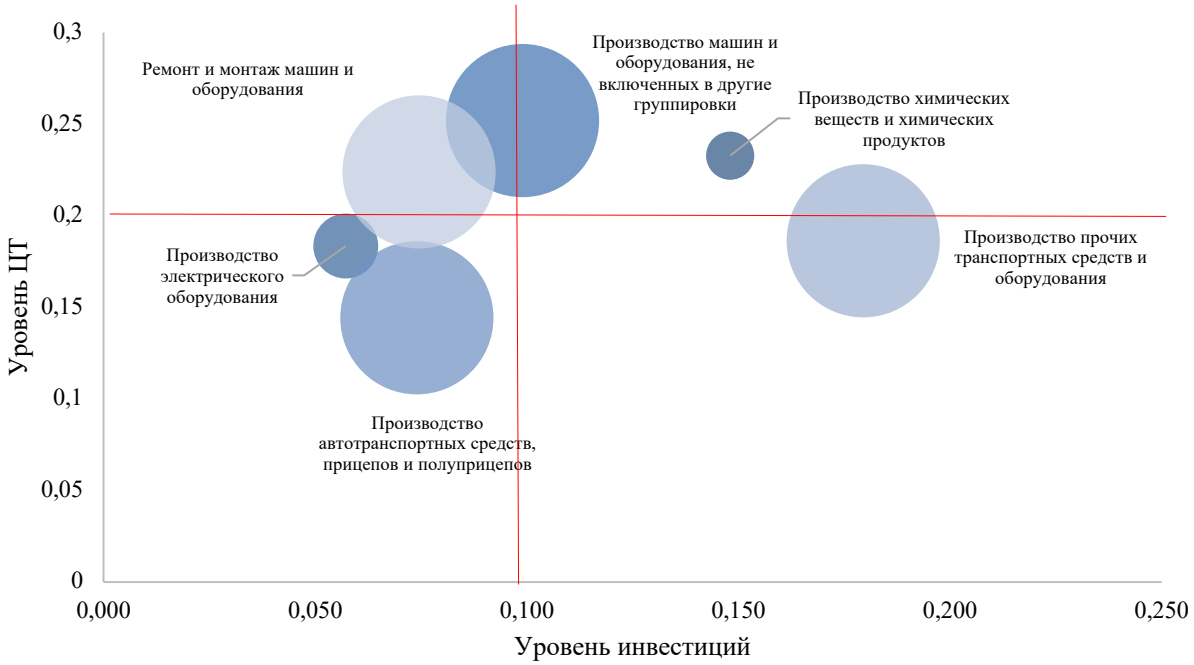


Рисунок 18 – Матрица «уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций в цифровую трансформацию» для среднетехнологичных отраслей промышленности

Источник: составлено автором по результатам расчетов

Распределение за 2025 г. показывает межотраслевую поляризацию. Однако одинаковая зона не означает одинаковых мер поддержки. Например, энергетика и пищевая промышленность различаются технологиями, требованиями надежности и масштабом активов. Поэтому сводная классификация дополняется сравнением внутри технологических групп. Интерпретация также учитывает паттерн, выявленный в п. 2.2.

Матрица «Среднегодовой индекс промышленного производства – затраты на цифровую трансформацию на 1 руб. выпуска промышленной продукции»

Вторая матрица связывает цифровую затратоемкость с динамикой производства. Вертикальная координата G_i равна среднегодовому индексу промышленного производства за T лет. Она рассчитывается как среднее геометрическое. Горизонтальная координата C_i показывает фактические цифровые затраты E_i на 1 руб. выпуска Y_i. Выбранный масштаб удобен для представления и не влияет на относительные позиции отраслей.

$$G_{\mathrm{i}} = [\prod_{t=1}^{\mathrm{T}}(IPP_{\mathrm{i}t} / 100)]^{1/T} \times 100\% \quad (7)$$

$$C_{\mathrm{i}} = E_{\mathrm{i}} / Y_{\mathrm{i}} \quad (8)$$

$$m^{\mathrm{c}} = med_{\mathrm{i}}(C_{\mathrm{i}}) \quad (9)$$

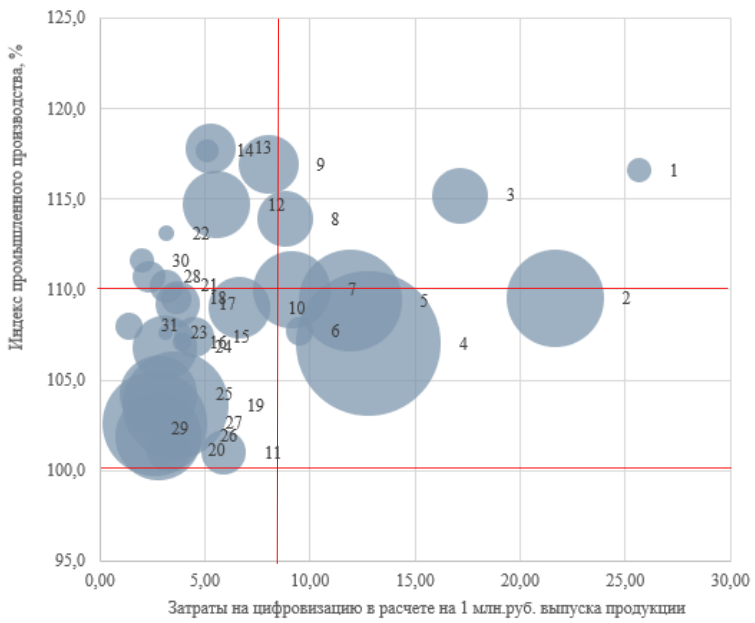
По производственной оси выделены три диапазона. При G < 100% выпуск сокращается. При 100% ≤ G ≤ 110% наблюдается умеренная положительная динамика, при G > 110% – ускоренный рост. Граница 100% отделяет снижение от роста. Порог 110% выделяет более высокую динамику. Затратная ось разделяется на значения ниже медианы и не ниже нее. Сочетание диапазонов дает шесть зон.

Таблица 15

Диагностические зоны матрицы «Среднегодовой индекс промышленного производства – затраты на цифровую трансформацию на 1 руб. выпуска промышленной продукции»

Производственная динамика G / удельные затраты C	**C ниже медианы**	**C не ниже медианы**
Ускоренный рост: G > 110%	*Интенсивная производственная отдача* Рост при низкой цифровой затратоемкости. Масштабировать решения после проверки устойчивости эффекта и отсутствия недофинансирования.	*Инвестиционно поддерживаемый рост* Рост сопровождается высокими удельными затратами. Контролировать окупаемость, тиражируемость и снижение затрат после выхода из проектной фазы.
Умеренная динамика: 100% ≤ G ≤ 110%	*Экономная стабилизация* Умеренная динамика при низких затратах. Выявить нецифровые ограничения и точечно усиливать решения с измеримым производственным эффектом.	*Затратная стабилизация* Умеренная динамика при затратах выше медианы. Проверить лаг отдачи, завершенность интеграции и связь проектов с производственными показателями.
Сокращение: G < 100%	*Структурное сжатие* Снижение выпуска при низкой затратоемкости. Разделить влияние спроса, мощностей и цифрового дефицита; не подменять структурную политику цифровыми расходами.	*Критический разрыв* Снижение выпуска при высоких затратах. Провести проектный аудит, выделить внешний шок и приостановить масштабирование решений без подтвержденного эффекта.

Источник: составлено автором



Индекс промышленного производства, %		низкое значение (меньше медианы)	высокое значение (больше медианы)
	высокий темп (более 110%)	▪добыча металлических руд (2,3 млн.руб.) ▪целлюлозно-бумажная промышленность (4,1 млн.руб.) ▪текстильная промышленность (1 млн.руб.) ▪производство резины и пластмасс (4,2 млн.руб.) ▪деревообработка (2,2 млн.руб.)	▪промышленность медпрепаратов (11,9 млн.руб.) ▪производство машин и оборудования (13,8 млн.руб.) ▪автомобилестроение (17,8 млн.руб.) ▪коммунальное хозяйство (2,3 млн.руб.) ▪кожгалантерейная промышленность (9,9 млн.руб.) ▪мебельная промышленность (2,0 млн.руб.) ▪добыча прочих полезных ископаемых (12,4 млн.руб.)
	умеренный темп (100-110%)	▪добыча угля (2,9 млн.руб.) ▪добыча нефти и газа (42,5 млн.руб.) ▪нефтепереработка (44,8 млн.руб.) ▪добыча металлических руд (7,4 млн.руб.) ▪металлургия (29,8 млн.руб.) ▪химическая промышленность (16,2 млн.руб.) ▪промышленность стройматериалов (7,8 млн.руб.) легкая промышленность (0,7 млн.руб.) ▪пищевая промышленность (23,9 млн.руб.) ▪производство напитков (3,5 млн.руб.) ▪табачная промышленность (0,6 млн.руб.)	▪электронная промышленность (36,7 млн.руб.) ▪электротехническая промышленность (6,1 млн.руб.) ▪транспортное машиностроение (22,9 млн.руб.) ▪электроэнергетика (82,4 млн.руб.) ▪промышленность металлоизделий (41,3 млн.руб.) ▪полиграфическая промышленность (2,9 млн.руб.) ▪услуги по добыче полезных ископаемых (14,9 млн.руб.) ▪ремонт и монтаж машин и оборудования (7,8 млн.руб.) ▪производство прочих готовых изделий (1,3 млн.руб.)
	снижение	-	-
		Затраты на цифровизацию в расчете на 1 млн.руб. выпуска продукции	

Рисунок 19 – Матрица «среднегодовой индекс промышленного производства – затраты на цифровую трансформацию на 1 руб. выпуска промышленной продукции» отраслей промышленности (в скобках указано абсолютное значение бюджета на цифровизацию в 2025 г.)

Источник: составлено автором по результатам расчетов

**Цифрами на рисунке обозначены: 1 - производство кожи и изделий из кожи; 2 - производство компьютеров, электронных и оптических изделий; 3 - добыча прочих полезных ископаемых; 4 - обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха; 5 - производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования; 6 - деятельность полиграфическая и копирование носителей информации; 7 - производство прочих транспортных средств и оборудования; 8 - производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях; 9 - производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки; 10 - предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых; 11 - ремонт и монтаж машин и оборудования; 12- производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов; 13 - водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений; 14 - производство мебели; 15 - производство электрического оборудования; 16 - производство прочих готовых изделий; 17 - производство прочей неметаллической минеральной продукции; 18 - производство напитков; 19 - производство кокса и нефтепродуктов; 20 - добыча металлических руд; 21 - производство бумаги и бумажных изделий; 22 - производство текстильных изделий; 23 - производство одежды; 24 - производство химических веществ и химических продуктов; 25 - производство пищевых продуктов; 26 - производство металлургическое; 27 - добыча нефти и природного газа; 28 - производство резиновых и пластмассовых изделий; 29 - производство табачных изделий; 30 - обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения; 31 – добыча угля*

Применение матриц в управленческом цикле

Матрицы в работе рассчитываются ежегодно по одной и той же логике. Это позволяет не просто один раз определить положение отрасли, а отслеживать, как оно меняется со временем.

Само по себе положение отрасли в конкретной зоне еще не является готовым управленческим решением. Поэтому следующим этапом необходимо провести сравнение полученного результата с предыдущим годом и оценить, в какую сторону переместилась отрасль.

Кроме того, при интерпретации обязательно необходимо учитывать временной лаг. Инвестиции в цифровизацию далеко не всегда дают производственный эффект в том же году. Также на динамику выпуска могут влиять факторы, которые напрямую с цифровизацией не связаны: изменение спроса, санкционные ограничения, загрузка производственных мощностей, состояние отраслевого рынка и другие внешние условия.

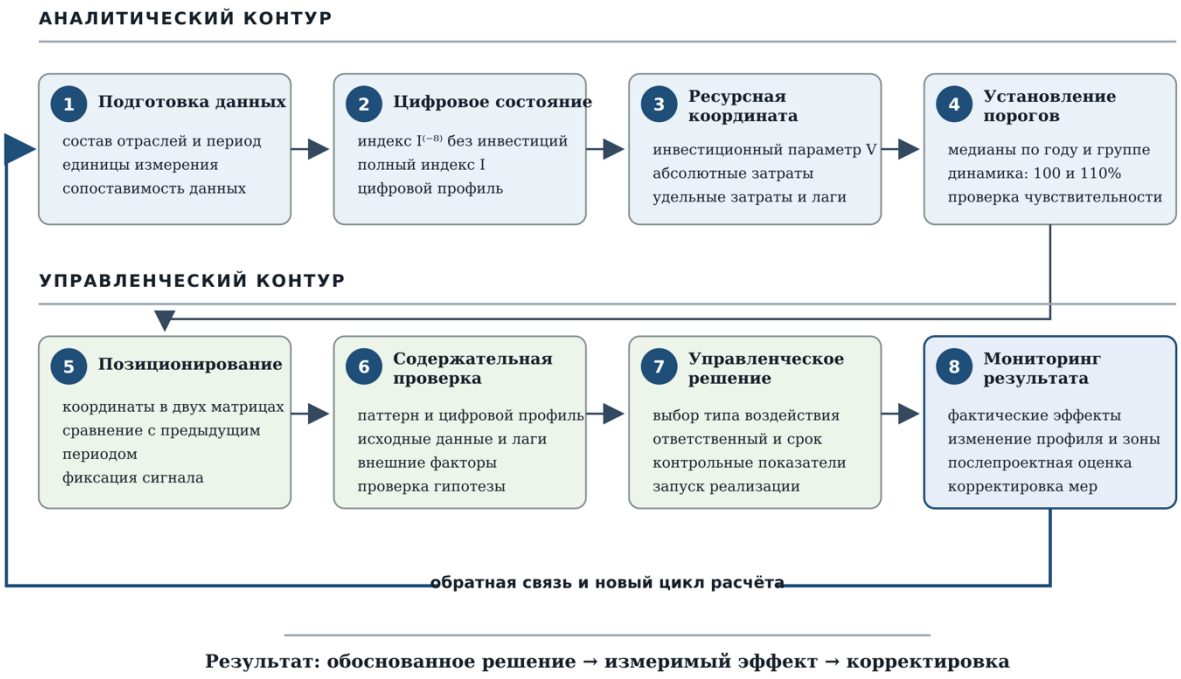


Рисунок 20 – Алгоритм применения матриц в управленческом цикле
Источник: составлено автором

Таблица 16

Переход от матричной диагностики к управленческому действию

Характеристика ситуация	**Решение**
Обе матрицы показывают благоприятную зону	Масштабировать подтвержденные решения
Высокое цифровое развитие при слабой динамике производства	Проверить интеграцию цифровых решений, загрузку мощностей и внешние ограничения
Значительные вложения при низком цифровом уровне	Провести аудит реализуемых проектов по цифровизации
Низкий цифровой уровень при небольших вложениях	Сформировать минимальный цифровой контур и адресную поддержку бизнес-процессов
Платформенный проект без быстрого роста выпуска	Проверить эффект взаимодействия и кооперации участников

Источник: составлено автором

Главный смысл матриц заключается в том, что разные положения отрасли предполагают разные управленческие действия.

Выводы по главе 2

Проведенный во второй главе анализ и систематизация методического инструментария оценки цифровой трансформации промышленности позволили разработать методический инструментарий исследования цифровой трансформации промышленности, включающий в себя:

1) алгоритм выявления отраслевых паттернов цифровой трансформации промышленности, новизна которого заключается в пошаговой оценке показателей, характеризующих три элементы паттерна: шаг 1 – «технологическое ядро» (с выделением четырех стратегических направлений развития технологий), шаг 2 – «организационные изменения и глубина трансформации бизнес-процессов» (на основе восьми типов управленческих задач) и шаг 3 – «внутренние цифровые компетенции» (с дифференциацией по уровням для ИКТ-специалистов, операторов оборудования и пользователей ИИ);

2) методику оценки цифровых профилей отраслей промышленности, отличительной особенностью которой является преодоление узко технологического фокуса существующих моделей за счет комплексной диагностики на основе сбалансированной системы из десяти взаимоувязанных параметров, охватывающих технологические, организационные и кадровые аспекты цифровизации;

3) матрицы оценки результативности цифровой трансформации в отраслях промышленности, построенные на основе двух соотношений: «уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций» и «среднегодовой индекс про-мышленного производства – затраты на цифровую трансформацию на 1 руб. выпуска», новизна которых заключается в возможности оценить экономическую отдачу от затрат на цифровые технологии в контексте динамики промышленного производства и уровня цифрового развития отрасли.

Разработанный методический инструментарий позволяет проводить целостной диагностику цифровой трансформации отраслей промышленности, включая устойчивые отраслевые паттерны, многомерные цифровые профили и оценку результативности инвестиций, что обеспечивает повышение обоснованности управленческих решений в сфере регулирования промышленного развития.

ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

3.1. Структура и функционал цифровой производственной метаплатформы

На основе авторской типологии цифровых промышленных платформ, предложенной в Главе 1, выделен особый тип платформ – цифровые производственные метаплатформы (тип III).

Основной принцип проектирования платформ III типа состоит в выделении двух взаимосвязанных контуров – корпоративного и отраслевого. Корпоративный контур ориентирован на уровень предприятия и опирается на данные внутренних информационных и производственных систем, что позволяет обновлять показатели в режиме, близком к реальному времени. Отраслевой контур фокусируется на отрасли, ориентирован регулятора и использует статистические и административные источники.

Эталонная структура цифровой производственной метаплатформы строится как многоуровневая система, включающая: (1) слой источников данных; (2) слой интеграции и управления качеством данных; (3) слой хранения и витрин данных (корпоративный и отраслевой контуры); (4) единый расчетный модуль показателей и индексов, реализующий алгоритмы авторских методик (Глава 2); (5) аналитический контур пользовательских сервисов.

На рисунке 21 представлена схема структуры, отражающая разделение на корпоративный и отраслевой контуры при общей системе показателей и единых правилах расчета.

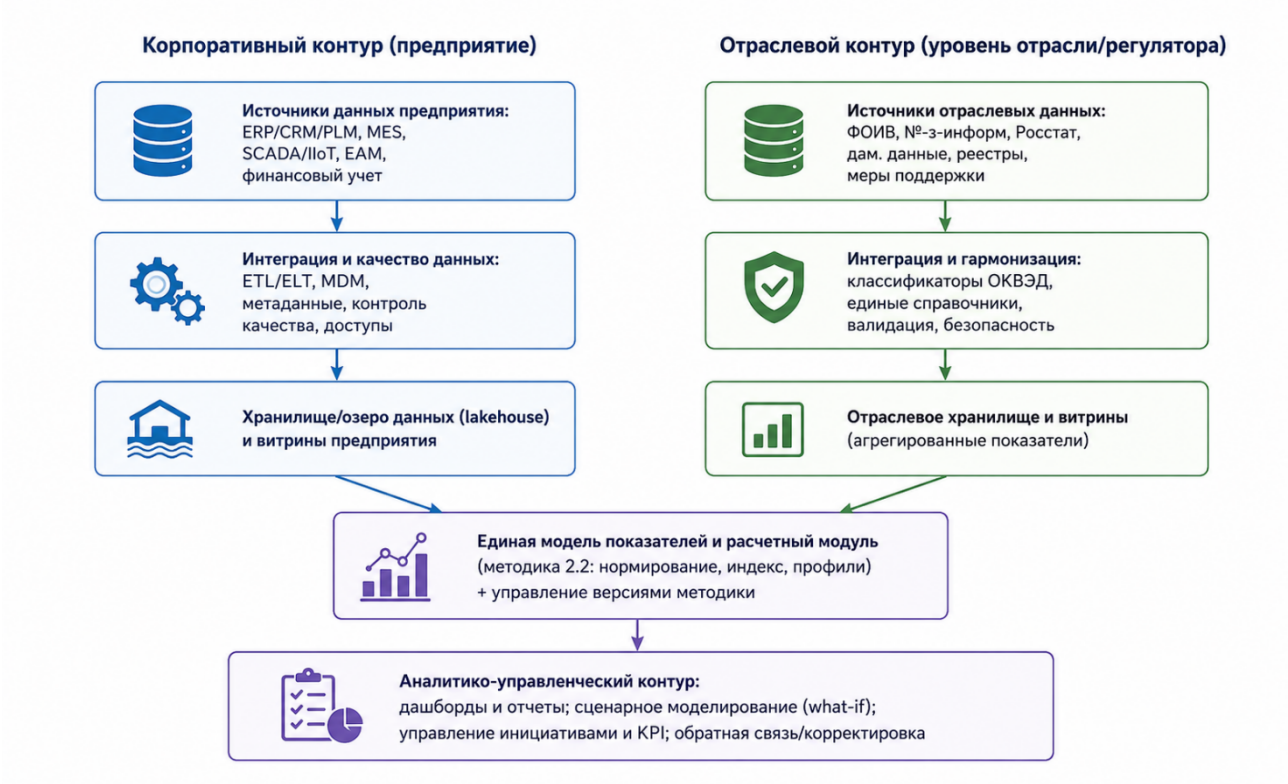


Рисунок 21 – Двухконтурная эталонная структура цифровой производственной метаплатформы

Источник: составлено автором

На уровне предприятия платформа обеспечивает оперативный мониторинг в режиме реального времени. Руководство предприятия использует аналитику для формирования цифрового профиля, выявления «узких мест» и оценки влияния инвестиционных решений на интегральный индекс цифровой трансформации. На основе сценарного моделирования принимаются решения о перераспределении ресурсов, корректировке дорожной карты цифровизации или запуске проектов по внедрению роботизированных комплексов. При этом обеспечивается конфиденциальность данных и разграничение прав доступа между подразделениями.

На отраслевом уровне платформа используется для проведения сопоставимого анализа предприятий отрасли, формирования отраслевых отчетов и поддержки принятия управленческих решений на уровне отраслевых министерств. Профильное министерство или отраслевой аналитический центр загружает в

цифровую производственную метаплатформу стандартизированные данные из административных источников, на основе чего рассчитываются усредненные и нормализованные показатели по отрасли. На основе этих данных формируются отраслевые паттерны и цифровые профили отраслей, выявляются тенденции, оценивается результативность государственных программ поддержки цифровизации промышленности. Результаты визуализируются в виде дашбордов и аналитических отчетов.

В соответствии с указанной логикой к платформе предъявляются *три группы требований:* требования к данным, технические требования и, наиболее важные, функциональные требования.

Требования к данным включают возможность агрегации информации из разнородных источников, согласование классификаторов, ведение единых справочников и метаданных, контроль качества данных и т.п. Важным моментом метаплатформы является интеграция данных.

Технические требования охватывают вопросы масштабируемости, отказоустойчивости, производительности, информационной безопасности, интеграционной совместимости и другие аспекты программно-аппаратной реализации платформы, и не являются предметом данного исследования.

Рассмотрим более подробно *функциональные требования* цифровой производственной метаплатформы для промышленности, поскольку они предполагают автоматизированную реализацию задач цифровой платформы под цели основных пользователей.

Эффективность цифровой производственной метаплатформы определяется степенью соответствия создаваемых сервисов ожиданиям и потребностям заинтересованных сторон[318, 319, 320]. В условиях множественности участников

[318] Раменская, Л. А. Взаимодействие цифровых платформ с ключевыми заинтересованными сторонами: контент-анализ / Л. А. Раменская // Управленец. – 2021. – Т. 12, № 5. – С. 96-106. – DOI 10.29141/2218-5003-2021-12-5-7. – EDN XCHFOL.

[319] Карпов, Н. А. Особенности стейкхолдер-менеджмента в цифровых платформах и экосистемах / Н. А. Карпов // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 3(62). – С. 788-792. – EDN GJVHZL.

[320] Попов, Е. В. Трансакционная конфигурация цифровых преобразований стейкхолдеров бизнес-экосистемы / Е. В. Попов, А. Д. Тихонова, В. А. Бичурин // Журнал прикладных исследований. – 2025. – № 8. – С. 92-104. – DOI 10.47576/2949-1878.2025.8.8.012. – EDN IBUEON.

платформенной экосистемы от органов государственной власти и промышленных предприятий до научных организаций и частных инвесторов возникает необходимость формализации их целевых установок, поскольку именно они задают вектор развития платформы, определяют требования к составу данных, аналитическим инструментам и механизмам взаимодействия[321,322]. Без четкого понимания того, какие задачи решает каждая группа стейкхолдеров и инвесторов, невозможно обоснованно определить приоритетность функциональных блоков платформы, оценить их ценность для конечных пользователей.

Для оценки функциональных требований и эффективности самой функциональной структуры цифровой производственной метаплатформы целесообразно применять аппарат функционально-стоимостного анализа (далее – ФСА), позволяющий сопоставить значимость каждой функции с затратами на ее реализацию и эксплуатацию[323, 324, 325, 326, 327, 328]. Формализация ФСА строится на последовательном расчете ряда показателей, основанных на экспертных оценках.

Первым этапом является определение полезности каждой функции цифровой платформы. Значимость *i*-й функции (*Si*) оценивается через ее вклад в достижение целей стейкхолдеров и инвесторов. Для этого формируется матрица «функции-цели», в которой для каждой пары «функция *i* – цель *k*» экспертно

---

321 Попов, Е. В. Трансакционный конфигуратор институтов взаимодействия стейкхолдеров экосистемы прикладной цифровой платформы / Е. В. Попов, В. Л. Симонова, В. В. Черепанов // Журнал институциональных исследований. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 35-47. – DOI 10.17835/2076-6297.2023.15.4.035-047. – EDN MTXEKQ.

322 Попов, Е. В. Дифференция воздействия стейкхолдеров на институты экосистемы / Е. В. Попов // Журнал институциональных исследований. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 59-70. – DOI 10.17835/2076-6297.2021.13.4.059-070. – EDN JNUCQR.

323 Джаубаева, Ф. Ю. Функционально-стоимостной анализ: сущность и этапы реализации / Ф. Ю. Джаубаева // Вестник университета. – 2015. – № 7. – С. 180-183. – EDN UIKCCH.

324 Гребенщикова, А. Д. Функционально-стоимостной анализ - эффективный инстурмент управленческого учета / А. Д. Гребенщикова, Л. И. Чернышова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2023. – № 1(67). – С. 45-51. – EDN LFEHQI.

325 Управление публичными информационными системами: функционально-стоимостной анализ / Д. С. Федосеев, А. Д. Нерослов, В. П. Мохов, И. В. Митрофанова // Теория и практика общественного развития. – 2024. – № 10(198). – С. 122-134. – DOI 10.24158/tipor.2024.10.16. – EDN ZVDBLR.

326 Брызгалов, А. А. Экономическая модель построения архитектуры сетевого предприятия / А. А. Брызгалов, Ю. Ф. Тельнов // Статистика и Экономика. – 2022. – Т. 19, № 6. – С. 53-62. – DOI 10.21686/2500-3925-2022-6-53-62. – EDN XGBFBQ.

327 Озорнин, С. Ю. Метод оценки ценности для промышленного предприятия, получаемой в результате реализации инновационного цифрового проекта / С. Ю. Озорнин, Н. Г. Терлыга // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 7. – С. 3613-3624. – DOI 10.18334/epp.14.7.121418. – EDN HFHOFI.

328 Князькова, В. С. Развитие функционально-стоимостного анализа и особенности его применения при проектировании программных продуктов / В. С. Князькова // π-Economy. – 2022. – Т. 15, № 5. – С. 111-121. – DOI 10.18721/JE.15507. – EDN FIAOLR.

устанавливается степень влияния r_{ik} (по шкале от 0 до 1, где 0 – влияние отсутствует; 0,1-0,3 – слабое влияние; 0,4-0,6 – умеренное влияние; 0,7-0,9 – сильное влияние; 1,0 – определяющее влияние).С учетом весов целей w_k, отражающих их приоритетность для развития платформы, интегральная значимость функции вычисляется по формуле:

$$S_i = \sum_{k=1}^{m} w_i \cdot r_{ik} \quad (10)$$

где m – общее число целей стейкхолдеров и инвесторов; $\sum w_i = 1$.

Для обеспечения сопоставимости абсолютные значения значимости нормируются, что позволяет перейти к относительным коэффициентам значимости:

$$\alpha_i = \frac{S_i}{\sum_{j=1}^{n} S_j} \quad (11)$$

где n – число анализируемых функций платформы; $\alpha_i \in [0; 1]$; $\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1$; α_i показывает долю функции в совокупной ценности платформы для пользователей.

Аналогичным образом определяется относительная стоимость реализации каждой функции (C_i). В случае, если отсутствуют расчетные абсолютные значения затрат, то относительная ресурсоемкость реализации функций оценивается экспертно. Оценка производится с использованием балльной шкалы, где 1 – средняя ресурсоемкость; 2 – высокая ресурсоемкость; 3 – очень высокая ресурсоемкость.

Экспертные баллы ресурсоемкости нормируются следующим образом:

$$\beta_i = \frac{C}{\sum_{j=1}^{n} C_j} \quad (12)$$

где n – число анализируемых функций платформы; $\beta_i \in [0; 1]$; $\sum_{i=1}^{n} \beta_i = 1$; β_i показывает долю функции в совокупной ресурсоемкости платформы.

Основным индикатором ФСА является коэффициент функционально-стоимостной сбалансированности:

$$K_i = \frac{\alpha_i}{\beta_i} \quad (13)$$

При K_i>1 значимость функции превышает ее долю в ресурсоемкости, что указывает на потенциальную финансовую недооценку данной функции и целесообразность перераспределения ресурсов в ее пользу. При K_i<1 затраты на функцию избыточны относительно ее полезности, что требует либо оптимизации издержек, либо пересмотра функциональных требований. Значение K_i=1 говорит о сбалансированности функции.

Для оценки рациональности функциональной структуры платформы может использоваться показатель функционально-стоимостной диспропорции:

$$D = \sum_{i=1}^{n} |\alpha_i - \beta_i| \quad (14)$$

Чем ближе D к нулю, тем более гармонично распределены ресурсы между функциями с точки зрения их значимости. Однако на практике полное равенство долей не всегда достижимо и целесообразно. Так, например, обеспечивающие функции могут иметь высокую стоимость при умеренной значимости.

Поскольку цели у разных стейкхолдеров различаются, итоговая оценка функции формируется как среднее арифметическое коэффициентов Ki по всем группам:

$$\overline{K} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^{L} K_i^{(l)} \quad (15)$$

где L – число групп стейкхолдеров, $K_i^{(l)}$ – коэффициент сбалансированности i-й функции для l-й группы.

Предложенный аппарат ФСА применим как на этапе проектирования цифровой производственной метаплатформы для обоснования выбора состава функций, так и в процессе ее эксплуатации для периодического мониторинга эффективности. При этом экспертные оценки значимости r_{ik} и весов целей w_k должны актуализироваться по мере изменения стратегических приоритетов стейкхолдеров.

При обосновании структуры цифровой платформы промышленности необходимо уделить внимание подходу к *оценке эффектов для пользователей*, что также непосредственно связано с функционалом платформы[329],[330].

Для цифровых платформ характерна принципиально иная динамика накопления эффектов, нежели для традиционных производственных или инфраструктурных систем[331]. Если классические инвестиционные проекты подчиняются логике линейного или затухающего роста, при которой каждый дополнительный рубль вложений дает примерно одинаковый или убывающий прирост результата, то платформенные решения демонстрируют нелинейную, самоподдерживающуюся динамику, при которой эффект от каждого последующего шага развития может превышать эффект предыдущего.

Это означает, что линейная экстраполяция, основанная на простом переносе прошлых темпов роста на будущие периоды, неприменима для оценки развития цифровой платформы, поскольку она систематически недооценивает потенциал системы на зрелых стадиях и одновременно не учитывает возможные задержки эффектов на ранних этапах. Вместо линейной экстраполяции при обосновании стратегии развития цифровой метаплатформы в промышленности целесообразно опираться на две фундаментальные закономерности цифровой экономики, которые в совокупности объясняют механизм возникновения нелинейных эффектов[332],[333].

Первая закономерность связана с законом Мура, который в приложении к платформенной экономике корректнее интерпретировать как закон ускоряющейся отдачи. Суть его состоит в том, что по мере накопления вычислительных мощностей, совершенствования алгоритмов обработки данных и расширения

---

[329] Кузовкова, Т. А. Понятие ценности цифровых платформ и методы оценки синергии их эффективности / Т. А. Кузовкова, А. Д. Кузовков, И. М. Шаравов // Век качества. – 2022. – № 3. – С. 73-96. – EDN ZFHVFO.
[330] Пономарев, А. И. Методические подходы к оценке стоимости цифровых платформ и их апробация на примере МКПАО ВК / А. И. Пономарев // Финансовый менеджмент. – 2026. – № 9. – С. 161-166. – EDN JZMKSR.
[331] Харченко, К. В. Трансформация экономических законов в условиях цифровой экономики / К. В. Харченко // Вестник Академии знаний. – 2026. – № 1(72). – С. 523-526. – EDN MYIGIQ.
[332] Кузовкова, Т. А. Понятие ценности цифровых платформ и методы оценки синергии их эффективности / Т. А. Кузовкова, А. Д. Кузовков, И. М. Шаравов // Век качества. – 2022. – № 3. – С. 73-96. – EDN ZFHVFO.
[333] Розанова, Н. М. Механизм трансформации сетевого рынка в цифровую эпоху / Н. М. Розанова, А. В. Юшин // Terra Economicus. – 2015. – Т. 13, № 1. – С. 73-88. – EDN TRVCYV.

практики повторного использования программных компонентов стоимость обработки единицы данных и совершения одной транзакции снижается экспоненциально, а производительность платформы растет лавинообразно[334].

В классической формулировке закон Мура описывает экспоненциальный рост числа транзисторов на кристалле. В приложении к цифровой производственной метаплатформе закон Мура трансформируется в закон ускоряющейся отдачи[335], согласно которому удельная стоимость обработки данных и транзакций снижается экспоненциально по мере накопления инфраструктуры и неоднократного использования компонентов:

$$C_t = C_0 \cdot e^{-\lambda(t-t_0)} \quad (16)$$

где C(t) – удельная ресурсоемкость обработки единицы данных или одной транзакции в момент времени t; C_0 – удельная ресурсоемкость на начальном этапе; $\lambda>0$ – коэффициент ускорения отдачи, отражающий скорость накопления эффектов; $t-t_0$ – период эксплуатации платформы.

Соответственно, производительность платформы, под которой понимается число обрабатываемых показателей, транзакций или подключенных источников в единицу времени, растет экспоненциально:

$$Q(t) = Q_0 . e^{-\lambda(t-t_0)} \quad (17)$$

где Q(t) – производительность платформы в момент t; Q_0 – базовая производительность; λ – тот же коэффициент ускорения, что и в формуле выше.

Вторая закономерность описывается законом Меткалфа, согласно которому ценность сети, а в более широком смысле – ценность платформы, пропорциональна квадрату числа ее участников. Применительно к цифровой производственной метаплатформе это означает, что каждое новое подключенное предприятие увеличивает число возможных кооперационных связей не на единицу, а на

[334] Коваленко, А. И. Сетевой эффект как признак доминирующего положения цифровых платформ / А. И. Коваленко // Современная конкуренция. – 2020. – Т. 14, № 1(77). – С. 18-37. – DOI 10.37791/1993-7598-2020-14-1-18-37. – EDN QAQKWY.

[335] Харченко, К. В. Трансформация экономических законов в условиях цифровой экономики / К. В. Харченко // Вестник Академии знаний. – 2026. – № 1(72). – С. 523-526. – EDN MYIGIQ.

количество уже подключенных участников[336].Если к платформе подключено N предприятий, то потенциальное число двусторонних связей между ними составляет величину порядка $N^2/2$. Соответственно, при подключении N+1-го предприятия число потенциальных кооперационных пар возрастает на N, а не на один.

Классическая формулировка закона Меткалфа утверждает, что ценность сети пропорциональна квадрату числа ее участников. Для цифровой производственной метаплатформы целесообразно использовать уточненную формулировку, учитывающую, что число возможных двусторонних связей между N участниками определяется числом сочетаний:

$$V = k \cdot \frac{N(N-1)}{2} \quad (18)$$

При больших N величина $\frac{N(N-1)}{2}$ асимптотически приближается к $\frac{N^2}{2}$, что соответствует классической формулировке.

Приращение ценности при подключении нового участника рассчитывается по формуле:

$$\Delta V = V(N) - V(N-1) = k \cdot (N-1) \quad (19)$$

Каждое новое подключенное предприятие увеличивает совокупную ценность платформы на $k \cdot (N-1)$, то есть пропорционально числу уже подключенных участников. Именно этот механизм лежит в основе таких функций метаплатформы, как маркетплейс производственных заказов, база данных компетенций и мощностей, а также модуль трансфера технологий. Чем больше промышленных предприятий, научных организаций и инвесторов участвует в платформе, тем выше вероятность нахождения оптимального партнера. При этом ценность платформы для каждого отдельного участника также возрастает, поскольку он получает доступ ко все более широкому кругу потенциальных контрагентов, что, в

[336] Шайдуллин, А. И. Влияние сетевых эффектов на цифровые платформы: теоретические положения и эмпирический анализ / А. И. Шайдуллин // Российский журнал менеджмента. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 401-429. – DOI 10.21638/spbu18.2024.303. – EDN PVBYLC.

свою очередь, стимулирует подключение новых участников и запускает положительную обратную связь[337].

3.2. Основные элементы механизма формирования и развития цифровых промышленных платформ

Обоснованная в параграфе 3.1 эталонная структура цифровой производственной метаплатформы в промышленности благодаря сочетанию корпоративного и отраслевого контуров является наиболее предпочтительной для цифровой трансформации отраслей. Для формирования и развития подобных цифровых платформ предлагается *организационно-экономический механизм,* который представляет собой многоуровневую и многосубъектную систему взаимоувязанных действий, процедур и институциональных решений, обеспечивающую полный жизненный цикл платформы (рисунок 22).

Данный механизм запускается в тот момент, когда стейкхолдеры, осознавая потребность в цифровой трансформации отрасли, *инициируют процесс создания платформенного решения, способного объединить разрозненных участников промышленного рынка*. Особенность этого механизма связана с необходимостью одновременного учета технологических, организационных, правовых и финансовых аспектов.

На рисунке 23 представлен алгоритм создания цифровой платформы и варианты ее финансирования. Первым этапом механизма выступает проведение стратегической сессии, в которой принимают участие представители всех групп стейкхолдеров. В ходе этой сессии выявляются целей и запросы будущих пользователей к функционалу платформы.

[337] Орехов, В. Д. Исследование новых тенденций и закономерностей воздействия цифровой экономики на производительность труда / В. Д. Орехов, М. С. Мельник, О. С. Причина // Проблемы экономики и юридической практики. – 2018. – № 2. – С. 20-25. – EDN UOKIYA.

В рамках исследования научной литературы были обоснованы *стейкхолдеры цифровой производственной метаплатформы и сформулированы их цели* (таблица 17).

Таблица 17

Цели стейкхолдеров и инвесторов цифровой производственной метаплатформы в промышленности

Субъект	Основные цели участия в создании и развитии ЦП
СТЕЙКХОЛДЕРЫ (ПОЛЬЗОВАТЕЛИ)	
ГОСУДАРСТВО (органы власти; государственные институты развития)	– получение инструментов для мониторинга и анализа состояния промышленности в реальном времени; – повышение эффективности государственного управления и контроля за промышленными процессами; – стимулирование промышленной кооперации и импортозамещения; – обеспечение прозрачности загрузки производственных мощностей; – достижение национальных целей цифровой трансформации экономики
БИЗНЕС (крупные промышленные предприятия; МСП; отраслевые союзы)	– оптимизация производственных процессов и снижение издержек за счет цифровизации; – поиск новых заказов, партнеров и рынков сбыта через механизмы производственной кооперации; – повышение загрузки собственных производственных мощностей; – доступ к аналитике и данным для принятия стратегических решений; – снижение транзакционных издержек при взаимодействии с контрагентами и государством
НАУКА (научные организации; университеты; проектные организации)	– получение доступа к актуальным промышленным данным для проведения прикладных и фундаментальных исследований; – внедрение результатов научных разработок и инноваций в реальный сектор экономики; – коммерциализация интеллектуальной собственности; – участие в подготовке кадров для цифровой промышленности
ИНВЕСТОРЫ	
ГОСУДАРСТВО (органы власти; государственные институты развития)	– обеспечение национальной безопасности и технологического суверенитета; – создание инфраструктуры для устойчивого экономического роста; – привлечение частных инвестиций в развитие промышленности; – эффективное расходование бюджетных средств с долгосрочным социально-экономическим эффектом; – контроль над стратегическими объектами информационной инфраструктуры
ЧАСТНЫЙ БИЗНЕС (крупные	– получение прибыли на вложенный капитал; – создание нового высокодоходного бизнес-направления;

промышленные предприятия; IT-компании)	– доступ к долгосрочным и стабильным контрактам (в т.ч.с государством); – закрепление прав собственности на созданные объекты и технологии; – участие в управлении платформой и контроль над ключевыми данными

Источник: составлено автором

Пользователи платформы структурированы по трем макрогруппам:

– во-первых, государство, представленное органами власти различного уровня и государственными институтами развития, которые заинтересованы в получении объективных данных для управления промышленностью и мониторинга производственных процессов;

– во-вторых, бизнес, включающий крупные промышленные предприятия, субъекты малого и среднего предпринимательства, а также отраслевые союзы и ассоциации, для которых платформа становится инструментом производственной кооперации, поиска партнеров и оптимизации загрузки мощностей;

– в-третьих, наука, представленная научно-исследовательскими организациями, университетами и проектными институтами, которым платформа предоставляет доступ к актуальным данным для проведения исследований и возможность внедрения разработок в реальный сектор экономики.



Рисунок 22 – Организационно-экономический механизм формирования и развития цифровой промышленной платформы

Источник: составлено автором



Рисунок 23 – Алгоритм создания цифровой платформы и варианты ее финансирования

Источник: составлено автором

Только после синтеза этих разнородных запросов *формируется детализированное техническое задание на создание цифровой платформы*, которое становится основой для всех последующих проектных работ.

Параллельно с техническим проектированием запускается экономический блок механизма, связанный с оценкой затрат и поиском источников финансирования. Производится детальная *оценка стоимости создания цифровой платформы с применением методов функционально-стоимостного анализа*, который позволяет определить экономическую эффективность каждого закладываемого функционального модуля.

На этом этапе к процессу подключаются потенциальные инвесторы цифровой платформы. *Инвестиционный пул также имеет двухкомпонентную структуру*: с одной стороны, государство в лице органов власти и институтов развития, способное предоставить бюджетные средства или грантовую поддержку; с другой стороны, частный бизнес, прежде всего крупные промышленные предприятия и IT-компании, заинтересованные в использовании платформы и готовые вкладывать средства в ее создание в обмен на будущие преференции или долю в доходах.

Критически важным элементом экономического механизма является *выбор вариантов монетизации создаваемой платформы*, которые могут включать подписные модели, транзакционные сборы, плату за расширенную аналитику или государственное субсидирование эксплуатации. Одновременно с этим решается *вопрос о распределении прав собственности на элементы платформы*, поскольку от того, кому будут принадлежать исключительные права на программное обеспечение, базы данных и аппаратные комплексы, напрямую зависит и возможность получения дохода, и степень контроля над платформой.

Институциональным ядром организационно-экономического механизма выступает *выбор правовой формы реализации проекта*, которая закрепляет взаимоотношения между публичной и частной сторонами и обеспечивает защиту их интересов на долгосрочную перспективу (таблица 18).

Таблица 18

Сравнение концессионного соглашения и соглашения о ГЧП/МЧП для IT-проектов (в т.ч. цифровых платформ) в сфере промышленности

Критерий сравнения	**Концессионное соглашение (ФЗ-115)**	**Соглашение о ГЧП / МЧП (ФЗ-224)**
1.Сущность	Концессионное соглашение на создание ЦП в промышленности представляет собой договор, в соответствии с которым частный партнер (концессионер) обязуется за свой счет создать или модернизировать объекты информационных технологий (центры обработки данных, программно-аппаратные комплексы и автоматизированные системы управления промышленными процессами), право собственности на которые возникает у публичного партнера (государства), с последующим предоставлением концессионеру права владения и пользования этими объектами для оказания промышленным предприятиям услуг по обработке данных, управлению производственными мощностями и организации промышленной кооперации.	Соглашение о ГЧП/МЧП на создание ЦП в промышленности представляет собой договор, заключаемый между публичным и частным партнерами, в рамках которого частный партнер принимает на себя обязательства по созданию, реконструкции и последующей эксплуатации ЦП (включая разработку программного обеспечения, создание аппаратно-программных комплексов, формирование баз данных и аналитических сервисов), направленной на автоматизацию производственных процессов, управление промышленными мощностями, обеспечение производственной кооперации и мониторинг загрузки предприятий, с возможностью закрепления прав собственности на созданные объекты как за публичным, так и за частным партнером в зависимости от условий соглашения, а также с распределением между сторонами рисков, расходов и доходов от коммерческого использования платформы на протяжении всего срока действия договора.
2.Объект соглашения (применительно к промышленности)	Промышленные объекты строго по перечню: центры обработки данных, программно-аппаратные комплексы, автоматизированные системы управления, объекты энергетики и транспорта, необходимые для производства.	Промышленные объекты строго по перечню: центры обработки данных, программно-аппаратные комплексы, автоматизированные системы управления, объекты энергетики и транспорта, необходимые для производства.
3.Права на результаты интеллектуальной	Объект (например, АСУ ТП) принадлежит государству. Исключительные права на программное	Допускается раздел прав: публичный партнер получает право на использование ПО для нужд

деятельности (ПО, ноу-хау)	обеспечение, созданное для управления этим объектом, по умолчанию стремятся к закреплению за публичным партнером.	конкретного объекта, частный партнер сохраняет исключительные права на тиражируемое ядро программного продукта.
4.Состав участников	Публичный партнер (РФ, регион, муниципалитет) и концессионер (юридическое лицо). Привлечение третьих лиц для управления сложными промышленными IT-системами ограничено.	Публичный партнер, частный партнер и финансирующие организации. Допускается более гибкое привлечение специализированных сервисных компаний (эксплуатантов информационных систем).
5.Источники возврата инвестиций (монетизация)	Регулируемые тарифы, плата за доступ к инфраструктуре (например, за аренду ЦОД), либо эксплуатационные платежи публичного партнера. Жесткая привязка к тарифному регулированию.	Плата за доступ (эксплуатационные платежи), плата за фактическое использование (транзакционная модель), доходы от коммерциализации побочных результатов (например, продажа обезличенной промышленной аналитики).
6.Распределение рисков (специфика)	Риск устаревания технологий ложится на публичного партнера после передачи объекта. Концессионер не мотивирован модернизировать объект после ввода в эксплуатацию.	Риски технологического устаревания можно разделить, включив в соглашение обязательства частного партнера по регулярному обновлению оборудования и ПО в течение всего срока действия.
7.Срок действия соглашения	Определяется сроком создания (реконструкции) объекта и его окупаемости. Обычно ориентирован на физический износ основных фондов.	Определяется сроком окупаемости инвестиций и периодом возврата вложений в разработки. Может учитывать моральный износ (для IT-компонентов).
8.Налогообложение имущества (напр., ЦОД)	Объект числится на балансе публичного партнера. Частный партнер освобождается от уплаты налога на имущество в отношении созданного объекта, что снижает операционные расходы промышленного производства.	Если объект находится в собственности частного партнера, он уплачивает налог на имущество, что требует закладывать эти расходы в финансовую модель проекта.

Источник: составлено автором

Первый вариант – это *концессионное соглашение* на создание цифровой платформы в промышленности[338].В рамках данной модели частный партнер, именуемый концессионером, принимает на себя обязательства за свой счет создать или модернизировать объекты информационных технологий, к которым относятся центры обработки данных, программно-аппаратные комплексы и

[338] Федеральный закон «О концессионных соглашениях» от 21.07.2005 N 115-ФЗ (в ред.от 26.06.2026 г.) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/

автоматизированные системы управления промышленными процессами. При этом право собственности на все созданные объекты возникает у публичного партнера, то есть у государства. Однако концессионеру предоставляется право владения и пользования этими объектами для оказания промышленным предприятиям услуг по обработке данных, управлению производственными мощностями и организации промышленной кооперации.Такая схема позволяет государству сохранить контроль над стратегическими активами, одновременно привлекая частные инвестиции.

Вторым, более гибким, вариантом выступает *соглашение о государственно-частном партнерстве или муниципально-частном партнерстве* (ГЧП/МЧП)[339].Данный тип соглашения предоставляет сторонам значительно более широкие возможности. В соответствии с таким договором частный партнер принимает на себя обязательства по созданию, реконструкции и последующей эксплуатации цифровой платформы. Принципиальное отличие от концессии заключается в том, что права собственности на созданные объекты могут закрепляться как за публичным, так и за частным партнером в зависимости от условий соглашения и объема вложенных средств. Стороны также гибко распределяют между собой текущие расходы и будущие доходы от коммерческого использования платформы на протяжении всего срока действия договора, который может составлять десятилетия.

Завершающим этапом алгоритма является *эксплуатация цифровой платформы*, где обеспечивается ее техподдержка, актуализация данных, развитие функциональности в соответствии с меняющимися запросами пользователей.

[339] Федеральный закон «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 13.07.2015 N 224-ФЗ (в ред.от 26.06.2026 г.) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/

3.3. Разработка прототипа цифровой платформы для промышленности УрФО

Апробация разработанного организационно-экономического механизма осуществлялась в ходе реализации проекта цифровой платформы промышленности Уральского федерального округа, что подтверждается актом внедрения. Инициатором проектной проработки выступила Ассоциация «Уральский кластер «Малая энергетика и энергомашиностроение». Последовательность апробации механизма представлена на рисунке 24.



Рисунок 24 – Апробация организационно-экономического механизма для формирования цифровой платформы промышленности УрФО
Источник: составлено автором

На первом этапе была проведена стратегическая сессия с участием 62 экспертов, представлявших органы региональной власти, промышленные предприятия, научные организации и инвесторов. Для определения функций создаваемой платформы выполнен сравнительный анализ 52 действующих платформенных решений, включая 36 промышленных платформ и экосистем и 16 региональных цифровых платформ.

По результатам стратегической сессии были выявлены наиболее значимые потребности потенциальных участников платформы такие как защита инвестиций – 98,2% ответов; получение отраслевой аналитики – 95,2%; доступ к информации о спросе на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы – более 91%; обеспечение защищенных транзакций – 87,6%.Поскольку экспертам предоставлялась возможность выбирать несколько вариантов ответа, приведенные показатели отражают частоту упоминания каждой потребности и не подлежат суммированию.

Анализ таблицы 19, отражающей запросы стейкхолдеров «Промышленность», показывает ярко выраженную приоритезацию потребностей, связанных с крупным государственным капиталом и безопасностью. Наиболее востребованными функциями, с частотой упоминания более 90%, являются потребности государственных корпораций и монополий, что подчеркивает их доминирующую роль в формировании требований к платформе.

Таблица 19

Запросы стейкхолдера «Промышленность» к функциональности цифровой платформы промышленности УрФО

Запрос на функциональность цифровой платформы*	**Частота***
Потребности государственных корпораций и монополий	90,2%
Защищенные транзакции	87,6%
Технический регламент	78,4%
Компетенции: технологии, продукты, оборудование	75,1%
Инвестиции	74,9%
Инновационные проекты (продукты, технологии)	72,6%
Критерии отбора проектов для инвестирования	70,3%
Статистические данные по отраслям	54,9%
Планы территориального развития, инфраструктурные проекты	34,1%
Планы инновационного развития отраслей промышленности	32,4%
Взаимодействие науки и промышленных предприятий	12,7%
Экспертные знания	10,6%

* Возможно несколько ответов

Источник: рассчитано автором по результатам стратегической сессии

Абсолютным приоритетом для научного сообщества, с частотой упоминания более 91%, является функционал, связанный со спросом на НИОКР, то есть потребность в инструментах, позволяющих видеть, какие именно исследования и разработки востребованы промышленностью в текущий момент

(таблица 20). Практически столь же значимыми, на уровне 90%, выступают запросы на поиск источников и механизмов финансирования НИОКР.

Таблица 20

Запросы стейкхолдера «Наука» к функциональности цифровой платформы промышленности УрФО

Запрос на функциональность цифровой платформы	**Частота***
Спрос на НИОКР	91,5%
Финансирование НИОКР	90,2%
Участие предприятий на начальных этапах реализации ТРЛН	88,6%
Планы инновационного развития отраслей промышленности	71,3%
Взаимодействие науки и промышленных предприятий	56,2%
Защищенные транзакции	52,6%
Опыт в области НИОКР	48,7%

* Возможно несколько ответов

Источник: рассчитано автором по результатам стратегической сессии

Анализ таблицы 21, отражающей запросы стейкхолдера «Инвесторы» к функциональности цифровой платформы промышленности УрФО, выявляет безусловный приоритет факторов безопасности и гарантий.

Таблица 21

Запросы стейкхолдера «Инвесторы» к функциональности цифровой платформы промышленности УрФО

Запрос на функциональность цифровой платформы	**Частота***
Защита инвестиций	98,2%
Защищенные транзакции	92,4%
Приоритеты регионального развития	81,6%
Профессионально подготовленные проекты	70,5%
Планы территориального развития, инфраструктурные проекты	69,4%
Планы инновационного развития отраслей промышленности	65,4%
Потребность в производственных активах	52,1%

* Возможно несколько ответов

Источник: рассчитано автором по результатам стратегической сессии

Для регионального правительства главным приоритетом с частотой 95,2% выступает потребность в отраслевой аналитике, что отражает ключевую функцию региональной власти по мониторингу и пониманию процессов, происходящих в промышленности на подведомственной территории (таблица 22).

Таблица 22

Запросы стейкхолдера «Региональное правительство» к функциональности цифровой платформы промышленности УрФО

Запрос на функциональность цифровой платформы	**Частота***
Отраслевая аналитика	95,2%
Спрос на НИОКР	85,6%
Спрос на инвестиции	84,1%
Предложения по мерам промышленной политики	70,3%
Информация о потребностях в персонале	63,9%
Информация о компетенциях	52,7%

* Возможно несколько ответов

Источник: рассчитано автором по результатам стратегической сессии

Выявленные потребности с использованием ФСА были преобразованы в функциональную модель платформы.

Каждый запрос из таблиц 19-22 представляет собой требование к функциональности платформы. Группируя, близкие по смыслу запросы, получаем функции платформы (таблица 23). Под функцией мы понимаем обобщенную способность платформы удовлетворять группу однородных запросов.

Таблица 23

Группировка запросов в функции

Функция (выведена из запросов)	**Запросы, которые она покрывает**	**Источник (таблица)**
F1. Интеграция и агрегация данных	статистические данные по отраслям; отраслевая аналитика; технический регламент	T19, T22, T19
F2. Расчет и мониторинг показателей	отраслевая аналитика; статистические данные; планы инновационного развития; приоритеты регионального развития	T22, T19, T20/T21, T21
F3. Сценарное моделирование и оценка проектов	инвестиции; критерии отбора проектов; спрос на инвестиции; профессионально подготовленные проекты	T19, T19, T22, T21
F4. Аналитические сервисы и отчетность	отраслевая аналитика; планы территориального развития; планы инновационного развития; предложения по мерам промполитики	T22, T19/T21, T19/T20/T21, T22
F5. Защищенные транзакции и защита инвестиций	защищенные транзакции; защита инвестиций	T19/T20/T21, T21
F6. Реестр компетенций, мощностей и персонала	компетенции: технологии, продукты, оборудование; информация о компетенциях; информация о потребностях в	T19, T22, T22, T21

	персонале; потребность в производственных активах	
F7. Кооперация и поиск заказов (маркетплейс)	потребности госкорпораций и монополий; взаимодействие науки и промышленных предприятий; потребность в производственных активах	T19, T19/T20, T21
F8. Трансфер технологий и НИОКР	спрос на НИОКР; финансирование НИОКР; участие предприятий на начальных этапах инноваций; опыт в области НИОКР; инновационные проекты; взаимодействие науки и промышленных предприятий; экспертные знания	T20, T20, T20, T20, T19, T19/T20, T19

Источник: рассчитано автором

Далее запросы стейкхолдеров были преобразованы в цели. Под целью в данном контексте мы понимали желаемое состояние, которое стейкхолдер хочет достичь, то есть цели формулируются путем обобщения запросов до уровня конечного результата. В таблице 24 приведены результаты преобразования. Суммарно по четырем группам стейхолдеров выявлено 25 уникальных неповторяющихся целей, для каждой цели определен параметр w_k (параграф 3.1).

Таблица 24

Преобразование запросов стейкхолдеров в цели

Стейкхолдер	**Запрос (таблицы 20-23 в параграфе 3.3)**	**Цель (обобщение запроса)**	f_k,%	w_k
Промышленность	Потребности госкорпораций и монополий	Встроиться в цепочки поставок госкорпораций	90,2	0,130
	Защищенные транзакции	Обеспечить безопасность сделок	87,6	0,126
	Технический регламент	Соответствовать техрегламентам	78,4	0,113
	Компетенции	Найти нужные компетенции и оборудование	75,1	0,108
	Инвестиции	Привлечь инвестиции	74,9	0,108
	Инновационные проекты	Реализовать инновационные проекты	72,6	0,105
	Критерии отбора проектов	Получить критерии отбора для инвестирования	70,3	0,101
	Статистические данные	Получить отраслевую статистику	54,9	0,079
	Планы территор.развития	Учесть планы территориального развития	34,1	0,049
	Планы инновац.развития	Учесть планы инновационного развития	32,4	0,047
	Взаимодействие науки и пром.	Наладить взаимодействие с наукой	12,7	0,018
	Экспертные знания	Получить экспертные знания	10,6	0,015
Наука	Спрос на НИОКР	Найти спрос на НИОКР	91,5	0,183
	Финансирование НИОКР	Получить финансирование НИОКР	90,2	0,181
	Участие на нач.этапах ТРЛН	Участвовать в начальных этапах ТРЛН	88,6	0,178

	Планы инновац.развития	Учесть планы инновационного развития	71,3	0,143
	Взаимодействие науки и пром.	Наладить взаимодействие с промышленностью	56,2	0,113
	Защищенные транзакции	Обеспечить безопасность сделок	52,6	0,105
	Опыт в области НИОКР	Передать опыт в области НИОКР	48,7	0,098
Инвесторы	Защита инвестиций	Защитить инвестиции	98,2	0,185
	Защищенные транзакции	Обеспечить безопасность сделок	92,4	0,175
	Приоритеты регион.развития	Учесть приоритеты регионального развития	81,6	0,154
	Профессион.подготовленные проекты	Получить подготовленные проекты	70,5	0,133
	Планы территор.развития	Учесть планы территориального развития	69,4	0,131
	Планы инновац.развития	Учесть планы инновационного развития	65,4	0,124
	Потребность в произв.активах	Найти производственные активы	52,1	0,098
Рег.правительство	Отраслевая аналитика	Получить отраслевую аналитику	95,2	0,211
	Спрос на НИОКР	Оценить спрос на НИОКР	85,6	0,189
	Спрос на инвестиции	Оценить спрос на инвестиции	84,1	0,186
	Предложения по мерам промполитики	Получить предложения по мерам промполитики	70,3	0,156
	Потребности в персонале	Оценить потребности в персонале	63,9	0,141
	Информация о компетенциях	Получить информацию о компетенциях	52,7	0,117

Источник: рассчитано автором

Следуя методологии ФСА, далее была рассчитана матрица «цели-функции» на основе параметра r_{ik} (параграф 3.1) – таблица 25.

Таблица 25

Матрица «цели-функции» на основе параметра r_{ik}

Цель	**F1**	**F2**	**F3**	**F4**	**F5**	**F6**	**F7**	**F8**
Встроиться в цепочки госкорпораций	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,6	0,9	0,3
Обеспечить безопасность сделок	0,4	0,2	0,1	0,2	0,9	0,3	0,7	0,3
Соответствовать техрегламентам	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
Найти компетенции и оборудование	0,4	0,3	0,2	0,5	0,2	0,8	0,7	0,6
Привлечь инвестиции	0,3	0,5	0,8	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5
Реализовать инновационные проекты	0,3	0,5	0,7	0,6	0,3	0,4	0,5	0,9
Получить критерии отбора проектов	0,3	0,6	0,8	0,7	0,3	0,3	0,6	0,5
Получить отраслевую статистику	0,6	0,9	0,4	0,8	0,3	0,3	0,2	0,2
Учесть планы территор.развития	0,3	0,6	0,6	0,7	0,2	0,4	0,3	0,2
Учесть планы инновац.развития	0,3	0,6	0,6	0,7	0,2	0,4	0,3	0,6
Наладить взаимодействие с наукой	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,9
Получить экспертные знания	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,5	0,3	0,7
Найти спрос на НИОКР	0,3	0,4	0,4	0,7	0,2	0,5	0,6	0,9
Получить финансирование НИОКР	0,3	0,5	0,7	0,6	0,4	0,3	0,4	0,9
Участвовать в нач.этапах ТРЛН	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,5	0,6	0,8
Наладить взаимодействие с промышленностью	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,7	0,7	0,9
Передать опыт в области НИОКР	0,3	0,4	0,3	0,5	0,2	0,6	0,4	0,8

Защитить инвестиции	0,4	0,4	0,7	0,5	0,9	0,3	0,4	0,5
Учесть приоритеты регион.развития	0,4	0,7	0,6	0,7	0,3	0,4	0,3	0,4
Получить подготовленные проекты	0,3	0,5	0,7	0,6	0,3	0,5	0,5	0,7
Найти производственные активы	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,9	0,8	0,3
Получить отраслевую аналитику	0,7	0,9	0,6	0,9	0,3	0,4	0,3	0,3
Оценить спрос на НИОКР	0,3	0,4	0,4	0,7	0,2	0,5	0,6	0,9
Оценить спрос на инвестиции	0,3	0,5	0,8	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5
Получить предложения по мерам промполитики	0,4	0,7	0,7	0,7	0,2	0,5	0,4	0,5
Оценить потребности в персонале	0,3	0,5	0,4	0,6	0,3	0,7	0,4	0,5
Получить информацию о компетенциях	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,9	0,6	0,6

Источник: рассчитано автором

На основании матрицы «цели-функции» была определена полезность каждой функции проектируемой цифровой платформы (таблица 26). Значимость *i*-й функции (*Si*) оценивается через ее вклад в достижение целей стейкхолдеров и инвесторов.

Таблица 26

Значимость функций *Si* и коэффициенты *Ki*

Функция	***Si* (Пром)**	***Si* (Наука)**	***Si* (Инвест)**	***Si* (Рег)**	**Средний *Si***	***αi* (средн.)**	***βi***	**Средний *Ki***
F1	0,352	0,311	0,350	0,420	0,358	0,096	0,158	**0,61**
F2	0,435	0,437	0,464	0,594	0,483	0,130	0,158	0,82
F3	0,410	0,469	0,521	0,560	0,490	0,132	0,158	0,83
F4	0,502	0,560	0,533	0,708	0,576	0,155	0,053	**2,93**
F5	0,349	0,328	0,523	0,279	0,370	0,099	0,105	0,94
F6	0,450	0,457	0,420	0,524	0,463	0,124	0,105	1,18
F7	0,532	0,538	0,452	0,452	0,494	0,133	0,158	0,84
F8	0,456	0,792	0,435	0,536	0,555	0,149	0,105	**1,42**

Источник: рассчитано автором

Наконец, результирующим этапом ФСА стал оценка сбалансированности функций и целей проектируемой цифровой платформы (таблица 27).

Таблица 27

Сбалансированность целей и функций проектируемой цифровой платформы промышленности УрФО на основе метода ФСА

№	**Стейкхолдер**	**Цель**	**Ведущие функции (r_{ik}≥0,7)**	**Оценка вклада**	***Ki* ведущей функции**	**Вывод**
1	Пром	Встроиться в цепочки госкорпораций	F7 (0,9)	очень высокий	0,84	Сбалансирована

2		Обеспечить безопасность сделок	F5 (0,9), F7 (0,7)	очень высокий	0,94 / 0,84	Сбалансирована
3		Соответствовать техрегламентам	F2 (0,6), F6 (0,5)	умеренный	0,82 / 1,18	F6 недооценена
4		Найти компетенции и оборудование	F6 (0,8), F7 (0,7)	высокий	1,18 / 0,84	F6 недооценена
5		Привлечь инвестиции	F3 (0,8)	высокий	0,83	Сбалансирована
6		Реализовать инновационные проекты	F8 (0,9)	очень высокий	1,42	**Недооценена**
7		Получить критерии отбора проектов	F3 (0,8)	высокий	0,83	Сбалансирована
8		Получить отраслевую статистику	F2 (0,9), F4 (0,8)	очень высокий	0,82 / 2,93	**F4 критически недооценена**
9		Учесть планы территор.развития	F4 (0,7)	высокий	2,93	**Недооценена**
10		Учесть планы инновац.развития	F4 (0,7), F8 (0,6)	высокий	2,93 / 1,42	**Недофинансированы**
11		Наладить взаимодействие с наукой	F8 (0,9)	очень высокий	1,42	**Недооценена**
12		Получить экспертные знания	F8 (0,7)	высокий	1,42	**Недооценена**
13	Наука	Найти спрос на НИОКР	F8 (0,9)	очень высокий	1,42	**Недооценена**
14		Получить финансирование НИОКР	F8 (0,9)	очень высокий	1,42	**Недооценена**
15		Участвовать в нач.этапах ТРЛН	F8 (0,8)	высокий	1,42	**Недооценена**
16		Учесть планы инновац.развития	F2 (0,7), F4 (0,7)	высокий	0,82 / 2,93	**F4 критически недооценена**
17		Наладить взаимодействие с промышленностью	F8 (0,9)	очень высокий	1,42	**Недооценена**
18		Обеспечить безопасность сделок	F5 (0,9), F7 (0,7)	очень высокий	0,94 / 0,84	Сбалансирована
19		Передать опыт в области НИОКР	F8 (0,8)	высокий	1,42	**Недооценена**
20	Инвесторы	Защитить инвестиции	F5 (0,9)	очень высокий	0,94	Сбалансирована
21		Обеспечить безопасность сделок	F5 (0,9), F7 (0,7)	очень высокий	0,94 / 0,84	Сбалансирована
22		Учесть приоритеты регион.развития	F2 (0,7), F4 (0,7)	высокий	0,82 / 2,93	**F4 критически недооценена**
23		Получить подготовленные проекты	F3 (0,7), F8 (0,7)	высокий	0,83 / 1,42	**F8 недооценена**
24		Учесть планы территор.развития	F4 (0,7)	высокий	2,93	**Недооценена**
25		Учесть планы инновац.развития	F4 (0,7)	высокий	2,93	**Недооценена**
26		Найти производственные активы	F6 (0,9), F7 (0,8)	очень высокий	1,18 / 0,84	F6 недооценена
27	Региональное правительство	Получить отраслевую аналитику	F2 (0,9), F4 (0,9)	очень высокий	0,82 / 2,93	**F4 критически недооценена**
28		Оценить спрос на НИОКР	F8 (0,9)	очень высокий	1,42	**Недооценена**
29		Оценить спрос на инвестиции	F3 (0,8)	высокий	0,83	Сбалансирована
30		Получить предложения по мерам промполитики	F2 (0,7), F3 (0,7), F4 (0,7)	высокий	0,82 / 0,83 / 2,93	**F4 недооценена**
31		Оценить потребности в персонале	F6 (0,7)	высокий	1,18	Умеренно недооценена

32		Получить информацию о компетенциях	F6 (0,9)	очень высокий	1,18	Умеренно недооценена

Источник: рассчитано автором

Таблица 27 демонстрирует результаты сопоставления целей стейкхолдеров проектируемой цифровой платформы промышленности УрФО с ведущими функциями платформы. Анализ охватывает 32 цели, распределенные между четырьмя группами стейкхолдеров – промышленностью, наукой, инвесторами и региональным правительством. Для каждой цели определены ведущие функции, степень их влияния на достижение цели, оценка вклада и коэффициент функционально-стоимостной сбалансированности, на основании чего сделан вывод о сбалансированности либо недооцененности соответствующих функций.

Наиболее часто в качестве ведущих функций выступают F4 (аналитические сервисы и отчетность), F8 (трансфер технологий и НИОКР), F6 (реестр компетенций, мощностей и персонала) и F7 (кооперация и поиск заказов).При этом оценка вклада этих функций в достижение целей стейкхолдеров варьируется от умеренной до очень высокой. Значительная часть целей связана с функциями, имеющими сильное или определяющее влияние, что подтверждает их критическую роль в структуре платформы.

Главный вывод таблицы состоит в том, что функция F4 (аналитические сервисы и отчетность) имеет самый высокий коэффициент сбалансированности, достигающий значений 2,93 для большинства связанных с ней целей. При относительно невысокой ресурсоемкости она обеспечивает достижение значительного числа целей всех четырех групп стейкхолдеров.

Структурный анализ таблицы позволяет выявить отраслевую и стейкхолдерскую специфику. Для стейкхолдера «Промышленность» наиболее значимыми являются функции F7, F8, F4 и F6. Это связано с потребностями в кооперации, трансфере технологий, аналитике и поиске возможностей для загрузки мощностей. Для стейкхолдера «Наука» доминирующее значение имеет функция F8, что связано с необходимостью поиска спроса на НИОКР. Для

стейкхолдера «Инвесторы» основными являются функции F5, F4 и F6, обусловленные приоритетом защиты инвестиций и важностью аналитики. Для стейкхолдера «Региональное правительство» наиболее значимы функции F4, F2, F8 и F6, что подтверждает наличие потребностей в качественной отраслевой аналитике, оценке внутри регионального спроса на НИОКР и инвестиции.

На основе полученной функциональной модели было сформировано техническое задание на создание цифровой платформы промышленности УрФО.

При выборе способа финансирования были рассмотрены описанные в параграфе 3.1 концессионное соглашение и государственно-частное партнерство. По результатам сопоставления вариантов предложена комбинированная модель. Считаем, что наиболее целесообразным создание центра обработки данных и базовой инфраструктуры на основе концессионного соглашения, а разработку программного обеспечения, баз данных и аналитических сервисов – на основе государственно-частного партнерства. Функции оператора платформы целесообразно возложить на автономную некоммерческую организацию.

Архитектура цифровой промышленной платформы, сформировавшейся в рамках стратегической сессии, приведена на рисунках 25-28.



Рисунок 25 – Архитектура цифровой платформы

Источник: составлено автором



Рисунок 26 – Архитектура взаимодействия агентов

Источник: составлено автором

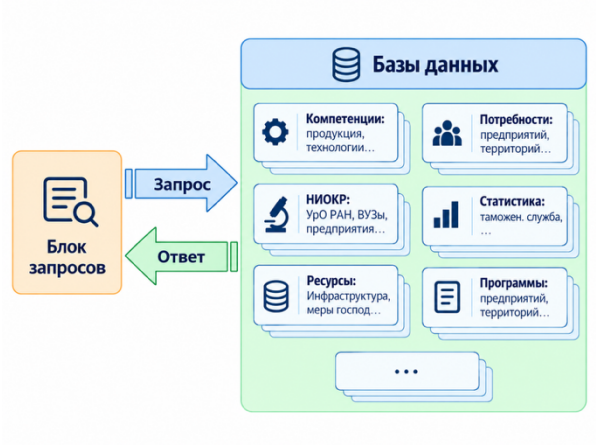


Рисунок 27 – Функционирование взаимодействия баз данных
Источник: составлено автором

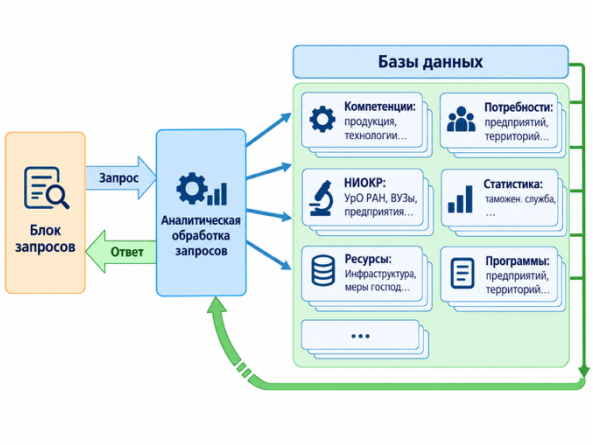


Рисунок 28 – Обмен информацией в системе
Источник: составлено автором

При выборе проектируемой схемы функционирования ЦП проведен анализ существующих цифровых платформ промышленности. Все выбранные для сравнения информационные источники имеют разную степень полноты представляемой информации и сервисов. В основной массе источники содержат каталоги продукции и производственных услуг, в меньшей степени – потребности предприятий и предложения по кооперации. К наиболее функциональным можно отнести ГИСП (Государственная информационная система промышленности), где предлагаются меры государственной поддержки, аналитика, прогнозы развития отдельных отраслей промышленности. Данные источники не отвечают на запросы, связанные с получением аналитических данных для определения возможности расширения производства, выпуска новой продукции, участия в том или ином инфрастуктурном проекте, участия в процессах импоротозамещения. Участниками стратегической сессии были высказаны предложения по созданию цифровой платформы с развитой коммуникационной средой между различными группами участников: промышленность, власть, наука, инвесторы. Таких возможностей ни один из существующих информационных платформ не предусматривает. Для обеспечения названных потребностей требуется создание более полной информационной системы, позволяющей осуществлять:

- сбор и анализ данных (компетенций, потребностей, ресурсов, потенциала и др.) регионов, территорий, научно-промышленного сектора и т.п.;

- планирование развития регионов и территорий, экономики, отраслей промышленности, научно-промышленного комплекса, основываясь на результатах аналитической обработки данных;

- создание единого информационного пространства всех участников Системы, что дает возможность видения новых рыночных ниш (или ниш занятых импортом) и кооперационного взаимодействия; внедрения ноу-хау в продукцию отечественного производителя, что в целом, дает возможность инновационного развития промышленности и реального импортозамещения.

Предлагаемая модель цифровой платформы содержит полный перечень ресурсов для реализации управленческого решения, производственных задач и внедрения инновационных разработок (производственная инфраструктура, инвестиционные предложения; рыночные ниши; финансы и господдержка; программы развития и инфраструктурные проекты, кадровое обеспечение). Предусмотрена возможность получения данных с имеющихся цифровых платформ и других информационных ресурсов (ГИСП, маркетинговые центры, информационные системы кредитно-финансовых организаций, органов власти и др.)

Ключевые требования к проектируемой цифровой платформе промышленности УрФО:

1) Полнота предусмотренных функций, удобство пользования обеспечивается выполнением следующих факторов:

- оперативность, доступность и достоверность получаемых результатов;

- создание дружелюбного интерфейса;

- реализация принципа саморазвивающейся системы (используемого в социальных сетях, с возможностью формирования профессиональных групп, оценочных критериев, рейтингов и др.);

- широкий состав участников;

- алгоритмы обработки данных в соответствии с запросами участников, включая представление развернутой информации, требующей аналитической обработки взаимосвязанных баз данных;

- аналитическая обработка запросов (обращений), баз данных и оптимизация результатов обращения с использованием перекрестно-сквозной аналитики и элементов искусственного интеллекта.

- аналитические сервисы для оценки текущего состояния отраслей промышленности, реализации государственных программ, рынков и технологий с целью выработки оптимальных решений;

- создание единого информационного пространства взаимодействия участников;

- обеспечение информационного взаимодействия платформы с внешними информационными системами, государственными реестрами, базами данных и каталогами;

- администрирование прав доступа к базам данных, сервисам, коммуникационным возможностям по категориям участников;

- соответствие в базах данных и алгоритмах обработки запросов отечественным техническим регламентам (стандарты качества, управления предприятием и проектами, планирования, внедрения НИОКР, на испытания и др.);

- соблюдение приоритета отечественных стандартов при развитии Системы, как одного из определяющих факторов защиты интересов отечественного производителя;

- обеспечение информационной безопасности, сохранения секретности и защиты персональных данных в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации;

- обеспечение достоверности, представляемой участниками информации о компетенциях, продукции, транзакциях.

В ходе апробации был разработан и программно реализован прототип цифровой платформы промышленности УрФО, интерфейсы, функциональные модули и пользовательские маршруты которой приведены в Приложении

И. На рисунке 29 представлена главная страница платформы. Прототип разработан в разрез трех пользовательских маршрутов – промышленное предприятие, научная организация (или университет) и государство в лице профильных министерств.

Прототип платформы включает в себя модули, в которых реализованы основные положения разработанных методик (Глава 2): сбор и структурирование исходных данных, их стандартизация и нормирование, формирование цифрового профиля по параметрам Р1-Р10, идентификация цифрового паттерна, позиционирование объекта исследования в матрицах результативности и формирование информационной основы для принятия управленческих решений (приложение И).

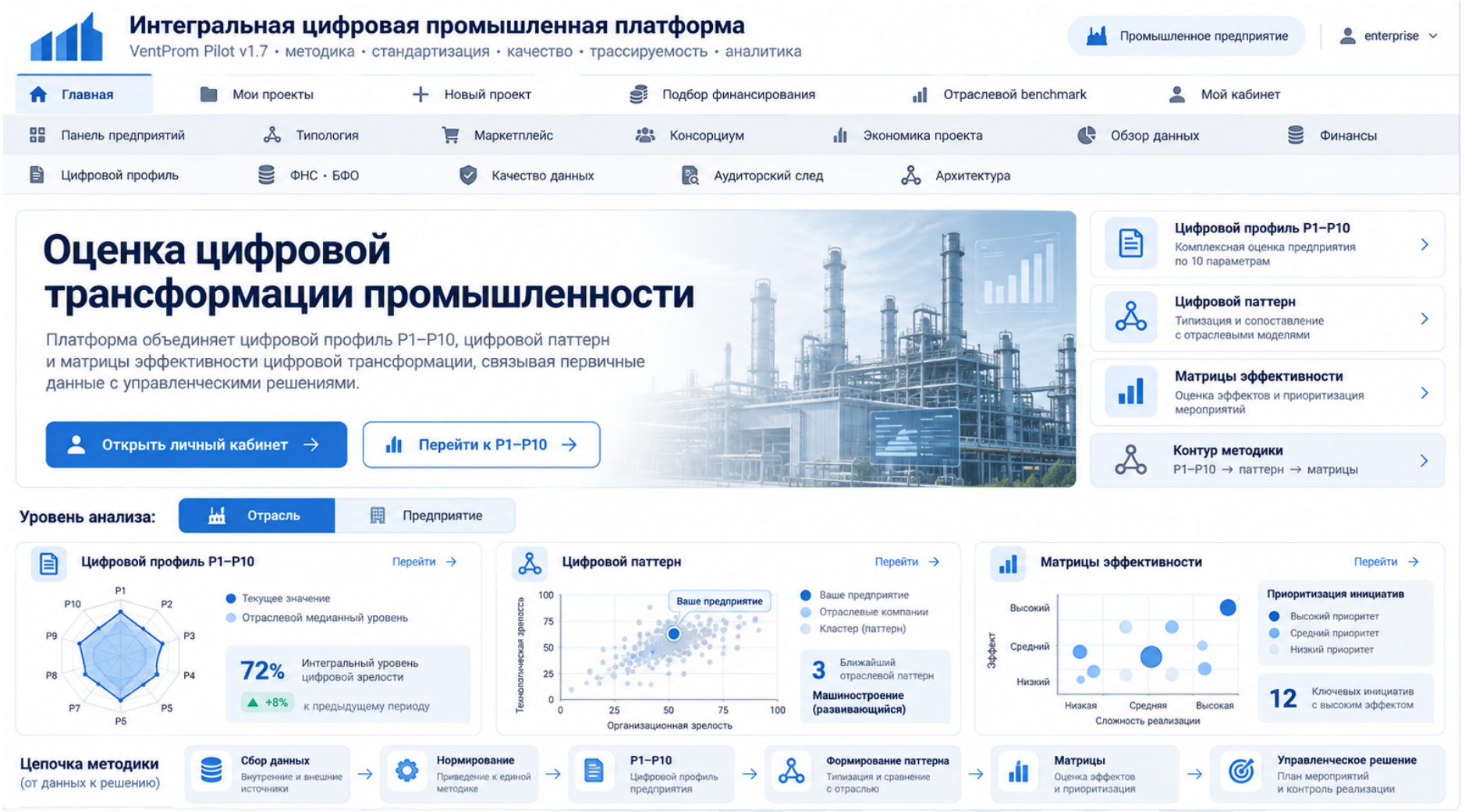


Рисунок 29 – Главная страница прототипа цифровой платформы промышленности УрФО

Источник: разработано автором

Разработанный прототип обеспечивает применение методики на двух уровнях анализа – отраслевом и на уровне отдельного промышленного предприятия. Это позволяет сопоставлять характеристики цифровой трансформации предприятия с отраслевыми ориентирами, выявлять ограничения и резервы развития, а также определять направления приоритетного управленческого воздействия.

В структуре платформы реализованы аналитический модуль цифрового профиля Р1–Р10; модуль определения цифрового паттерна; матрицы результативности цифровой трансформации; отраслевой бенчмаркинг; региональный промышленный дашборд; контур анализа предприятия; инструменты формирования и сопровождения инвестиционных проектов; маркетплейс запросов и компетенций; механизм формирования консорциумов и подбора мер поддержки.

Завершающим этапом апробации стала оценка результативности цифровой платформы промышленности УрФО.

Ниже представлены модельные расчеты прироста ключевых макроэкономических показателей УрФО в зависимости от основного переменного параметра – доли предприятий, подключившихся к цифровой платформе. Расчеты выполнены на основе официальных данных Росстата за 2025-2026 гг.

УрФО занимает второе место среди российских макрорегионов по объему отгруженной промышленной продукции, уступая только Центральному федеральному округу. Согласно фактическим данным Росстата об объеме отгрузки промышленного производства по федеральным округам за 1 полугодие 2025-2026 годов, УрФО продемонстрировал отрицательную динамику. Отгрузка снизилась с 11 837,0 млрд рублей в I полугодии 2025 года до 11 571,7 млрд рублей в I полугодии 2026 года, что составляет падение на 2,2%, при одновременном сокращении доли округа в общероссийской отгрузке с 19,8 до 18,5%.

Отраслевая специализация округа сформирована вокруг добычи полезных ископаемых (52,5%) и обрабатывающих производств (42,0%) – таблица 28.

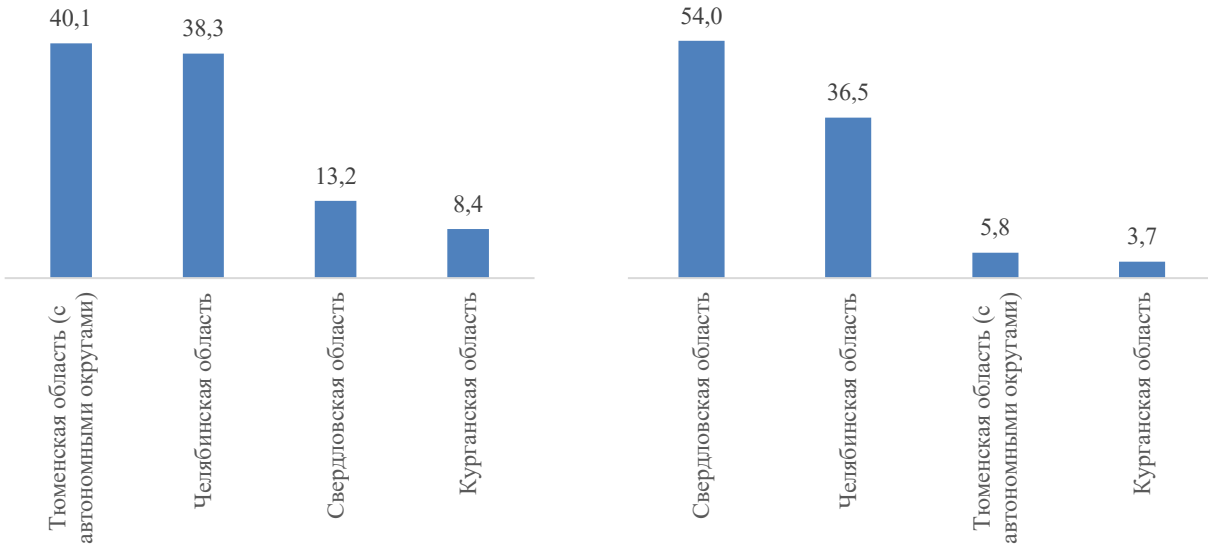
Таблица 28

Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности, относимых к промышленности, в УрФО в 2025 г., млн.руб.

Период	**Добыча полезных ископаемых**	**Обрабатывающие производства**	**Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха**	**Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, ликвидация загрязнений**
янв.25	1 276 191	799 219	100 194	19 630
фев.25	1 072 569	785 575	94 063	19 623
мар.25	1 079 498	881 536	92 253	22 835
апр.25	1 023 543	817 855	83 730	22 739
май.25	946 570	802 411	68 040	23 347
июн.25	925 121	799 457	57 432	23 597
июл.25	982 302	786 921	63 196	25 615
авг.25	969 567	775 053	68 692	24 575
сен.25	990 831	808 345	72 546	26 421
окт.25	1 030 055	809 381	90 367	26 986
ноя.25	977 441	796 359	101 466	26 143
дек.25	941 606	903 352	120 293	27 549

Источник: составлено авторов на основе данных Росстата

Регионы УрФО давно и достаточно успешно интегрированы в процессы межрегионального сотрудничества. Это открывает возможности для создания региональной цифровой промышленной платформы (рисунок 30).



Структура межрегионального импорта *Структура межрегионального экспорта*

Рисунок 30 – Структура межрегионального импорта и экспорта промышленных из регионов УрФО в регионы УрФО

Источник: по данным статистического набора данных «Межрегиональная товарная биржа» за период 2016-2020 гг.- Территориальные управления Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации по Свердловской, Курганской, Челябинской и Тюменской областям https://sverdl.gks.ru/folder/36984, https://sverdl.gks.ru/folder/25866, https://chelstat.gks.ru/ofstatistics, https://tumstat.gks.ru/ofstatistics

Анализ кооперационных связей предприятий УрФО за 2025 год показывает (таблица 29), что 63,2% предприятий осуществляли кооперацию внутри собственной бизнес-группы, тогда как с потребителями товаров, работ и услуг взаимодействовали лишь 49,5%, с поставщиками оборудования, сырья, материалов, комплектующих и программных средств – 36,4%, с конкурентами в отрасли – 47,4%, с консалтинговыми фирмами и поставщиками IT-услуг – 26,%, с научными организациями – 49,%, с университетами и другими высшими учебными заведениями – 48,%.

.

Таблица 29

Доля предприятий, осуществлявших кооперацию по типам кооперационных связей и типам партнеров по субъектам УрФО в 2025 году

	УрФО	**Свердловская область**	**Челябинская область**	**Курганская область**	**Тюменская область**	**ХМАО**	**ЯНАО**
Предприятия, принадлежащие к собственной бизнес-группе (группа компаний, холдинг, консорциум и др.)	63,2	60,9	69,7	52,5	66,7	76,9	52,1
Потребители товаров, работ, услуг	49,5	46,4	48,1	24,8	53,8	98,3	66,7
Поставщики оборудования, сырья, материалов, комплектующих, программных средств	36,4	42,3	36,1	22,2	29,4	51,7	33,6
Конкуренты в отрасли	47,4	37,5	42,9	0,0	9,0	94,7	0,0
Консалтинговые фирмы, поставщики услуг в сфере информационных технологий	26,6	26,1	30,7	49,6	90,2	42,9	0,0
Научные организации	49,5	53,2	43,5	25,1	44,4	80,0	49,3
Университеты или другие высшие учебные заведения	48,8	56,8	53,4	20,8	27,3	97,1	34,9

Источник: составлено авторов на основе данных Росстата

Таблица 30

Демография предприятий и предпринимательская активность

Регион	Количество активных предприятий	Количество растущих предприятий										Количество «угасающих» предприятий
		оценка роста по численности персонала					оценка роста по обороту					
		быстрорастущих предприятий	быстрорастущих предприятий, включая предприятий – «мышей»	предприятий с высоким потенциалом роста	предприятий с высоким потенциалом роста, включая предприятий – «мышей»	предприятий - «газелей»	быстрорастущих предприятий	быстрорастущих предприятий, включая предприятий – «мышей»	предприятий с высоким потенциалом роста	предприятий с высоким потенциалом роста, включая предприятий – «мышей»	предприятий - «газелей»	
Уральский федеральный округ	**208516**	**1997**	**7689**	**3688**	**10748**	**243**	**8202**	**30539**	**11587**	**40820**	**2096**	**16900**
Курганская область	7062	85	370	155	501	11	183	1087	274	1414	35	556
Свердловская область	90124	797	2903	1602	4167	126	4280	13138	5820	17670	1585	8726
ХМАО	19322	270	918	452	1263	15	772	2835	1107	3698	81	1506
ЯНАО	5370	107	372	183	504	6	248	823	372	1039	29	471
Тюменская область	29732	275	1034	536	1537	31	965	4042	1456	5498	135	2197
Челябинская область	56906	463	2092	760	2776	54	1754	8614	2558	11501	231	3444

Источник: составлено авторов на основе данных Росстата

Такая структура говорит о преобладании закрытых холдинговых связей и слабой вовлеченности предприятий в открытые рыночные и научно-образовательные коллаборации, что существенно ограничивает потенциал платформы на ранних этапах внедрения.

Особенно показательны региональные различия, которые обуславливают неравномерность потенциальных сетевых эффектов платформы и потребуют дифференцированной стратегии подключения.

Демография предприятий УрФО, насчитывающая 208516 активных хозяйствующих субъектов с разным потенциалом роста (таблица 30). Эти данные послужат основой для расчета сценариев. Модельные расчеты результативности построены по двум вариантам – линейный и нелинейный (закон Меткалфа) эффекты масштаба.

Расчеты проведены по трем сценариям в зависимости от доли предприятий, подключенных к платформе – 5%, 10% и 20%. Также рассчитано оптимальное значение доля подключенных предприятий, когда эффекты окажутся значимыми.

При 5-процентном подключении предприятий к платформе (10,4 тыс. предприятий) эффекты для федерального округа будут практически незаметны. При таком охвате платформа создает исключительно микроэкономические эффекты для отдельных предприятий, такие как снижение транзакционных издержек на поиск контрагентов, доступ к каталогам производственных мощностей, поиск кадров, возможность участия в совместных закупках и др.

Таблица 31

Сценарий 1 – доля предприятий, подключенных к платформе = 5%

Показатель	**2026 г. (оценка)**	**Абсолютный прирост**	**Относительный прирост**
Отгрузка промышленности	24 300,6 млрд руб.	1,39 млрд руб.	0,006%
Доля УрФО в отгрузке РФ	18,5%	0,001 п.п.	18,501%
ВРП УрФО	26 600 млрд руб.	1,11 млрд руб.	0,002%

Производительность труда	4,07 млн руб./чел.	0,24 тыс.руб./чел.	0,006%
Доля кооперации	30-35%	0,008-0,015 п.п.	0,03%
Новые кооперационные связи	–	50-100 ед.	–

Источник: рассчитано автором на основе моделирования

При 10-процентном охвате (20,9 тыс. предприятий-пользователей) будут сформированы устойчивые кооперационные цепочки между предприятиями, которые ранее не взаимодействовали. Сама платформа начинает выполнять роль отраслевого маркетплейса производственных компетенций, однако макроэкономические эффекты по-прежнему остаются в пределах сотых долей процента.

Таблица 32

Сценарий 2 – доля предприятий, подключенных к платформе = 10%

Показатель	**2026 г. (оценка)**	**Абсолютный прирост**	**Относительный прирост**
Отгрузка промышленности	24 300,6 млрд руб.	5,59 млрд руб.	0,023%
Доля УрФО в отгрузке РФ	18,5%	0,004 п.п.	18,504%
ВРП УрФО	26 600 млрд руб.	4,47 млрд руб.	0,008%
Производительность труда	4,07 млн руб./чел.	0,98 тыс.руб./чел.	0,024%
Доля кооперации	30-35%	0,03-0,06 п.п.	0,1-0,2%
Новые кооперационные связи	–	200-400 ед.	–

Источник: рассчитано автором на основе моделирования

При подключении к платформе 20% активных предприятий (41,7 тыс. хозяйствующих субъектов) эффекты по-прежнему будут значимы только на микроуровне. Прирост макроэкономических показателей будет безусловно выше, чем в сценариях 1 и 2, но все же незначим для преломления наметившихся негативных тенденций по снижению объемов производства в УрФО.

Таблица 33

Сценарий 3 – доля предприятий, подключенных к платформе = 20%

Показатель	2026 г. (оценка)	Абсолютный прирост	Относительный прирост
Отгрузка промышленности	24 300,6 млрд руб.	22,11 млрд руб.	0,091%
Доля УрФО в отгрузке РФ	18,5%	0,017 п.п.	18,517%
ВРП УрФО	26 600 млрд руб.	17,87 млрд руб.	0,032%
Производительность труда	4,07 млн руб./чел.	3,91 тыс.руб./чел.	0,096%
Доля кооперации	30-35%	0,12-0,24 п.п.	0,4-0,8%
Новые кооперационные связи	–	800-1600 ед.	–

Источник: рассчитано автором на основе моделирования

Сравнение линейной и нелинейной моделей показывает принципиальное расхождение в оценках (таблица 34). Линейная модель предсказывает прирост отгрузки по сценариям на 0,45%, 0,91% и на 1,81%, тогда как нелинейная модель, основанная на законе Меткалфа, дает кратно меньшие значения – 0,006%, 0,023% и 0,091% соответственно. Фактические данные 2025-2026 годов подтверждают реалистичность именно нелинейной модели, поскольку даже при значительном охвате платформа не способна переломить макроэкономический тренд.

Авторские расчеты показывают, что действительно значимый эффект, выражающийся в приросте отгрузки более одного процента, будет достигнут лишь при подключении к платформе около 65-70% предприятий. Только после преодоления этого порога сетевые эффекты начнут работать в полную силу, а стоимость подключения каждого нового пользователя и обработки каждой транзакции экспоненциально снижаться.

Таблица 34

Сравнение линейной и нелинейной моделей (прирост отгрузки, %)

Сценарий	Прирост по линейной модели, %	Прирост по нелинейной модели, %	Расхождение, раз
5%	0,45	0,006	75,0
10%	0,91	0,023	39,6
20%	1,81	0,091	19,9

Источник: рассчитано автором на основе моделирования

Структурные особенности кооперации УрФО, выявленные по данным 2025 года, дополнительно замедляют проявление сетевых эффектов. Преобладание кооперации внутри бизнес-групп означает, что платформа не может быстро разрушить сложившиеся холдинговые связи и заменить их открытыми рыночными взаимодействиями. При этом, сложившаяся низкая доля кооперации с поставщиками при подключении к платформе не позволит быстро перенастроить закупочные цепочки. Слабая кооперация с научными организациями и вузами, охватывающая менее половины предприятий, ограничивает инновационные эффекты платформы, которые требуют времени для проявления.

Вывод по главе 3

Проведенное в третьей главе исследование, посвящено разработке и апробации организационного-экономического механизма формирования и развития цифровых промышленных платформ III типа. В процессе исследования, получены следующие результаты.

1). Обоснована и разработана эталонная архитектура цифровой промышленной метаплатформы, в рамках которой проходит интеграция отраслевого и корпоративного уровней цифровой трансформации промышленности. Предложенная метаплатформа объединяет корпоративный контур, предназначенный для работы с данными и управленческими задачами отдельного промышленного предприятия, и отраслевой предназначенный для сопоставимого

анализа предприятий, формирования отраслевой аналитики и информационного обеспечения государственного управления.

2). Функциональная структура цифровой промышленной метаплатформы основана на основании согласования целей стейкхолдеров и функционально-стоимостном анализе. Значимость каждой функции была определена через ее вклад в достижение целей пользователей и инвесторов, а полученная полезность была сопоставлена с относительной ресурсоемкостью на реализацию данной функции. Данный анализ позволил выявить функции, затраты на которые превышают их относительную полезность, а также функции, которые недооценены с точки зрения распределения ресурсов.

3). Обосновано, что результативность цифровой промышленной метаплатформы не может оцениваться только на основе простой линейной экстраполяции. Развитие цифровой платформы связано с проявлением эффекта ускоряющейся отдачи и сетевого эффекта: расширение инфраструктуры и повторное использование цифровых компонентов снижают удельные затраты обработки данных, а подключение новых участников увеличивает число потенциальных кооперационных связей. Это определяет нелинейный характер накопления эффектов и необходимость достижения критического масштаба платформы.

4). Сформирован алгоритм создания цифровой промышленной метаплатформы и обоснованы организационно-правовые и финансовые условия его реализации. Алгоритм включает последовательное прохождение инициирования проекта: от стратегической сессии и выявления запросов пользователей, до определения функционала и технического задания, выбора правовой формы, оценки стоимости и выбора модели финансирования создания, а также мониторинга результатов. Сопоставление возможных организационно-правовых форм позволило предложить комбинированную модель финансирования: создание центра обработки данных и базовой инфраструктуры целесообразно осуществлять с использованием концессионного механизма, а разработку программного обеспечения, баз данных и аналитических сервисов — в рамках

государственно-частного партнерства. Функции оператора платформы предложено возложить на автономную некоммерческую организацию.

Апробация разработанного организационно-экономического механизма проведена на примере проекта цифровой платформы промышленности Уральского федерального округа. На первом этапе апробации проведена стратегическая сессия с участием 62 экспертов, представлявших промышленность, органы власти, научные организации и инвесторов, а также выполнен сравнительный анализ 52 действующих платформенных решений, включая 36 промышленных платформ и экосистем и 16 региональных цифровых платформ.

Выявлена существенная дифференциация запросов отдельных групп стейкхолдеров. На основе выявленных запросов сформирована функциональная модель платформы и проведен функционально-стоимостной анализ. Наиболее востребованными оказались аналитические сервисы и отчетность, трансфер технологий и НИОКР, реестр компетенций, мощностей и персонала, а также инструменты производственной кооперации и поиска заказов. По результатам расчетов сформировано техническое задание на создание платформы.

Практическая реализация организационно-экономического механизма завершена разработкой программного прототипа цифровой платформы промышленности УрФО и оценкой потенциальных эффектов от его масштабирования. Прототип построен для четырех основных групп пользователей: промышленное предприятие, научная организация или ВУЗ, инвестиционные компании и фонды поддержки и органы государственного управления.

В прототипе реализованы разработанные в диссертации инструменты: сбор и структурирование исходных данных, их стандартизация и нормирование, цифровой профиль Р1–Р10, идентификация цифрового паттерна, матрицы результативности цифровой трансформации, отраслевой бенчмаркинг, региональный промышленный дашборд, анализ предприятия, сопровождение инвестиционных проектов, маркетплейс запросов и компетенций, формирование консорциумов и подбор мер поддержки. Тем самым обеспечен переход от

диагностики цифровой трансформации к формированию информационной основы конкретного управленческого воздействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное диссертационное исследование направлено на разрешение фундаментальной научно-практической проблемы, связанной с системной неспособностью существующего инструментария оценки эффективности процессов цифровой трансформации промышленности выдавать сопоставимые и воспроизводимые результаты. Сформулированная гипотеза о том, что преодоление ключевых методологических разрывов возможно через синтез научных подходов полностью подтвердила себя. Поставленная цель диссертационного исследования – развитие теоретических положений и разработка методического инструментария оценки цифровой трансформации отраслей промышленности, а также организационно-экономического механизма формирования и развития цифровых промышленных платформ, – была успешно достигнута путем последовательного и логически взаимосвязанного решения трех исследовательских задач.

Результаты, полученные в ходе решения первой теоретической задачи, позволили сформировать целостную концептуальную основу для всего исследования. Детальный анализ теоретического, концептуального и понятийного аппарата от классических индустриальных парадигм до современных комплексных подходов, позволили выявить глубинные ограничения доминирующих, преимущественно статистических методов. Ключевым недостатком данных методов является статичность и оторванность от реальных динамических процессов цифровой трансформации промышленности. В качестве ответа на эти вызовы даны авторские уточнения и развитие понятийного аппарата.

На основе конвергентно-дивергентного и платформенного подходов, *расширяющие научные представления* о трансформации отраслей промышленности в условиях Индустрии 4.0. разработана теоретическая конструкция цифровой трансформации отрасли, связывающая:

1) *введенное в научный оборот понятие* «отраслевой паттерн цифровой трансформации промышленности», новизна которого заключается в

представлении устойчиво воспроизводимой модели преобразований как трехмерной структуры, объединяющей технологическое ядро отрасли, глубину трансформации бизнес-модели и уровень развития цифровых компетенций, что позволяет перейти от описания разрозненных отраслевых особенностей и закономерностей к выявлению целостных повторяющихся форм трансформационных процессов;

2) *теоретическую модель* промышленной отрасли с платформенно-ориентированной структурой, отличающуюся от традиционной структурно-функциональной модели динамичностью, сетевой организацией, размыванием традиционных отраслевых границ и появлением новых элементов и отношений, опосредованных цифровыми технологиями, а также выделением двух контуров – потоки физических объектов и потоки данных и стоимости;

3) *понятие* «цифровая промышленная платформа», *уточненное за счет введения в дефиницию* трех характеристик – экосистема, алгоритмизация отношений и система разделения труда, что в совокупности приводит к появлению в отрасли динамических специализаций;

4) *типологию* цифровых промышленных платформ, *дополненную* двумя типами платформ – «цифровая инфраструктурная платформа» (тип 0) как платформа базового уровня, обеспечивающего материально-техническую основу для всех последующих платформенных решений и «цифровая метаплатформа» как цифровой двойник отрасли (тип III).

Авторские теоретические положения *позволяют* перейти от фрагментарных описаний цифровизации промышленности к системному анализу и проектированию траекторий цифровой трансформации как на уровне отдельных промышленных предприятий, так и на отраслевом и национальном уровнях управления.

Результаты решения второй, методической, задачи, воплотились в создание оригинального и практико-ориентированного инструментария, напрямую преодолевающего выявленные ранее ограничения. Методический

инструментарий исследования цифровой трансформации промышленности, включает в себя:

1) *алгоритм* выявления отраслевых паттернов цифровой трансформации промышленности, *новизна которого заключается в пошаговой оценке* показателей, характеризующих три элементы паттерна: шаг 1 – «технологическое ядро» (с выделением четырех стратегических направлений развития технологий), шаг 2 – «организационные изменения и глубина трансформации бизнес-процессов» (на основе восьми типов управленческих задач) и шаг 3 – «внутренние цифровые компетенции» (с дифференциацией по уровням для ИКТ-специалистов, операторов оборудования и пользователей ИИ);

2) *методику оценки* цифровых профилей отраслей промышленности, *отличительной особенностью* которой является преодоление узко технологического фокуса существующих моделей за счет комплексной диагностики на основе сбалансированной системы из десяти взаимоувязанных параметров, охватывающих технологические, организационные и кадровые аспекты цифровизации;

3) *матрицы оценки результативности* цифровой трансформации в отраслях промышленности, построенные на основе двух соотношений: «уровень цифровой трансформации – уровень инвестиций» и «среднегодовой индекс промышленного производства – затраты на цифровую трансформацию на 1 руб. выпуска», новизна которых заключается в возможности оценить экономическую отдачу от затрат на цифровые технологии в контексте динамики промышленного производства и уровня цифрового развития отрасли.

Разработанный методический инструментарий *позволяет* проводить целостной диагностику цифровой трансформации отраслей промышленности, включая устойчивые отраслевые паттерны, многомерные цифровые профили и оценку результативности инвестиций, что обеспечивает повышение обоснованности управленческих решений в сфере регулирования промышленного развития.

Апробация инструментария была проведена на статистических данных по обрабатывающим отраслям промышленности. Были выявлены отраслевые различия в уровнях цифровой трансформации, а также модели внедрения цифровых технологий, в частности такие как регуляторно-ориентированную, интеграционную и инжиниринговую модели. Эти различия показывают ограничения единого подхода ко всем отраслям.

Результаты решения *третьей, практико-ориентированной, задачи* были направлены на разработку организационно-экономического механизма формирования и развития цифровых промышленных платформ третьего типа. На основе синтеза научных подходов и методического инструментария, разработан *алгоритм формирования* цифровой платформы, *особенностью которого является* последовательность действий от оценки запросов заинтересованных сторон через выбор вариантов формата платформы, формы финансирования и монетизации до мониторинга и уточнения функций цифровой платформы. Проведена *группировка субъектов*, заинтересованных в формировании цифровой платформы, включающую пользователей платформы и инвесторов платформы, *новизной которой является* процедура выявление их целей. Обоснован процесс формирования цифровой платформы, включающий концессионные соглашений и соглашения о государственно-частном партнерстве, *новизной которых является* комбинация указанных вариантов для изменяющихся форматов цифровой платформы в процессе ее развития.

Разработанный организационно-экономический механизм обеспечивает комплексное сопровождение жизненного цикла цифровой платформы за счет учета интересов ключевых стейкхолдеров и применения гибких механизмов государственно-частного финансирования, что создает основу для тиражирования успешных платформенных решений в различных сегментах промышленности.

Таким образом, выдвинутая в начале исследования гипотеза получила полное и многоаспектное подтверждение. Разработанный комплексный инструментарий обеспечивает преодоление ключевых системных разрывов,

сдерживающих эффективное внедрение процессов цифровой трансформации промышленности.

Практическая реализация результатов данной исследовательской работы обеспечивает существенное повышение обоснованности, своевременности и эффективности управленческих решений в сфере государственной промышленной и инновационной политики, инвестиционной деятельности, в рамках развития научного и кадрового потенциала, а также в области корпоративного управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акбердина В.В., Барыбина А.З. Цифровая трансформация промышленности. Монография, Екатеринбург: Издательство Института экономики УрО РАН. 2020. 213 с. 978-5-94646-647-9. ISBN: 978-5-94646-646-2 EDN: TMRUUJ

2. Акбердина, В. В. Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, С. Г. Пьянкова // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 227, № 1. – С. 292-313. – DOI 10.38197/2072-2060-2021-227-1-292-313. – EDN WCJPRL.

3. Акбердина, В. В. Моделирование инновационного резонанса в индустриальных регионах / В. В. Акбердина, А. В. Гребенкин, Н. Ю. Бухвалов // Экономика региона. – 2015. – № 4(44). – С. 289-308. – DOI 10.17059/2015-4-23. – EDN UYGHDT.

4. Акбердина, В. В. Отраслевые паттерны цифровой трансформации промышленности / В. В. Акбердина, А. З. Барыбина // AlterEconomics. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 96-121. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2026.23-1.7. – EDN GUQKJO.

5. Акбердина, В. В. Региональные аспекты индустриального развития: обзор подходов к формированию приоритетов и механизмов регулирования / В. В. Акбердина, О. А. Романова // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 714-736. – DOI 10.17059/ekon.reg.2021-3-1. – EDN MPMMTQ.

6. Акбердина, В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В. В. Акбердина // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 82-99. – DOI 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. – EDN XUEHAD.

7. Андреева, Е. Л. Бизнес-стратегии участия компании в предпринимательских экосистемах / Е. Л. Андреева, П. Л. Глухих, Ю. Г. Мыслякова // Управленец. – 2018. – Т. 9, № 6. – С. 49-57. – DOI 10.29141/2218-5003-2018-9-6-5. – EDN YYQJNR.

8. Андреева, Е. Л. Оценка влияния процессов цифровизации на развитие технологического экспорта регионов России / Е. Л. Андреева, П. Л. Глухих, С. С. Красных // Экономика региона. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 612-624. – DOI 10.17059/2020-2-21. – EDN NNHFJX.

9. Андреева, Е. Л. Связь науки и промышленного производства как фактор развития неоиндустриализации / Е. Л. Андреева // Новая индустриализация и умная экономика: вызовы и возможности : Материалы Пермского конгресса ученых-экономистов, Пермь, 12 февраля 2015 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ». Том 1. – Пермь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пермский государственный национальный исследовательский университет", 2015. – С. 11-14. – EDN UOAQZT.

10. Аузан, А. А. Колея и маятник: влияние ловушки предшествующего развития на динамику институциональных изменений / А. А. Аузан, Я. Д. Лепетиков, Д. А. Ситкевич // Вопросы теоретической экономики. – 2022. – № 1(14). – С. 24-47. – DOI 10.52342/2587-7666VTE_2022_1_24_47. – EDN VUNNKO.

11. Бабкин, А. В. Классификация и характеристика цифровых / А. В. Бабкин, А. Куратова // Вектор экономики. – 2018. – № 12(30). – С. 82. – EDN YTBYJN.

12. Бабкин, А. В. Методика оценки цифровой зрелости отраслевых промышленных экосистем / А. В. Бабкин, В. В. Глухов, Е. В. Шкарупета // Организатор производства. – 2022. – Т. 30, № 3. – С. 7-20. – EDN ZIQIWS.

13. Банников, Е. В. Виртуализация в автоматизации / Е. В. Банников. // International scientific review. – 2019. – № LXVII. – С. 18-21.

14. Баранов, Д. Н. Сущность и содержание категории "цифровая экономика" / Д. Н. Баранов // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте.

Серия 1: Экономика и управление. – 2018. – № 2(25). – С. 15-23. – DOI 10.21777/2587-554X-2018-2-15-23. – EDN UTFCMN.

15. Барыбина, А. З. Дизрапт отраслей как следствие развития цифровых платформ в промышленности / А. З. Барыбина // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47(6). – С. 30-37. – DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-30-37. – EDN YYCFEV.

16. Барыбина, А. З. Комплексная типология цифровых промышленных платформ на мировом рынке / А. З. Барыбина // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии. – Екатеринбург : Институт экономики Уральского отделения РАН, 2024. – С. 25-44. – DOI 10.17059/dti-2024-2. – EDN SBKKPW.

17. Барыбина, А. З. Оценка состояния информационной безопасности как процесса / А. З. Барыбина // Вестник Академии знаний. – 2023. – № 6(59). – С. 62-68. – EDN MMOSGC.

18. Барыбина, А. З. Границы понятия «цифровая платформа» / А. З. Барыбина // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии - 2020 : МАТЕРИАЛЫ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Екатеринбург, 27 ноября 2020 года. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2020. – С. 28-33. – EDN SQAEVL.

19. Барыбина, А. З. Применение платформенного подхода к оценке инновационной активности / А. З. Барыбина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 115-124. – DOI 10.14529/em210412. – EDN RNKWMK.

20. Барыбина, А. З. Развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры цифровизации экономики / А. З. Барыбина // Инфраструктура пространственного развития РФ: транспорт, энергетика, инновационная система, жизнеобеспечение : Монография / Ответственный редактор О.В. Тарасова. – Новосибирск : Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2020. – С. 318-341. – EDN PGKWTK.

21. Барыбина, А. З. Цифровые платформы метавселенных как цифровой двойник / А. З. Барыбина // Искусственные общества. – 2022. – Т. 17, № 4. – DOI 10.18254/S207751800022959-3. – EDN PEAGAD.

22. Барыбина, А. З. Цифровая платформа как новая бизнес-модель организации / А. З. Барыбина // Развитие территориальных социально-экономических систем: вопросы теории и практики : Материалы XVII международной научно-практической конференции молодых ученых, Екатеринбург, 11–12 марта 2020 года / Под общей редакцией Лавриковой Ю.Г.. – Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2020. – С. 57-58. – EDN IXLBTG.

23. Белова, Л. Г. Технологическая безработица и бизнес-модель шеринговой экономики в условиях цифровизации экономики / Л. Г. Белова // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2021. – № 1. – С. 208-225. – EDN CGJZSR.

24. Белоусов, Ю. В. Методология определения цифровой экономики / Ю. В. Белоусов, О. И. Тимофеева // Мир новой экономики. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 79-89. – DOI 10.26794/2220-6469-2019-13-4-79-89. – EDN EFVCZL.

25. Бийчук, А. Н. Цифровая трансформация бизнеса в современной экономике / А. Н. Бийчук // Экономическая среда. – 2017. – № 2(20). – С. 14-16. – EDN ZAGWMT.

26. Брызгалов, А. А. Экономическая модель построения архитектуры сетевого предприятия / А. А. Брызгалов, Ю. Ф. Тельнов // Статистика и Экономика. – 2022. – Т. 19, № 6. – С. 53-62. – DOI 10.21686/2500-3925-2022-6-53-62. – EDN XGBFBQ.

27. Бухт Р., Хикс Р. Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. - 2018. - Т. 13, №2. - С. 143-172. - DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07 EDN: YXBNWX

28. Ведута, Е. Н. Big Data и экономическая кибернетика / Е. Н. Ведута, Т. Н. Джакубова // Государственное управление. Электронный вестник. – 2017. – № 63. – С. 43-66. – EDN ZJTADN.

29. Верников, А. В. Не тот эффект назвали блокировкой... («исправление имен» в российском институционализме) / А. В. Верников, А. А. Курышева // AlterEconomics. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 485-504. – DOI 10.31063/AlterEconomics/2023.20-3.1. – EDN DPNKRK.

30. Вертакова, Ю. В. Интеллектуальное производство в условиях индустрии Х.0 / Ю. В. Вертакова, Е. В. Шкарупета // Экономическое возрождение России. – 2025. – № 1(83). – С. 146-162. – DOI 10.37930/1990-9780-2025-1-83-146-162. – EDN RMSGJO.

31. Трансформация цепей поставок в ситуации глобального кризиса / Г. Л. Бродецкий, В. Д. Герами, Д. А. Гусев, А. В. Колик // Анализ и прогноз. Журнал ИМЭМО РАН. – 2023. – № 2. – С. 14-23. – DOI 10.20542/afij-2023-2-14-23. – EDN PDIUYX.

32. Волков, В. И. Цифровая трансформация как новый формат инновационно-технологической политики, реализуемой на предприятиях ОПК / В. И. Волков, С. С. Голубев, А. Г. Щербаков // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2018. – № 3. – С. 22-31. – EDN YABXTF.

33. Володина, Н. Л. Проблемы и перспективы структурного управления промышленными предприятиями в условиях цифровой экономики / Н. Л. Володина, Н. В. Сироткина // Организатор производства. – 2021. – Т. 29, № 3. – С. 73-90. – DOI 10.36622/VSTU.2021.63.84.008. – EDN MNHGXD.

34. Всемирный банк. Доклад о мировом развитии 2016: Цифровые дивиденды : обзор. – Вашингтон, округ Колумбия : Всемирный банк, 2016. – DOI: 10.1596/978-1-4648-0671-1. – URL: World Development Report 2016: Digital Dividends (дата обращения: 21.09.2026).

35. Гарифуллин, Б. М. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы / Б. М. Гарифуллин, В. В. Зябриков // Креативная экономика. – 2018. – Т. 12, № 9. – С. 1345-1358. – DOI 10.18334/ce.12.9.39332. – EDN VKHFUG.

36. Гасанов, Т. А. Цифровая экономика - как новое направление экономической теории / Т. А. Гасанов, Г. А. Гасанов // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2017. – № 6(80). – С. 4-10. – EDN ZUQPUD.

37. Гелисханов, И. З. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития / И. З. Гелисханов, Т. Н. Юдина, А. В. Бабкин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2018. – Т. 11, № 6. – С. 22-36. – DOI 10.18721/JE.11602. – EDN YUKCIH.

38. Головенчик, Г. Г. Цифровая трансформация промышленности Китая: опыт для ЕАЭС / Г. Г. Головенчик, Ю. Ван. – Минск : Белорусский государственный университет, 2020. – 166 с. – ISBN 978-985-553-678-0. – EDN BUVFOD.

39. Гребенщикова, А. Д. Функционально-стоимостной анализ - эффективный инструмент управленческого учета / А. Д. Гребенщикова, Л. И. Чернышова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2023. – № 1(67). – С. 45-51. – EDN LFEHQI.

40. Грибков, А. А. Паттерны общей теории систем. Часть 3. Паттерны изменения систем / А. А. Грибков // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. – 2023. – Т. 12, № 1-1. – С. 33-41. – DOI 10.34670/AR.2023.80.41.002. – EDN EQBULN.

41. Гринберг Р.С. Мифы постиндустриализма и проблемы реиндустриализации России // Якунин В.И., Сулакшин С.С., Багдасарян В.Э. Кара-Мурза С.Г., Деева М.В., Сафонова Ю.А. Постиндустриализм. Опыт критического анализа. – М., 2012.

42. Гэлбрейт Джон Кеннет Новое индустриальное общество. Избранное / Дж. К. Гэлбрейт. – М.: Эксмо, 2008. – 1200 с. – (Антология экономической мысли). ISBN 978-5-699-23657-2

43. Данилевский, Ю. Г. Информационная технология в промышленности : научное издание / Ю. Г. Данилевский, И. А. Петухов, В. С. Шибанов. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 282 с. ISBN 5-217-00152-6

44. Девдариани, Н. В. Ретроспектива развития теорий социального прогресса / Н. В. Девдариани, Е. В. Рубцова // Карельский научный журнал. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 69-71. – DOI 10.26140/knz4-2019-0803-0019. – EDN UPLWWN.

45. Департамент промышленной политики // Евразийская экономическая комиссия: официальный сайт. – URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_prom/Pages (дата обращения: 24.07.2022).

46. Дериземля, В. Е. Методические положения оценки цифровой зрелости экономических систем / В. Е. Дериземля, А. А. Тер-Григорьянц // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2021. – Т. 29, № 1. – С. 39-55. – DOI 10.22363/2313-2329-2021-29-1-39-55. – EDN GBOUGT.

47. Джаубаева, Ф. Ю. Функционально-стоимостной анализ: сущность и этапы реализации / Ф. Ю. Джаубаева // Вестник университета. – 2015. – № 7. – С. 180-183. – EDN UIKCCH.

48. Долгова, О. И. Имитационное моделирование бизнес-процессов промышленных компаний в условиях Индустрии 4.0 / О. И. Долгова, А. Ю. Никитаева // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 26-40. – DOI 10.18721/JE.16402. – EDN MJULMZ.

49. Дранев Ю. Я., Кучин И. И., Миряков М. И. Экономический эффект от внедрения технологий искусственного интеллекта в России. – М. : ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. – 3 с. – (Искусственный интеллект : серия информационно-аналитических материалов ИСИЭЗ НИУ ВШЭ ; № 17/2025). – URL: https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1022067859.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

50. Ершова, И. В. Модернизация метода функционально-стоимостного анализа в условиях цифровой трансформации промышленности / И. В. Ершова, М. А. Прилуцкая, А. Д. Мурукина // Организатор производства. –

2021. – Т. 29, № 4. – С. 35-47. – DOI 10.36622/VSTU.2021.15.23.004. – EDN XLABEL.

51. Ершова, И. В. Научно-производственная кооперация предприятий оборонно-промышленного комплекса на базе цифровых платформ / И. В. Ершова, М. А. Прилуцкая // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы : сборник научных статей Международной научно-практической конференции: в двух томах, Минск, 16–17 ноября 2023 года. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2023. – С. 439-444. – EDN QVMGSY.

52. Ершова, И. В. Оперативное управление производством на основе цифровой модели / И. В. Ершова, А. А. Тотьмянин // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии : Сборник научных статей. – Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2022. – С. 100-108. – DOI 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-9. – EDN CHHAID.

53. Ершова, И. В. Применение цифровых имитационных моделей для организации машиностроительного производства / И. В. Ершова, А. В. Клюев, А. А. Тотмянин // Умные технологии в современном мире : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Южно-Уральский государственный университет, Высшая школа экономики и управления, 22–23 ноября 2023 года. – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2024. – С. 46-51. – EDN XPSEKD.

54. Зверев, А. В. Цифровая трансформации экономики и финансовой системы России / А. В. Зверев, М. Ю. Мишина, А. В. Новиков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2021. – Т. 1, № 6(114). – С. 82-95. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2021.06.01.013. – EDN UQGGCZ.

55. Зверева, А. О. Трансформация торговых услуг в цифровой экономике / А. О. Зверева, Е. Ю. Депутатова // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2019. – № 4(106). – С. 156-163. – DOI 10.21686/2413-2829-2019-4-156-163. – EDN ODUFGE.

56. Зозуля, Д. М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы / Д. М. Зозуля // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 1-14. – DOI 10.18334/vinec.8.1.38856. – EDN YWEKCG.

57. Идентификация параметров агент-ориентированной модели управления промышленным комплексом региона / В. В. Акбердина, А. Ф. Шориков, Г. Б. Коровин, Д. В. Сиротин // Экономика региона. – 2024. – Т. 20, № 1. – С. 48-62. – DOI 10.17059/ekon.reg.2024-1-4. – EDN ALKGZP.

58. Индикаторы цифровой экономики: 2025 : статистический сборник / В. Л. Абашкин, Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг [и др.]. – Москва : НИУ ВШЭ, 2025. – 296 с. – DOI 10.17323/978-5-7598-3029-0.

59. Истомина, Е. А. Оценка трендов цифровизации в промышленности / Е. А. Истомина // Вестник Челябинского государственного университета. – 2018. – № 12(422). – С. 108-116. – DOI 10.24411/1994-2796-2018-11212. – EDN YTSNXV.

60. Источник данных Росстата – Раздел «Наука, инновации и технологии» https://www.rosstat.gov.ru/statistics/science - Электронный ресурс (дата обращения 14.12.2025 г.).

61. Калиниченко, М. П. Моделирование "цифрового" фактора в промышленности России / М. П. Калиниченко // Экономическое развитие России. – 2021. – Т. 28, № 6. – С. 39-45. – EDN MHTVPJ.

62. Карпов, Н. А. Особенности стейкхолдер-менеджмента в цифровых платформах и экосистемах / Н. А. Карпов // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 3(62). – С. 788-792. – EDN GJVHZL.

63. Килимова, А. Д. Трансформация производств легкой промышленности в связи с переходом к цифровой экономике / А. Д. Килимова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2022. – Т. 24, № 2(106). – С. 42-47. – DOI 10.37313/1990-5378-2022-24-2-42-47. – EDN WHQAXE.

64. Клейнер, Г. Б. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории / Г. Б. Клейнер // Вопросы экономики. – 2013. – № 6. – С. 4-28. – DOI 10.32609/0042-8736-2013-6-4-28. – EDN QBBNIF.

65. Князькова, В. С. Развитие функционально-стоимостного анализа и особенности его применения при проектировании программных продуктов / В. С. Князькова // π-Economy. – 2022. – Т. 15, № 5. – С. 111-121. – DOI 10.18721/JE.15507. – EDN FIAOLR.

66. Кобзев, В. В. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности / В. В. Кобзев, А. В. Бабкин, А. С. Скоробогатов // π-Economy. – 2022. – Т. 15, № 5. – С. 7-27. – DOI 10.18721/JE.15501. – EDN NUNQPQ.

67. Ковалев, В. Е. Цифровое будущее машиностроения: оценка потенциала формирования платформенных рынков / В. Е. Ковалев, Н. Ю. Ярошевич, О. В. Комарова // Управленец. – 2025. – Т. 16, № 1. – С. 35-47. – DOI 10.29141/2218-5003-2025-16-1-3. – EDN IYNDUH.

68. Коваленко, А. И. Сетевой эффект как признак доминирующего положения цифровых платформ / А. И. Коваленко // Современная конкуренция. – 2020. – Т. 14, № 1(77). – С. 18-37. – DOI 10.37791/1993-7598-2020-14-1-18-37. – EDN QAQKWY.

69. Колесников, Н. Е. Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест / Н. Е. Колесников, Т. Н. Кошелева // Экономика и управление. – 2014. – № 10(108). – С. 29-32. – EDN TBYKFF.

70. Колобов И., Арефьев Ф. ZIIoT: цифровая платформа для промышленности // Открытые системы. СУБД. – 2021. – 30 мая. – URL: https://www.osp.ru/os/2021/02/13055940 (дата обращения: 22.01.2023)

71. Колосовский, Н. Н. Теория экономического районирования / Н. Н. Колосовский ; Н.Н.Колосовский. – Москва : Мысль, 1969. – 336 с. – EDN TLAWLO.

72. Комарова, О. В. Платформенный рынок как новая форма развития отраслевого промышленного рынка: теоретическая трактовка / О. В. Комарова, Н. Ю. Ярошевич // Теоретическая экономика. – 2025. – № 10(130). – С. 93-108. – DOI 10.52957/2221-3260-2025-10-93-108. – EDN LQVNFI.

73. Комарова, О. В. Платформенный рынок: эволюция исследовательских парадигм / О. В. Комарова, Н. Ю. Ярошевич // Journal of New Economy. – 2025. – Т. 26, № 2. – С. 6-27. – DOI 10.29141/2658-5081-2025-26-2-1. – EDN INUYPO.

74. Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации: доклад о развитии цифровой экономики в России / Всемирный банк. – Вашингтон: Всемирный банк, 2018. – 144 с. – URL: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30584/AUS0000158-RU.pdf?sequence=4 (дата обращения: 24.07.2022).

75. Концепция общего регулирования деятельности групп компаний, развивающих различные цифровые сервисы на базе одной «экосистемы». – М. : Министерство экономического развития Российской Федерации, 2021. – 20с. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/cb29a7d08290120645a871be41599850/koncepciya_21052021.pdf (дата обращения: 22.09.2025).

76. Коровин, Г. Б. Интегральная оценка уровня развития цифровых экосистем в субъектах РФ / Г. Б. Коровин // Экономика региона. – 2026. – Т. 22, № 1. – С. 16-28. – DOI 10.17059/ekon.reg.2026-1-2. – EDN XCCHMA.

77. Коровин, Г. Б. Цифровое развитие экономики регионов России / Г. Б. Коровин // Метаморфозы современного российского пространства: приоритеты общественно-географического анализа : Материалы Международной научной конференции (XV научная Ассамблея АРГО), Краснодар, 29 сентября – 08 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2024. – С. 229-233. – EDN IHRBNM.

78. Коровин, Г. Б. Сравнительная оценка цифровизации индустриальных регионов РФ / Г. Б. Коровин // Экономика региона. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 60-74. – DOI 10.17059/ekon.reg.2023-1-5. – EDN TZKGJT.

79. Кравченко, А. А. Эволюция технологии цифровых двойников на кривой ГарТнер за период 2016-2024 гг / А. А. Кравченко // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. – 2025. – Т. 17, № 2(56). – С. 88-110. – DOI 10.38050/2078-3809-2025-17-2-88-110. – EDN CMSBCC.

80. Краковская, И. Н. Российская практика государственного регулирования цифровой трансформации промышленности / И. Н. Краковская, Ю. В. Корокошко, Ю. Ю. Слушкина // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 1. – С. 21-38. – DOI 10.18721/JE.16102. – EDN NHPIKY.

81. Кузнецова, С. А. Проблемы формирования бизнес-экосистемы на основе цифровой платформы: на примере платформы компании 1С / С. А. Кузнецова, В. Д. Маркова // Инновации. – 2018. – № 2(232). – С. 55-60. – EDN YRUNLG.

82. Кузовкова, Т. А. Понятие ценности цифровых платформ и методы оценки синергии их эффективности / Т. А. Кузовкова, А. Д. Кузовков, И. М. Шаравов // Век качества. – 2022. – № 3. – С. 73-96. – EDN ZFHVFO

83. Кульков, В. М. Цифровая экономика: надежды и иллюзии / В. М. Кульков // Философия хозяйства. – 2017. – № 5(113). – С. 145-156. – EDN ZXMNND.

84. Купчишина, Е. В. Эволюция концепций цифровой экономики как феномена неоэкономики / Е. В. Купчишина // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 68. – С. 426-444. – EDN XUMNVJ.

85. Курушина, Е. В. Цифровизация экономики на уровне макрорегиона / Е. В. Курушина, М. Б. Петров // Журнал экономической теории. – 2020. – Т. 17, № 1. – С. 101-116. – DOI 10.31063/2073-6517/2020.17-1.8. – EDN VHJKCK.

86. Лавренко, Е. В. Цифровая трансформация промышленности: российский и зарубежный опыт / Е. В. Лавренко, М. Н. Мечикова // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2022. – Т. 11, № 1. – С. 47-52. – DOI 10.24412/2225-8264-2022-1-46-51. – EDN AKDLKM.

87. Лаврик, О. Л. Систематический обзор как вид обзорно-аналитических продуктов / О. Л. Лаврик, Т. А. Калюжная, М. А. Плешакова // Библиосфера. – 2019. – № 2. – С. 33-51. – DOI 10.20913/1815-3186-2019-2-33-51. – EDN PGYNHF.

88. Лапидус, Л. В. Онтогенез цифровой экономики и экономики данных: концепция "интеллектуальная гиперсвязанность в Индустрии X.0" / Л. В. Лапидус // Российский журнал менеджмента. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 370-400. – DOI 10.21638/spbu18.2024.302. – EDN OYGMHT.

89. Лола, И. С. Драйверы внедрения цифровых технологий в обрабатывающей промышленности России / И. С. Лола, М. Б. Бакеев // Информационное общество. – 2020. – № 5. – С. 89-97. – EDN YZNKEA.

90. Лола, И. С. Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований / И. С. Лола, М. Б. Бакеев // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2019. – Т. 35, № 4. – С. 628-657. – DOI 10.21638/spbu05.2019.407. – EDN FPYRAM.

91. Мамихин, С. В. Компьютеризация экологических исследований / С. В. Мамихин // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2000. – № 4. – С. 150-157. – EDN IIXTDN.

92. Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий / А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета, Т. А. Гилева [и др.] // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2022. – Т. 13, № 3. – С. 443-458. – DOI 10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458. – EDN MIHCBQ.

93. Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием : одобрены

на заседании президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности 06.11.2020. – М.: Минцифры России, 2020. – URL: Минцифры России – Методические рекомендации (дата обращения: 21.09.2026).

94. Миролюбова, Т. В. Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике / Т. В. Миролюбова, Т. В. Карлина, Р. С. Николаев // Экономика региона. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 377-390. – DOI 10.17059/2020-2-4. – EDN SVVOXF.

95. Молчанова, С. М. Разработка и внедрение стратегии цифровой трансформации в экономике РФ / С. М. Молчанова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2021. – № 2. – С. 31-36. – DOI 10.46418/2079-8210_2021_2_5. – EDN EVRPGT.

96. Мугутдинов, Р. М. Особенности цифровой трансформации в промышленности / Р. М. Мугутдинов, А. А. Горовой // Вестник Академии знаний. – 2022. – № 48(1). – С. 216-225. – DOI 10.24412/2304-6139-2022-48-1-216-226. – EDN VDAAQS.

97. Мугутдинов, Р. М. Цифровое предприятие как инновационный субъект бизнеса в условиях цифровых преобразований экономики / Р. М. Мугутдинов // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47(6). – С. 267-271. – DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-267-271. – EDN NWXKBX.

98. Мыльник, А. В. Применение облачных технологий для управления данными в промышленности: обзор ключевых функцийи возмож ностей / А. В. Мыльник, Г. Р. Голов // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2025. – Т. 251, № 1. – С. 172-190. – DOI 10.38197/2072-2060-2025-251-1-172-190. – EDN AKUYSA.

99. Мыслякова, Ю. Г. Основы экономической генетики в моделях эволюции и ревитализации старопромышленных регионов / Ю. Г. Мыслякова //

Journal of Applied Economic Research. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 489-523. – DOI 10.15826/vestnik.2021.20.3.020. – EDN IIIPFY.

100. Направляющая роль технологического форсайта в управлении прорывными технологиями в региональной промышленности / Л. Г. Матвеева, Е. В. Каплюк, Е. А. Лихацкая, Н. В. Низов // Региональная экономика. Юг России. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 55-69. – DOI 10.15688/re.volsu.2023.1.5. – EDN TBWBSC.

101. Нельсон Р. Р., Уинтер С. Дж. Эволюционная теория экономических изменений / пер. с англ. М. Я. Каждана; науч. ред. В. Л. Макаров. – Москва: Дело, 2002. – 535 с. – (Современная институционально-эволюционная теория). – ISBN 5-7749-0215-3.

102. Никитаева, А. Ю. Активизация промышленного развития на платформе партнерских отношений: меры государственного регулирования / А. Ю. Никитаева // Journal of Economic Regulation. – 2016. – Т. 7, № 4. – С. 20-31. – DOI 10.17835/2078-5429.2016.7.4.020-031. – EDN XREOMJ.

103. Ниязова, Ю. М. Цифровая платформа как информационно- экономическая структура / Ю. М. Ниязова, А. В. Гарин, М. И. Злыднев // Компетентность. – 2021. – № 1. – С. 31-36. – EDN TCYFDL.

104. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / пер. с англ. А. Н. Нестеренко; предисл. и науч. ред. Б. З. Мильнера. – Москва : Фонд экономической книги «Начала», 1997. – 180 с.

105. О Концепции создания условий для цифровой трансформации промышленного сотрудничества в рамках Евразийского экономического союза и цифровой трансформации промышленности государств – членов Союза : рекомендация Совета Евразийской экономической комиссии от 05.12.2018 № 1. – URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/63e/Rekom-soveta-1-cifra.pdf (дата обращения: 21.09.2026)

106. Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза : Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 77 : с изм. и доп. // ГАРАНТ :

информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/483423312/ (дата обращения: 16.01.2026)

107. Овчинникова, А. В. Оценка связей предпринимательских экосистем с уровнем экономического развития регионов России / А. В. Овчинникова, С. Д. Зимин // Journal of Applied Economic Research. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 362-382. – DOI 10.15826/vestnik.2021.20.3.015. – EDN WVMNLK.

108. Озорнин, С. Ю. Метод оценки ценности для промышленного предприятия, получаемой в результате реализации инновационного цифрового проекта / С. Ю. Озорнин, Н. Г. Терлыга // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 7. – С. 3613-3624. – DOI 10.18334/epp.14.7.121418. – EDN HFHOFI.

109. Орехов, В. Д. Исследование новых тенденций и закономерностей воздействия цифровой экономики на производительность труда / В. Д. Орехов, М. С. Мельник, О. С. Причина // Проблемы экономики и юридической практики. – 2018. – № 2. – С. 20-25. – EDN UOKIYA.

110. Орехова, С. В. Экосистемы и новая конкуренция: феномен "яйца и курицы" / С. В. Орехова, Н. Ю. Ярошевич // Вопросы управления. – 2022. – № 2(75). – С. 34-48. – DOI 10.22394/2304-3369-2022-2-34-48. – EDN ZQTHTG.

111. Осипов, Ю. М. Цифровая платформа как институт эпохи технологического прорыва / Ю. М. Осипов, Т. Н. Юдина, И. З. Гелисханов // Экономические стратегии. – 2018. – Т. 20, № 5(155). – С. 22-29. – EDN VBLABK.

112. Паркер Дж., Ван Альстин М., Чаудари С. Революция платформ: как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас / пер. с англ. Е. Пономаревой. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 304 с. – ISBN 978-5-00100-723-4.

113. Перес, К. Технологические революции и финансовый капитал : динамика пузырей и периодов процветания / К. Перес ; Карлота Перес ; пер. с англ. Ф. В. Маевского, науч. ред. пер. С. Ю. Глазьев, В. Е. Дементьев ; Акад. народного хоз-ва при Правительстве Российской Федерации, Центр эволюционной экономики. – Москва : Дело, 2011. – 231 с. – (Серия "Современная

институционально-эволюционная теория"). – ISBN 978-5-7749-0626-0. – EDN QULVFB.

114. Перспективы применения аддитивных технологий в России в отраслевом ракурсе (на примере авиационной промышленности) / У. А. М. Найм, Д. Н. Ермаков, В. М. Мельников, О. Ю. Казенков // Computational Nanotechnology. – 2022. – Т. 9, № 2. – С. 56-66. – DOI 10.33693/2313-223X-2022-9-2-56-66. – EDN KPWABK.

115. Платформенная экономика в России: потенциал развития : аналитический доклад / П37 Г. И. Абдрахманова, Л. М. Гохберг, А. В. Демьянова и др.; под ред. Л. М. Гохберга, Б. М. Глазкова, П. Б. Рудника, Г. И. Абдрахмановой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2023. – 72 с. – 150 экз. – ISBN 978-5-7598-3001-6 (в обл.).

116. Плотников, В. А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике / В. А. Плотников // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4(112). – С. 16-24. – EDN UUURVF.

117. Пономарев, А. И. Методические подходы к оценке стоимости цифровых платформ и их апробация на примере МКПАО ВК / А. И. Пономарев // Финансовый менеджмент. – 2026. – № 9. – С. 161-166. – EDN JZMKSR.

118. Попов, Е. В. Дифференция воздействия стейкхолдеров на институты экосистемы / Е. В. Попов // Журнал институциональных исследований. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 59-70. – DOI 10.17835/2076-6297.2021.13.4.059-070. – EDN JNUCQR.

119. Попов, Е. В. Трансакционный конфигуратор институтов взаимодействия стейкхолдеров экосистемы прикладной цифровой платформы / Е. В. Попов, В. Л. Симонова, В. В. Черепанов // Журнал институциональных исследований. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 35-47. – DOI 10.17835/2076-6297.2023.15.4.035-047. – EDN MTXEKQ.

120. Попов, Е. В. Трансакционная конфигурация цифровых преобразований стейкхолдеров бизнес-экосистемы / Е. В. Попов, А. Д. Тихонова, В. А.

Бичурин // Журнал прикладных исследований. – 2025. – № 8. – С. 92-104. – DOI 10.47576/2949-1878.2025.8.8.012. – EDN IBUEON.

121. Портер М. Е. Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость / пер. с англ. Е. Калининой. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 714 с. – ISBN 5-9614-0182-0

122. Потапцева, Е. В. Промышленная роботизация в России: методологические подходы к статистическому измерению / Е. В. Потапцева, О. С. Брянцева // Вопросы статистики. – 2025. – Т. 32, № 4. – С. 5-20. – DOI 10.34023/2313-6383-2025-32-4-5-20. – EDN MISBOY.

123. Предприятие в условиях цифровой трансформации: экономика и управление / Я. П. Силин, А. Н. Головина, Е. Л. Андреева [и др.]. – Верхняя Пышма : Общество с ограниченной ответственностью "ТРУДОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ИНВАЛИДОВ КУЛЬТУРА И СПОРТ", 2021. – 338 с. – ISBN 978-5-6046523-4-3. – EDN WHCGBO.

124. Развитие цифровой экономики в России: программа до 2035 года. – 2017. – 40 с. – URL: Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 года (дата обращения: 21.09.2026).

125. Раменская, Л. А. Взаимодействие цифровых платформ с ключевыми заинтересованными сторонами: контент-анализ / Л. А. Раменская // Управленец. – 2021. – Т. 12, № 5. – С. 96-106. – DOI 10.29141/2218-5003-2021-12-5-7. – EDN XCHFOL.

126. Реализация инновационных потребностей индустриального региона на основе создания и развития промышленно-логистических технопарков: Монография / А. И. Татаркин, Ю. Г. Лаврикова, В. В. Акбердина, А. В. Суворова; Ответственный редактор Ю.Г. Лаврикова. – Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2015. – 171 с. – ISBN 978-5-94646-503-8. – EDN UODLLP.

127. Розанова, Н. М. Механизм трансформации сетевого рынка в цифровую эпоху / Н. М. Розанова, А. В. Юшин // Terra Economicus. – 2015. – Т. 13, № 1. – С. 73-88. – EDN TRVCYV

128. Романова, О. А. Проблемы цифровизации отечественной металлургии в условиях санкционного давления / О. А. Романова, Д. В. Сиротин // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии : Сборник научных статей. – Екатеринбург : Институт экономики Уральского отделения РАН, 2022. – С. 185-205. – DOI 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-17. – EDN OVOTTL.

129. Романова, О. А. Цифровизация производственных процессов в металлургии: тенденции и методы измерения / О. А. Романова, Д. В. Сиротин // Известия Уральского государственного горного университета. – 2021. – № 3(63). – С. 136-148. – DOI 10.21440/2307-2091-2021-3-136-148. – EDN YSRQSS.

130. Романова, О. А. Цифровизация промышленности как фактор повышения устойчивости экономики к шоковым воздействиям / О. А. Романова, А. О. Пономарева // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии : Сборник научных статей. – Екатеринбург : Институт экономики Уральского отделения РАН, 2022. – С. 174-184. – DOI 10.17059/978-5-94646-673-8-2022-16. – EDN TIEBPN.

131. Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий / Autodesk, Solver, Центр компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии», Московская школа управления «Сколково». – 2019. – URL: https://assets.fea.ru/uploads/nticenter/112019/Rukovodstvo_po_cifrovizacii_proizvodstvennyh_predpriyatij.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

132. Сердюков, Р. Д. Роль и место цифровых платформ в развитии промышленных предприятий: экосистемный подход / Р. Д. Сердюков // Естественно-гуманитарные исследования. – 2021. – № 37(5). – С. 249-255. – DOI 10.24412/2309-4788-2021-537-249-255. – EDN ASPPSM.

133. Силин, Я. П. Стратегии цифровой трансформации в промышленности: эмпирические модели отраслевых сопоставлений / Я. П. Силин, В. Е.

Ковалев, Н. Ю. Ярошевич // Управленец. – 2026. – Т. 17, № 2. – С. 54-68. – DOI 10.29141/2218-5003-2026-17-2-4. – EDN JPKKAV.

134. Системная экономика: шаги развития: Монография / Г.Б. Клейнер. Предисловие академика В.Л. Макарова. – Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2021. – 746 с. ISBN 978-5-907242-87-6

135. Скородумова, О. Б. Компьютеризация / О. Б. Скородумова, В. Э. Меламуд. // Знание. Понимание. Умение. – 2005. – № 3. – С. 211-213.

136. Смирнов, Е. Н. Влияние глобальных цифровых платформ на процессы трансформации современной международной торговли / Е. Н. Смирнов, Е. А. Карелина // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2023. – № 10. – С. 73-77. – DOI 10.37882/2223-2974.2023.10.29. – EDN HEYKMH.

137. Смирнов, Е. Н. Технологическое неравенство в новых условиях развития транснациональных корпораций и глобальных цифровых платформ / Е. Н. Смирнов, Е. А. Карелина // Международный научный журнал. – 2023. – № 5(92). – С. 7-17. – DOI 10.34286/1995-4638-2023-92-5-7-17. – EDN AFQDBO.

138. Срничек Н. Капитализм платформ. / пер. с англ. И науч. Ред. М.Добряковой. Нац. Исслед. Ун-т "Высшая школа экономики". - М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2019. - 128 с. - (экономическая теория). ISBN: 978-5-7598-1786-4

139. Степнов, И. М. Цифровые платформы как новый экономический агент в открытой модели экономики / И. М. Степнов, Ю. А. Ковальчук // Друкеровский вестник. – 2019. – № 2(28). – С. 5-13. – DOI 10.17213/2312-6469-2019-2-5-13. – EDN MDGFTN.

140. Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить / под ред. Е. Г. Потаповой, П. М. Потеевой, М. С. Шклярук. – Москва : РАНХиГС, 2021. – 184 с. – URL: https://storage.strategy24.ru/files/news/202102/ff00a177b3fa0bb25513e8e59ad097d5.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

141. Стырин, Е. М. Государственные цифровые платформы: ключевые особенности и основные сценарии развития : докл. к XXII Апр. междунар. научн. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Е. М. Стырин, Н. Е. Дмитриева. – Москва : Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2021. – 32 с. – ISBN 978-5-7598-2516-6. – DOI 10.17323/978-5-7598-2516-6. – EDN QEBHFJ.

142. Стырин, Е. М. Государственные цифровые платформы: от концепта к реализации / Е. М. Стырин, Н. Е. Дмитриева, Л. Х. Синятуллина // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2019. – № 4. – С. 31-60. – EDN IMBSRY.

143. Сурнина, Н. М. Цифровизация как фактор обеспечения устойчивого развития пространственных инф раструктурных систем региона / Н. М. Сурнина, Е. А. Шишкина // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2020. – Т. 223, № 3. – С. 251-259. – DOI 10.38197/2072-2060-2020-223-3-251-259. – EDN NYXNAV.

144. Татаркин, А. И. Инклюзивное технологическое развитие как новый элемент технико-экономической парадигмы / А. И. Татаркин, В. В. Акбердина, Н. Ю. Бухвалов // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий : материалы II Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 18–20 апреля 2016 г. : в 2 томах. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – Т. 1. – С. 41–47.

145. Толстых, Т. О. Стратегическое развитие научно-технического потенциала промышленности в условиях цифровой трансформации экономики / Т. О. Толстых, С. Е. Афонин // Экономика промышленности. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 410-417. – DOI 10.17073/2072-1633-2021-4-410-417. – EDN TXTGVE.

146. Трансформация цепей поставок в ситуации глобального кризиса / Г. Л. Бродецкий, В. Д. Герами, Д. А. Гусев, А. В. Колик // Анализ и прогноз. Журнал ИМЭМО РАН. – 2023. – № 2. – С. 14-23. – DOI 10.20542/afij-2023-2-14-23. – EDN PDIUYX.

147. Трачук, А. В. Внедрение цифровых платформ промышленными компаниями как источник конкурентных преимуществ / А. В. Трачук, Н. В. Линдер // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2023. – Т. 14, № 1. – С. 18-32. – DOI 10.17747/2618-947X-2023-1-18-32. – EDN RXZNWX.

148. Трубин, А. Е. Анализ проблем и возможностей перехода отечественных предприятий от импортозамещения к импортоопережению бизнес-приложений в ИТ-сфере в условиях цифровой трансформации / А. Е. Трубин, С. Н. Чевычелов, А. Ю. Анисимов // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 81-96. – DOI 10.15688/ek.jvolsu.2025.1.7. – EDN WPRLXU.

149. Тюрин В. Семь факторов развития цифровых платформ // IT Week : [сайт]. – 2017. – 2 июня. – URL: IT Week, «Семь факторов развития цифровых платформ» (дата обращения: 22.09.2026).

150. Управление публичными информационными системами: функционально-стоимостной анализ / Д. С. Федосеев, А. Д. Нерослов, В. П. Мохов, И. В. Митрофанова // Теория и практика общественного развития. – 2024. – № 10(198). – С. 122-134. – DOI 10.24158/tipor.2024.10.16. – EDN ZVDBLR.

151. Уральский вектор инновационного развития российской металлургии / А. И. Татаркин, О. А. Романова, Г. Б. Коровин, С. Г. Ченчевич // ЭКО. – 2015. – № 3(489). – С. 79-97. – EDN RKZUCE.

152. Урасова, А. А. Условия цифровизации экономики как основа управления развитием пространственно-отраслевой структуры региона / А. А. Урасова // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2022. – Т. 234, № 2. – С. 87-106. – DOI 10.38197/2072-2060-2022-234-2-87-106. – EDN POXYMS.

153. Фомин, С. Г. Цифровизация системы планирования на предприятиях машиностроения: результаты, проблемы, перспективы / С. Г. Фомин, Ж. А. Ермакова // π-Economy. – 2024. – Т. 17, № 5. – С. 9-31. – DOI 10.18721/JE.17501. – EDN LOYOAM.

154. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева, Д. Г. Костень, Ю. Н. Воробьев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 9-25. – DOI 10.18721/JE.10301. – EDN YTWGUN.

155. Харченко, К. В. Трансформация экономических законов в условиях цифровой экономики / К. В. Харченко // Вестник Академии знаний. – 2026. – № 1(72). – С. 523-526. – EDN MYIGIQ.

156. Холматов, О. О. Автоматизация и управление промышленными роботами на платформе Arduino / О. О. Холматов, З. Бурхонов, Г. Акрамова // Science and Education. – 2020. – Vol. 1, iss. 2. – P. 191–197.

157. Хоменко, Е. Б. Современные тенденции цифровой трансформации промышленных предприятий / Е. Б. Хоменко, Л. А. Ватутина, Е. Ю. Злобина // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2022. – Т. 32, № 4. – С. 676-682. – DOI 10.35634/2412-9593-2022-32-4-676-682. – EDN EYHZIV.

158. Чернова, О. А. Экосистемный подход к управлению процессами инновационного развития промышленности / О. А. Чернова, Л. Г. Матвеева, Г. В. Горелова // Journal of New Economy. – 2021. – Т. 22, № 2. – С. 44-64. – DOI 10.29141/2658-5081-2021-22-2-3. – EDN GVPDPE.

159. Цехла, С. Ю. Сетевое взаимодействие как ресурс инновационного развития промышленности Крыма / С. Ю. Цехла, Н. А. Симченко, В. И. Филонов // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5 (15), № 2. – С. 69-78. – EDN TYEBFS.

160. Цифровая платформа как экосистемный интегратор для промышленных предприятий в сфере повышения ресурсной и экологической эффективности / Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева, И. Г. Супруненко, И. С. Курошев // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2023. – № 3(47). – С. 53-69. – DOI 10.21685/2227-8486-2023-3-4. – EDN ZEQMOQ.

161. Цифровая трансформация бизнеса: подходы и определение / И. М. Зайченко, П. Д. Горшечникова, А. И. Левина, А. С. Дубгорн // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2020. – № 2. – С. 205-212. – DOI 10.17586/2310-1172-2020-13-2-205-212. – EDN DAKJGY.

162. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты : Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13-30 апреля 2021 / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская [и др.]. – Москва : Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2021. – 239 с. – ISBN 978-5-7598-2510-4. – EDN WPPBQJ.

163. Цифровая трансформация промышленности: проблемы и перспективы / И. А. Пургаева, Т. А. Некрасова, Т. С. Наролина, Т. И. Смотрова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2023. – № 1(157). – С. 34-49. – DOI 10.17308/meps/2078-9017/2023/1/34-49. – EDN HEXRSJ.

164. Цифровая трансформация разномасштабных предприятий, вовлеченных в реальный сектор российской экономики / И. Н. Макаров, О. В. Широкова, В. А. Арутюнян, Е. Э. Путинцева // Экономические отношения. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 313-326. – DOI 10.18334/eo.9.1.39966. – EDN EOYAFJ.

165. Цифровая трансформация экономики: особенности индустриально развитых регионов / Ю. Г. Лаврикова, С. Д. Бодрунов, В. В. Акбердина, Г. Б. Коровин // Экономическое возрождение России. – 2024. – № 1(79). – С. 5-24. – DOI 10.37930/1990-9780-2024-1-79-5-24. – EDN VFCFHX.

166. Цифровое предприятие: производственный и операционный менеджмент / Я. П. Силин, А. Н. Головина, А. В. Быстров [и др.]. – Верхняя Пышма : Общество с ограниченной ответственностью "ТРУДОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ИНВАЛИДОВ КУЛЬТУРА И СПОРТ", 2021. – 336 с. – ISBN 978-5-6046523-2-9. – EDN LLLODZ.

167. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность / В. И. Ананьин, К. В. Зимин, М. И. Лугачев [и др.] // Бизнес-информатика. – 2018. – № 2(44). – С. 45-54. – EDN XSVDFZ.

168. Цифровые платформы: подходы к определению и типизации / ПАО «Ростелеком». – 2018. – 5 с. – URL: https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

169. Цуо, Тен. Бизнес на подписке: почему будущее за подписной моделью и как вам ее внедрить / Тен Цуо, Гейб Вазерт; [перевод с английского Д. Мухина]. – Москва: Эксмо, 2021. – 272 с. ISBN 978-5-04-111355-1

170. Шайдуллин, А. И. Влияние сетевых эффектов на цифровые платформы: теоретические положения и эмпирический анализ / А. И. Шайдуллин // Российский журнал менеджмента. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 401-429. – DOI 10.21638/spbu18.2024.303. – EDN PVBYLC.

171. Шекшня, С. В. Пять уроков цифровой трансформации от CEO крупных компаний / С. В. Шекшня, К. А. Кравченко // Российский журнал менеджмента. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 602-620. – DOI 10.21638/spbu18.2024.310. – EDN CVQOSC.

172. Шендрикова, О. О. Исследование процессов цифровизации промышленных предприятий / О. О. Шендрикова, И. Ф. Елфимова // Организатор производства. – 2019. – Т. 27, № 1. – С. 16-24. – DOI 10.25987/VSTU.2019.88.65.002. – EDN YZOMNN.

173. Юдина, Т. Н. Цифровая экономика сквозь призму философии хозяйства и политической экономии / Т. Н. Юдина, И. М. Тушканов // Философия хозяйства. – 2017. – № 1(109). – С. 193-200. – EDN YQGDCX.

174. Юрак, В. В. Оценка уровня цифровизации и цифровой трансформации нефтегазовой отрасли РФ / В. В. Юрак, И. Г. Полянская, А. Н. Малышев // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 87-110. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-08-16. – EDN GEUDAU.

175. Ярошевич, Н. Ю. Проблема идентификации продуктовых границ отраслевого рынка промышленной продукции в ОКВЭД: эмпирический подход / Н. Ю. Ярошевич, В. В. Мигунов // Экономика. Информатика. – 2022. – Т. 49, № 2. – С. 308-326. – DOI 10.52575/2687-0932-2022-49-2-308-326. – EDN MYADSV.

Нормативно-правовые акты российской федерации

176. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015 (дата обращения: 16.01.2026).

177. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. N 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы»

178. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» : распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL: Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р (дата обращения: 21.01.2020).

179. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» (ред. от 21.10.2024). URL: https://government.ru/docs/all/147600/ (дата обращения: 16.01.2026).

180. Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых и технологических инноваций в Российской Федерации : Федеральный закон от 31.07.2020 № 258-ФЗ : ред. от 26.06.2026 // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358738/ (дата обращения: 16.07.2026)

181. Приказ Минкомсвязи России от 01.08.2018 № 428 «Об утверждении Разъяснений (методических рекомендаций) по разработке региональных проектов в рамках федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»

182. Приказ Росстата от 08.05.2026 № 235 «Об утверждении официальной статистической методологии формирования показателя «Индекс производительности труда»» [Электронный ресурс]. URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_534366/ (дата обращения: 16.05.2026)

183. Официальная статистическая методология по расчету основных показателей статистики информационного общества: утв. приказом Росстата от 18.08.2025 № 395 // Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity/methodology (дата обращения: 21.01.2024)

184. Распоряжение от 6 ноября 2021 года №3142-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности».

Электронные ресурсы

185. ГОСТ Р 70486–2022. Единая технология «Цифровой социальный юрист» : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.11.2022 № 1360-ст : введен впервые : дата введения 2023-01-01. – М.: Российский институт стандартизации, 2022. – Издание официальное.

186. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620415 Российская Федерация. База данных для оценки динамики цифровой трансформации регионов России : заявл. 26.12.2024 : опубл. 23.01.2025 / А. З. Барыбина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук. – EDN DQEJMA.

187. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620505 Российская Федерация. База данных для оценки уровня развития цифровых (информационно-коммуникационных) платформ в качестве интернет-ресурса для заключения сделок по реализации товаров, работ или услуг между заказчиком и исполнителем: заявл. 26.12.2024 : опубл. 28.01.2025 / А.

З. Барыбина; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук. – EDN EUEXAU.

188. A Maturity Level-Based Assessment Tool to Enhance the Implementation of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises / Erwin Rauch, Marco Unterhofer, Rafael A. Rojas, Luca Gualtieri, Manuel Woschank, Dominik T. Matt // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, No. 9. – P. 3559. – DOI 10.3390/su12093559. – EDN LTHOKY.

189. A Review of Industry 4.0 Assessment Instruments for Digital Transformation / M. Zamora Iribarren, C. L. Garay-Rondero, I. Lemus-Aguilar, R. E. Peimbert-García // Applied Sciences. – 2024. – Vol. 14, No. 5. – P. 1693. – DOI 10.3390/app14051693. – EDN QYNNFV.

190. A review on metal additive manufacturing for intricately shaped aerospace components / V. Madhavadas, D. Srivastava, U. Chadha [et al.] // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2022. – Vol. 39. – P. 18-36. – DOI 10.1016/j.cirpj.2022.07.005. – EDN DJMTSJ.

191. Yasser Omar Abdallah, Essam Shehab, Ahmed Al-Ashaab Understanding digital transformation in the manufacturing industry: a systematic literature review and future trends / Ya. O. Abdallah, E. Shehab, A. Al-Ashaab // Product Management & Development. – 2021. – Vol. 19, No. 1. – P. e20200021. – DOI 10.4322/pmd.2021.001. – EDN RIFOWE.

192. Abhyankar K., Ganapathy S. Technology-Enhanced Learning Analytics System Design for Engineering Education // International Journal of Information and Education Technology. – 2014. – Vol. 4, no. 4. – P. 345–350. – DOI: 10.7763/IJIET.2014.V4.427. – URL: https://doi.org/10.7763/IJIET.2014.V4.427 (дата обращения: 21.01.2026)

193. Abilez A., Nadeem A., Akhanova G. Drivers of Industry 4.0 Implementation in the Construction Industry // Proceedings of the 12th International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-12), Amman, Jordan, 16–19 May 2022. – 2022

194. Agostini L., Filippini R. Organizational and Managerial Challenges in the Path Toward Industry 4.0 // European Journal of Innovation Management. – 2019. – Vol. 22, no. 3. – P. 406–421. – DOI: 10.1108/EJIM-02-2018-0030. – URL: https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2018-0030 (дата обращения: 22.09.2026).

195. Agostino D., Costantini C. A Measurement Framework for Assessing the Digital Transformation of Cultural Institutions: The Italian Case // Meditari Accountancy Research. – 2022. – Vol. 30, no. 4. – P. 1141–1168. – DOI: 10.1108/MEDAR-02-2021-1207. – URL: https://doi.org/10.1108/MEDAR-02-2021-1207 (дата обращения: 21.01.2026).

196. Akberdina, V. Digital Platform for Regional Industry: Prerequisites and Functionality / V. Akberdina, A. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg, 2022. – P. 109-120. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_9. – EDN OCEZXD.

197. Akberdina, V. Prerequisites and Principles of Digital Platformization of the Economy / V. Akberdina, A. Z. Barybina // Lecture Notes in Information Systems and Organisation, Ekaterinburg, 27 ноября 2020 года. – Ekaterinburg, 2021. – P. 37-48. – DOI 10.1007/978-3-030-73261-5_4. – EDN UZWWVB.

198. Akberdina, V. V. Efficiency of digital transition in industry: Russian experience / V. V. Akberdina // Intellect. Innovations. Investments. – 2023. – No. 1. – P. 10-18. – DOI 10.25198/2077-7175-2023-1-10. – EDN VLEOBA.

199. Akdil K. Y., Ustundag A., Cevikcan E. Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy // Industry 4.0: Managing the Digital Transformation / A. Ustundag, E. Cevikcan. – Cham : Springer, 2017. – P. 61–94. – (Springer Series in Advanced Manufacturing). – DOI: 10.1007/978-3-319-57870-5_4. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_4 (дата обращения: 21.01.2026).

200. Akram W., Joshi R., Haider T. [et al.]. Blockchain technology: A potential tool for the management of pharma supply chain // Research in Social and Administrative Pharmacy. – 2024. – Vol. 20, No. 6. – P. 156–164. – DOI 10.1016/j.sapharm.2024.02.014.

201. Al Turk A. A., Weheba G. S. Key Barriers to Industry 4.0 in Construction Industry // Journal of Management and Engineering Integration. – 2022. – Vol. 15, no. 2. – P. 26–33. – DOI: 10.62704/10057/24822. – URL: https://doi.org/10.62704/10057/24822 (дата обращения: 22.09.2026).

202. Alaloul W. S., Liew M. S., Zawawi N. A. W. A., Kennedy I. B. Industrial Revolution 4.0 in the Construction Industry: Challenges and Opportunities for Stakeholders // Ain Shams Engineering Journal. – 2019. – Vol. 11, no. 1. – P. 225–230. – DOI: 10.1016/j.asej.2019.08.010. – URL: https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.010 (дата обращения: 22.09.2026).

203. Alaloul W. S., Liew M. S., Zawawi N. A. W. A., Mohammed B. S. Industry Revolution IR 4.0: Future Opportunities and Challenges in Construction Industry // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 203. – Art. 02010. – 7 p. – DOI: 10.1051/matecconf/201820302010. – URL: https://doi.org/10.1051/matecconf/201820302010 (дата обращения: 22.09.2026)

204. Albukhitan, S. Developing Digital Transformation Strategy for Manufacturing / S. Albukhitan // Procedia Computer Science. – 2020. – Vol. 170. – P. 664-671. – DOI 10.1016/j.procs.2020.03.173. – EDN GSSJTT.

205. Aldoseri, A. AI-Powered Innovation in Digital Transformation: Key Pillars and Industry Impact / A. Aldoseri, Kh. N. Al-Khalifa, A. M. Hamouda // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 5. – P. 1790. – DOI 10.3390/su16051790. – EDN NCYJDH.

206. Amaifeobu O. C., Iyamu O. V., Adewunmi A. C. Opportunities and Barriers for Adopting Robotics in Nigerian Construction Industry // International Journal of Research Publication and Reviews. – 2023. – Vol. 4, no. 1. – P. 535–543. – ISSN 2582-7421. – URL: https://ijrpr.com/uploads/V4ISSUE1/IJRPR9374.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

207. Amit, R. Value creation in e-business / R. Amit, Ch. Zott // Strategic Management Journal. – 2001. – Vol. 22, No. 6-7. – P. 493. – EDN DSONNV.

208. Andrews D., Nicoletti G., Timiliotis C. Digital Technology Diffusion // OECD Economics Department Working Papers. – Paris: OECD Economics

Department Working Papers, 2018. – No. 1476. – 79 p. – DOI: 10.1787/7c542c16-en. – URL: https://doi.org/10.1787/7c542c16-en (дата обращения: 22.09.2025).

209. Angreani, L. S. Systematic Literature Review of Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing and Logistics Sectors / L. S. Angreani, A. Vijaya, H. Wicaksono // Procedia Manufacturing. – 2020. – Vol. 52. – P. 337-343. – DOI 10.1016/j.promfg.2020.11.056. – EDN ELDJHC.

210. Assessing the Digital Transformation Maturity of Motherboard Industry: A Fuzzy AHP Approach / Chang Ya Ting, Chen Ming Kuen, Wu Chung-Min, Wang Hsin Yu // BOHR International Journal of Finance and Market Research. – 2022. – Vol. 1, No. 1. – P. 72-86. – DOI 10.54646/bijfmr.2022.12. – EDN TDYMGK.

211. Ávila Bohórquez, J. H. Proposal and validation of an industry 4.0 maturity model for SMEs / J. H. Ávila Bohórquez, R. De. J. Gil Herrera // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – P. 433. – DOI 10.3926/jiem.3673. – EDN CSWOLM.

212. Báez Moreno A., Brauner Y. Policy Options Regarding Tax Challenges of the Digitalized Economy: Making a Case for Withholding Taxes. – 2018. – 28 p. – SSRN Electronic Journal. – DOI: 10.2139/ssrn.3167124. – URL: https://doi.org/10.2139/ssrn.3167124 (дата обращения: 21.01.2026).

213. Bahl M. The Work Ahead: The Future of Businesses and Jobs in Asia Pacific's Digital Economy. Cognizant. – 2016. – URL: https://thoughtlab-group.com/wp-content/uploads/2019/04/the-work-ahead-the-future-of-business-and-jobs-in-asia-pacifics-digital-economy-codex2255.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

214. Bakhary N. A. Semi-Structured Interview of Industry 4.0 for SMEs in the Malaysian Construction Industry // European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies. – 2023. – Vol. 22, no. 1. – P. 9–17. – DOI: 10.34190/ecrm.22.1.1290. – URL: https://doi.org/10.34190/ecrm.22.1.1290 (дата обращения: 22.09.2026).

215. Bandyopadhyay, D. Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization / D. Bandyopadhyay, Ja. Sen // Wireless Personal Communications. – 2011. – Vol. 58, No. 1. – P. 49-69. – DOI 10.1007/s11277-011-0288-5. – EDN LFHLMK.

216. Basl J. Pilot Study of Readiness of Czech Companies to Implement the Principles of Industry 4.0 // Management and Production Engineering Review. – 2017. – Vol. 8, no. 2. – P. 3–8. – DOI: 10.1515/mper-2017-0012. – URL: https://doi.org/10.1515/mper-2017-0012 (дата обращения: 22.09.2026).

217. Beck, U. Reflexive Modernization: Politics, Tradition and Aesthetics in the Modern Social Order / U. Beck, A. Giddens, S. Lash. – Cambridge : Polity, – 1994.

218. Becker, W. Weights and importance in composite indicators: Closing the gap / W. Becker, M. Saisana, P. Paruolo, I. Vandecasteele // Ecological Indicators. – 2017. – Vol. 80. – P. 12–22. – DOI 10.1016/j.ecolind.2017.03.056. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.056 (дата обращения: 21.01.2026).

219. Bednářová M., Tesařová M., Šimberová I. The Evolution of Digital Transformation in SMEs in the Manufacturing Industry in the Different Blocks of the BM Canvas Since the Beginning of the Pandemic // Business, Management and Economics Engineering. – 2023. – Vol. 21, no. 1. – P. 48–62. – DOI: 10.3846/bmee.2023.17607. – URL: https://doi.org/10.3846/bmee.2023.17607 (дата обращения: 22.09.2026).

220. Bell, D. The coming of post industrial society / Bell, D. – N.Y.: Harper, 1973. – 12 с.

221. Bell, D. The Cultural Contradictions of Capitalism / D. Bell. – N.Y.: Basic Books, 1976. – 37 с.

222. Berman, S. J. Digital transformation: opportunities to create new business models / S. J. Berman. – Текст : непосредственный // Strategy & Leadership. – 2012. – № Vol. 40 No. 2. – С. 16–24.

223. Betz C., Olagunju A. O., Paulson P. The Impacts of Digital Transformation, Agile, and DevOps on Future IT Curricula // Proceedings of the 17th Annual

Conference on Information Technology Education and the 5th Annual Conference on Research in Information Technology (SIGITE/RIIT 2016). – New York : ACM, 2016. – P. 106. – DOI: 10.1145/2978192.2978205. – URL: https://doi.org/10.1145/2978192.2978205 (дата обращения: 21.09.2026).

224. Bicevskis J., Andzans A., Ikaunieks E., Medvedis I., Straujums U., Vezis V. Latvian Education Informatization System LIIS // In Education Media International, Routledge. - Taylor & Francis Group, 2004. - P. 43-50. DOI: 10.1080/0952398032000105094

225. Bin Tayib M. A. A., Bakhary N. A., Che Ibrahim C. K. I. Industry 4.0 in the Malaysian Construction Industry and Its Adoption Challenges // Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials: SCESCM 2020 / ed. by S. Belayutham, C. K. I. Che Ibrahim, A. Alisibramulisi, H. Mansor, M. Billah. – Singapore: Springer, 2022. – P. 1207–1221. – (Lecture Notes in Civil Engineering; Vol. 215). – DOI: 10.1007/978-981-16-7924-7_79. – URL: https://doi.org/10.1007/978-981-16-7924-7_79 (дата обращения: 22.09.2026).

226. Bin Tayib M. A. A., Bakhary N. A., Che Ibrahim C. K. I., Mustaffa N. K. Industry 4.0 for the Small and Medium-Sized Enterprises in the Malaysian Construction Industry // Journal of Surveying, Construction and Property. – 2022. – Vol. 13, Special Issue IBCC. – P. 20–33. – DOI: 10.22452/jscp.sp2022no1.3. – URL: https://doi.org/10.22452/jscp.sp2022no1.3 (дата обращения: 22.09.2026)

227. Bley K., Leyh C., Schäffer T. Digitization of German Enterprises in the Production Sector – Do they know how «digitized» they are? // AMCIS Proceedings. – 2016. – Paper 9. – URL: https://aisel.aisnet.org/amcis2016/EntSys/Presentations/9/ (дата обращения: 22.09.2026).

228. Bloching B., Leutiger P., Oltmanns T., Rossbach C., Schlick T., Remane G., Quick P., Shafranyuk O. Die digitale Transformation der Industrie: Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist. – München ; Berlin : Roland Berger Strategy Consultants ; Bundesverband der Deutschen Industrie, 2015. – 51 S. – URL: PDF Roland Berger / BDI (дата обращения: 21.09.2026).

229. Bogner E., Voelklein T., Schroedel O., Franke J. Study Based Analysis on the Current Digitalization Degree in the Manufacturing Industry in Germany // Procedia CIRP. – 2016. – Vol. 57. – P. 14–19. – DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.004. – URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.004 (дата обращения: 22.09.2026).

230. Boudreau K. J., Lakhani K. R. How to Manage Outside Innovation // MIT Sloan Management Review. – 2009. – Vol. 50, no. 4. – P. 69–76.

231. Bowersox D. J., Closs D. J., Drayer R. W. The Digital Transformation: Technology and Beyond // Supply Chain Management Review. – 2005. – Vol. 9, no. 1. – P. 22–29.

232. Brennen, J. S. Digitalization / J. S. Brennen, Daniel Kreiss. // In The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy (eds K.B. Jensen, E.W. Rothenbuhler, J.D. Pooley and R.T. Craig).. –, 2016. – C. 1-11. https://doi.org/10.1002/9781118766804.wbiect111

233. British Computer Society. The Digital Economy. – London : British Computer Society, 2014. – URL: https://policy.bcs.org/sites/policy.bcs.org/files/digital%20economy%20Final%20version_0.pdf (дата обращения: 01.06.2018).

234. Brynjolfsson E., Kahin B. Introduction // Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research / ed. by E. Brynjolfsson, B. Kahin. – Cambridge, MA : The MIT Press, 2000. – P. 1–10. – DOI: 10.7551/mitpress/6986.003.0001. – URL: https://doi.org/10.7551/mitpress/6986.003.0001 (дата обращения: 21.01.2026).

235. Bucherer E., Uckelmann D. Business Models for the Internet of Things // Architecting the Internet of Things / ed. by D. Uckelmann, M. Harrison, F. Michahelles. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2011. – P. 253–277. – DOI 10.1007/978-3-642-19157-2_10

236. Bughin J., Hazan E., Labaye E. [et al.]. Digital Europe: Realizing the Continent’s Potential. – McKinsey Global Institute, 2016

237. Bulut S. S., Wende M., Wagner C., Anderl R. Impact of Manufacturing-as-a-Service: Business Model Adaption for Enterprises // Procedia CIRP. – 2021. – Vol. 104. – P. 1286–1291. – DOI: 10.1016/j.procir.2021.11.216. – URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.216 (дата обращения: 21.09.2026).

238. Business to business (B2B) alliances in the healthcare industry: a review of research trends and pertinent issues / A. T. Madanaguli, A. Dhir, Sh. Talwar [et al.] // The Journal of Business & Industrial Marketing. – 2022. – Vol. 37, No. 8. – P. 1688-1705. – DOI 10.1108/jbim-01-2021-0060. – EDN KARBIE.

239. Carlton D. W., Perloff J. M. Modern Industrial Organization. – 4th ed., Global ed. – Harlow : Pearson Education Limited, 2015. – 846 p. – ISBN 978-1-292-08785-6. – URL: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292087863_A24597330/preview-9781292087863_A24597330.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

240. Cartwright Phillip, Andal-Ancion Angela, Yip George. (2003). Digital Transformation of Traditional Businesses. MIT Sloan Management Review. 44. 34-41.

241. Catti P., Nikolakos N., Sipsas K. [et al.]. A hybrid digital twin approach for proactive quality control in manufacturing // Procedia Computer Science. – 2024. – Vol. 232. – P. 3083–3091. – DOI 10.1016/j.procs.2024.02.124.

242. Ceccagnoli M., Forman C., Huang P., Wu D. J. Co-Creation of Value in a Platform Ecosystem: The Case of Enterprise Software // MIS Quarterly. – 2012. – Vol. 36, no. 1. – P. 263–290.

243. Ceccagnoli M., Rothaermel F. T. Appropriating the Returns from Innovation // Technological Innovation: Generating Economic Results / ed. by G. D. Libecap, M. C. Thursby. – Amsterdam : Elsevier, 2008. – Vol. 18. – P. 11–34. – (Advances in the Study of Entrepreneurship, Innovation and Economic Growth). – DOI: 10.1016/S1048-4736(07)00001-X.

244. Chesbrough H. W. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. – Boston : Harvard Business School Press, 2003. – 227 p. – ISBN 978-1-57851-837-1.

245. Chouhan N., Rathore D. Role of Digitalization after Demonetization in Economy // International Journal of Computer Sciences and Engineering. – 2018. – Vol. 6, no. 9. – P. 88–90. – DOI: 10.26438/ijcse/v6si9.8890. – URL: https://doi.org/10.26438/ijcse/v6si9.8890 (дата обращения: 21.09.2026).

246. Claudia, Loebbecke Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda / Loebbecke Claudia, Picot Arnold. – Текст : непосредственный // The Journal of Strategic Information Systems. – 2015. – № Volume 24, Issue 3. – С. 149-157. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2015.08.002.

247. Colli M., Berger U., Bockholt M., Madsen O., Møller C., Wæhrens B. V. A Maturity Assessment Approach for Conceiving Context-Specific Roadmaps in the Industry 4.0 Era // Annual Reviews in Control. – 2019. – Vol. 48. – P. 165–177. – DOI: 10.1016/j.arcontrol.2019.06.001. – URL: https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.06.001 (дата обращения: 21.01.2026)

248. Conceptualizing smart service systems / D. Beverungen, O. Müller, M. Matzner [et al.] // Electronic Markets. – 2019. – Vol. 29, No. 1. – P. 7-18. – DOI 10.1007/s12525-017-0270-5. – EDN DIWWQA.

249. Cornide-Reyes H., Morales J., Silva-Aravena F., Ocqueteau A., Melendez N., Villarroel R. Implementing Digital Transformation Processes in Industry 4.0 // Social Computing and Social Media : 15th International Conference, SCSM 2023, Copenhagen, Denmark, July 23–28, 2023 / ed. by A. Coman, S. Vasilache. – Cham : Springer, 2023. – P. 323–335. – (Lecture Notes in Computer Science ; Vol. 14025). – DOI: 10.1007/978-3-031-35915-6_24. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-35915-6_24 (дата обращения: 22.09.2026).

250. Crnobrnja J., Stefanović D., Romero D., Softic S., Marjanovic U. Digital Transformation Towards Industry 5.0: A Systematic Literature Review // Production Management Systems for Responsible Manufacturing, Service, and Logistics Futures. – Cham : Springer, 2023. – P. 269–281. – (IFIP Advances in Information and Communication Technology ; Vol. 689). – DOI: 10.1007/978-3-031-

43662-8_20. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-43662-8_20 (дата обращения: 22.09.2026)

251. Cusumano M. A., Yoffie D. B., Gawer A. The Future of Platforms // MIT Sloan Management Review. – 2020. – Vol. 61, no. 3. – P. 46–54.

252. CX-0002 Digital Twins in Catena-X. Version 2.4.0 / Catena-X Automotive Network e.V. – 2026. – URL: https://catenax-ev.github.io/docs/standards/CX-0002-DigitalTwinsInCatenaX (дата обращения: 21.01.2026)

253. CX-0151 Industry Core: Basics. Version 1.1.0 / Catena-X Automotive Network e.V. – 2026. – URL: https://catenax-ev.github.io/docs/standards/CX-0151-IndustryCoreBasics (дата обращения: 21.01.2026)

254. Dahlman C., Mealy S., Wermelinger M. Harnessing the Digital Economy for Developing Countries // OECD Development Centre Working Papers. – Paris : OECD Publishing, 2016. – No. 334. – 80 p. – DOI: 10.1787/4adffb24-en. – URL: https://doi.org/10.1787/4adffb24-en (дата обращения: 01.06.2018).

255. Das K., Rastogi A. Role of IoT & Big Data in Construction Industry // Research & Reviews: Journal of Architectural Designing. – 2023. – Vol. 4, no. 3. – P. 1–19. – DOI: 10.5281/zenodo.7540261. – URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.7540261 (дата обращения: 22.09.2026).

256. Data Analytics for Smart Manufacturing Systems // National Institute of Standards and Technology : official website. – URL: https://www.nist.gov/programs-projects/data-analytics-smart-manufacturing-systems (date of access: 21.09.2026).

257. De Reuver M., Sørensen C., Basole R. C. The Digital Platform: A Research Agenda // Journal of Information Technology. – 2018. – Vol. 33, no. 2. – P. 124–135. – DOI: 10.1057/s41265-016-0033-3. – URL: https://doi.org/10.1057/s41265-016-0033-3 (дата обращения: 22.09.2026).

258. Deborah, Dougherty Digital Science and Knowledge Boundaries in Complex Innovation / Dougherty Deborah, D. D. Danielle. – Текст : непосредственный // Organization Science. – 2012. – № 23(5). – С. 1467-1484. DOI: 10.1287/orsc.1110.0700

259. Deloitte. What Is Digital Economy? // Deloitte : [сайт]. – [б. г.]. – URL: Deloitte – What is digital economy? (дата обращения: 01.06.2018)

260. Dennett D. C. Real Patterns // The Journal of Philosophy. – 1991. – Vol. 88, no. 1. – P. 27–51. – DOI: 10.2307/2027085. – URL: https://doi.org/10.2307/2027085 (дата обращения: 21.01.2026)

261. Department of Broadband, Communications and the Digital Economy (DBCDE). Advancing Australia as a Digital Economy: An Update to the National Digital Economy Strategy. – Canberra : Australian Government, 2013. – URL: https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2013-06/apo-nid34523.pdf (дата обращения: 21.01.2026).

262. Digital platform ecosystems / A. Hein, M. Schreieck, T. Riasanow [et al.] // Electronic Markets. – 2020. – Vol. 30, No. 1. – P. 87-98. – DOI 10.1007/s12525-019-00377-4. – EDN XSPBEZ.

263. Digital platforms for business-to-business markets: A systematic review and future research agenda / D. Shree, R. Kumar Singh, J. Paul [et al.] // Journal of Business Research. – 2021. – Vol. 137. – P. 354-365. – DOI 10.1016/j.jbusres.2021.08.031. – EDN WWTTYG.

264. Digital Transformation and Strategic Management: a Systematic Review of the Literature / B. S. Rêgo, S. Jayantilal, J. J. Ferreira, E. G. Carayannis // Journal of the Knowledge Economy. – 2021. – DOI 10.1007/s13132-021-00853-3. – EDN HYHOZR.

265. Digital transformation in asset-intensive organisations: The light and the dark side / Ch. Buck, J. Clarke, R. Torres De Oliveira [et al.] // Journal of Innovation and Knowledge. – 2023. – Vol. 8, No. 2. – P. 100335. – DOI 10.1016/j.jik.2023.100335. – EDN FTBOUK.

266. Digital transformation models for the i4.0 transition: Lessons from the change management literature / N. Bellantuono, A. Nuzzi, P. Pontrandolfo, B. Scozzi // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 23. – DOI 10.3390/su132312941. – EDN CVOODK.

267. Digital transformation of industrial businesses: A dynamic capability approach / S. Ghosh, M. Hughes, Ia. Hodgkinson, P. Hughes // Technovation. – 2022. – Vol. 113. – P. 102414. – DOI 10.1016/j.technovation.2021.102414. – EDN KFXFZX.

268. Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0 / G. Dutta, R. Kumar, R. Sindhwani, R. K. Singh // Competitiveness Review. – 2020. – Vol. 30, No. 3. – P. 289-314. – DOI 10.1108/cr-03-2019-0031. – EDN QNUPCU.

269. Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda / P. C. Verhoef, T. Broekhuizen, Y. Bart [и др.]. // Journal of Business Research. – 2021. – № 122. – С. 889-901. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022

270. Digitalization and its influence on business model innovation / M. Rachinger, R. Rauter, C. Müller [и др.]. // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2019. – № Vol. 30 No. 8. – С. 1143–1160. doi: https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2018-0020

271. Dung N. T. T., Hang N. H. T., Thu H. N. T. Solutions to Promote Digital Transformation of Construction Industry in Vietnam // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 457. – Art. 02029. – DOI: 10.1051/e3sconf/202345702029. – URL: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345702029 (дата обращения: 22.09.2026)

272. Economist Intelligence Unit. Digital Economy Rankings 2010: Beyond E-Readiness. – London : The Economist Intelligence Unit, 2010. – URL: http://graphics.eiu.com/upload/EIU_Digital_economy_rankings_2010_FINAL_WEB.pdf (дата обращения: 01.06.2018).

273. Elmasry T., Benni E., Patel J., aus dem Moore J. P. Digital Middle East: Transforming the Region into a Leading Digital Economy. – McKinsey & Company, 2016. – URL: https://www.mckinsey.com/featured-insights/middle-east-and-africa/digital-middle-east-transforming-the-region-into-a-leading-digital-economy (дата обращения: 01.06.2018).

274. European Commission, Expert Group on Taxation of the Digital Economy. Working Paper: Digital Economy – Facts & Figures. – Brussels : European Commission, 2014. – URL: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/good_governance_matters/digital/2014-03-13_fact_figures.pdf (дата обращения: 30.05.2023)

275. European Commission. Approval of the European Commission 2019–2024 // European Commission : [сайт]. – 2019. – URL: Approval of the European Commission 2019–2024 (дата обращения: 27.07.2022).

276. European Commission. Digital Manufacturing Platforms for Connected Smart Factories // CORDIS : [сайт]. – URL: https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020_DT-ICT-07-2018-2019/en (дата обращения: 16.01.2026)

277. European Commission. Expert Group on Taxation of the Digital Economy. General Issues : Working Paper. – Brussels : European Commission, 2013. – Digit/002/2013. – URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2016-09/general_issues.pdf (дата обращения: 01.06.2018).

278. European Commission. Industrial Platforms and Large-Scale Pilots // Shaping Europe’s Digital Future : [сайт]. – URL: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/industrial-platforms (дата обращения: 16.01.2026)

279. European Commission. Joint Research Centre. Digital Transformation in Transport, Construction, Energy, Government and Public Administration / ed. by P. Desruelle. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2019. – (EUR 29782 EN). – ISBN 978-92-76-08613-0. – DOI: 10.2760/689200. – URL: Publications Office of the EU (дата обращения: 24.03.2021).

280. Evans P. C., Gawer A. The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey. – New York : The Center for Global Enterprise, 2016. – (The Emerging Platform Economy Series ; No. 1). – URL: https://www.thecge.net/wp-content/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

281. Evolved Metrics. Digital Transformation in Manufacturing: Boosting Efficiency and Competitiveness // Evolved Metrics : [сайт]. – [б. г.]. – URL:

Evolved Metrics – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

282. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative // MIT Sloan Management Review. – 2014. – Vol. 55, no. 2. – P. 1–12.

283. Forcael E., Ferrari I., Opazo-Vega A., Pulido-Arcas J. A. Construction 4.0: A Literature Review // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, no. 22. – Art. 9755. – DOI: 10.3390/su12229755. – URL: https://doi.org/10.3390/su12229755 (дата обращения: 22.09.2026)

284. France. LOI n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique // Journal officiel de la République française. – 2016. – 8 oct. – No. 0235. – Texte no. 1. – URL: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000033202746 (дата обращения: 22.09.2026).

285. Frank, A. G. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies / A. G. Frank, L. S. Dalenogare, N. F. Ayala // International Journal of Production Economics. – 2019. – Vol. 210. – P. 15-26. – DOI 10.1016/j.ijpe.2019.01.004. – EDN DFFEBJ.

286. Fremont V. The Digital Transformation of the Manufacturing Industry: Metamorphic Changes and Value Creation in the Industrial Network. – Uppsala : Acta Universitatis Upsaliensis, 2021. – 124 p. – (Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology ; 2058). – ISBN 978-91-513-1258-3.

287. G20. G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative. – 2016. – URL: https://g20.utoronto.ca/2016/g20-digital-economy-development-and-cooperation.pdf (дата обращения: 01.06.2018)

288. Gawer A. Bridging Differing Perspectives on Technological Platforms: Toward an Integrative Framework // Research Policy. – 2014. – Vol. 43, no. 7. – P. 1239–1249. – DOI: 10.1016/j.respol.2014.03.006. – URL: https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.006 (дата обращения: 21.09.2026)

289. Gawer A., Cusumano M. A. Industry Platforms and Ecosystem Innovation // Journal of Product Innovation Management. – 2014. – Vol. 31, no. 3. – P. 417–433. – DOI: 10.1111/jpim.12105. – URL: https://doi.org/10.1111/jpim.12105 (дата обращения: 21.01.2026)

290. Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Foroughi B., Tseng M.-L., Nikbin D., Khanfar A. A. A. Industry 4.0 digital transformation and opportunities for supply chain resilience: a comprehensive review and a strategic roadmap // Production Planning & Control. – 2025. – Vol. 36, No. 1. – P. 61–91. – DOI 10.1080/09537287.2023.2252376

291. Gobble M. A. M. Digitalization, Digitization, and Innovation // Research-Technology Management. – 2018. – Vol. 61, № 4. – P. 56–59. – DOI: 10.1080/08956308.2018.1471280.

292. Gollhardt T., Halsbenning S., Hermann A., Karsakova A., Becker J. Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies // Proceedings of the 22nd IEEE Conference on Business Informatics (CBI 2020). – Antwerp, Belgium : IEEE, 2020. – P. 94–103. – DOI: 10.1109/CBI49978.2020.00018. – URL: https://doi.org/10.1109/CBI49978.2020.00018 (дата обращения: 21.01.2026)

293. Gölzer P., Fritzsche A. Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice // Production Planning & Control. – 2017. – Vol. 28, № 16. – P. 1332–1343. – DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148.

294. Gong C., Ribiere V. Developing a Unified Definition of Digital Transformation // Technovation. – 2021. – Vol. 102. – Art. 102217. – DOI: 10.1016/j.technovation.2020.102217. – URL: https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217 (дата обращения: 21.09.2026).

295. Gradl P., Tinker D. C., Park A. [et al.]. Robust Metal Additive Manufacturing Process Selection and Development for Aerospace Components // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2022. – Vol. 31. – P. 6013–6044. – DOI 10.1007/s11665-022-06850-0

296. Hagiu A. Merchant or Two-Sided Platform? // Review of Network Economics. – 2007. – Vol. 6, no. 2. – P. 115–133. – DOI: 10.2202/1446-9022.1113. – URL: https://doi.org/10.2202/1446-9022.1113 (дата обращения: 21.01.2026)

297. Hagiu A., Wright J. Multi-Sided Platforms // International Journal of Industrial Organization. – 2015. – Vol. 43. – P. 162–174. – DOI: 10.1016/j.ijindorg.2015.03.003. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2015.03.003 (дата обращения: 21.01.2026)

298. Hagiu A., Wright J. Multi-Sided Platforms. – Cambridge, MA : Harvard Business School, 2011. – 37 p. – (Harvard Business School Working Paper ; No. 12-024).

299. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide / OECD, European Union, Joint Research Centre. – Paris : OECD Publishing, 2008. – 162 p. – DOI 10.1787/9789264043466-en.

300. Hanelt A., Nischak F., Markus N., Hodapp D., Schneider S. Building Platform Ecosystems for IoT: Exploring the Impact on Industrial-Age Firms // Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS 2020). – 2020. – P. 1–17.

301. Harrer S., Menard J., Rivers M. [et al.]. Artificial intelligence drives the digital transformation of pharma // Artificial Intelligence in Clinical Practice: How AI Technologies Impact Medical Research and Clinics. – Academic Press, 2024. – P. 345–372. – DOI 10.1016/B978-0-443-15688-5.00049-8

302. Havle B. B., Dursun M. Digital Transformation Success Factors Evaluation in Energy Industry // Intelligent Systems in Digital Transformation: Theory and Applications / ed. by C. Kahraman, E. Haktanır. – Cham : Springer, 2023. – P. 151–175. – (Lecture Notes in Networks and Systems ; Vol. 549). – DOI: 10.1007/978-3-031-16598-6_7. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16598-6_7 (дата обращения: 22.09.2026).

303. Hodapp D., Hawlitschek F., Kramer D. Value Co-Creation in Nascent Platform Ecosystems: A Delphi Study in the Context of the Internet of Things // Proceedings of the 40th International Conference on Information Systems (ICIS

2019). – Munich, 2019. – Paper 1838. – URL: https://aisel.aisnet.org/icis2019/smart_service_science/smart_service_science/3/ (дата обращения: 21.01.2026)

304. Hodapp D., Remane G., Hanelt A., Kolbe L. M. Business Models for Internet of Things Platforms: Empirical Development of a Taxonomy and Archetypes // Wirtschaftsinformatik 2019: Proceedings of the 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik. – Siegen, 2019. – P. 1769–1783. – URL: https://aisel.aisnet.org/wi2019/track14/papers/5/ (дата обращения: 21.01.2026)

305. House of Commons. Business, Innovation and Skills Committee. The Digital Economy : Second Report of Session 2016–17. – London : House of Commons, 2016. – HC 87. – URL: https://publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmbis/87/87.pdf (дата обращения: 01.06.2018).

306. How Big Old Companies Navigate Digital Transformation / I. M. Sebastian, J. W. Ross, C. M. Beath [и др.]. – Текст : непосредственный // MIS Q. Executive. – 2020. – № 16. – С. 6.

307. How smart cities transform operations models: a new research agenda for operations management in the digital economy / F. Li, A. Nucciarelli, S. Roden, G. Graham. – Текст : непосредственный // Production Planning & Control. – 2016. – № 27(6). – С. 514–528. https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1147096

308. Humphreys J. Digital Transformation in Manufacturing: Entering a New Era // Katana : [сайт]. – 2024. – 9 May. – URL: Katana – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

309. Iansiti M., Lakhani K. R. Digital Ubiquity: How Connections, Sensors, and Data Are Revolutionizing Business // Harvard Business Review. – 2014. – Vol. 92, no. 11. – P. 90–99. – URL: https://hbr.org/2014/11/digital-ubiquity-how-connections-sensors-and-data-are-revolutionizing-business (дата обращения: 21.09.2026).

310. Impact of ICT Latency, Data Loss and Data Corruption on Active Distribution Network Control / M. Klaes, Ja. Zwartscholten, A. Narayan [et al.] // IEEE

Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 14693-14701. – DOI 10.1109/access.2023.3243255. – EDN THGXDF.

311. Industry 4.0 / H. Lasi, P. Fettke, H. G. Kemper [et al.] // Business & Information Systems Engineering. – 2014. – Vol. 6, No. 4. – P. 239-242. – DOI 10.1007/s12599-014-0334-4. – EDN USVLGM.

312. International Telecommunication Union. Accelerating Digital Transformation: Good Practices for Developing, Driving and Accelerating ICT Centric Innovation Ecosystems in Europe. – Geneva : ITU, 2018. – ISBN 978-92-61-26561-8. – URL: ITU – Accelerating Digital Transformation (дата обращения: 24.03.2021).

313. International Telecommunication Union. Digital Transformation and the Role of Enterprise Architecture. – Geneva : ITU, 2019. – 25 p. – URL: ITU – Digital Transformation and the Role of Enterprise Architecture (дата обращения: 24.03.2021).

314. International Telecommunication Union. Measuring the Information Society Report 2018. Vol. 1. – Geneva : International Telecommunication Union, 2018. – 201 p. – URL: ITU – Measuring the Information Society Report 2018 (дата обращения: 18.07.2022).

315. ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management – Guidance on project management. – Geneva : International Organization for Standardization, 2020. – 52 p.

316. ISO 23247-1:2021. Automation systems and integration – Digital twin framework for manufacturing – Part 1: Overview and general principles. – 1st ed. – 2021. – 12 p. – URL: https://www.iso.org/standard/75066.html (дата обращения: 21.01.2026).

317. ISO 23247-2:2021. Automation systems and integration – Digital twin framework for manufacturing – Part 2: Reference architecture. – 1st ed. – 2021. – 9 p. – URL: https://www.iso.org/standard/78743.html (дата обращения: 21.01.2026)

318. ISO 23247-6:2026. Automation systems and integration – Digital twin framework for manufacturing – Part 6: Digital twin composition. – 1st ed. – 2026. – URL: https://www.iso.org/standard/87426.html (дата обращения: 21.08.2026)

319. Jäkel J.-I., Rahnama S., Klemt-Albert K. Construction Robotics Excellence Model: A Framework to Overcome Existing Barriers for the Implementation of Robotics in the Construction Industry // Proceedings of the 39th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2022). – Bogotá : International Association for Automation and Robotics in Construction, 2022. – P. 605–613. – ISBN 978-952-69524-2-0. – DOI: 10.22260/ISARC2022/0085. – URL: https://doi.org/10.22260/ISARC2022/0085 (дата обращения: 22.09.2026)

320. Joblot L., Danjou C., Pellerin R., Lamouri S. Industry 4.0 and BIM: Do They Share the Same Objectives? // Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing III / ed. by L. Roucoules, M. Paredes, B. Eynard, P. Morer Camo, C. Rizzi. – Cham : Springer, 2021. – P. 412–418. – (Lecture Notes in Mechanical Engineering). – DOI: 10.1007/978-3-030-70566-4_65. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-70566-4_65 (дата обращения: 22.09.2026).

321. Jovanovic, M. Co-evolution of platform architecture, platform services, and platform governance: Expanding the platform value of industrial digital platforms / M. Jovanovic, D. Sjödin, V. Parida // Technovation. – 2022. – Vol. 118. – P. 102218. – DOI 10.1016/j.technovation.2020.102218. – EDN GDZUGD.

322. Kagermann, H. Ten Years of Industrie 4.0 / H. Kagermann, W. Wahlster // Sci. – 2022. – Vol. 4, No. 3. – P. 26. – DOI 10.3390/sci4030026. – EDN XQADWK.

323. Kaplan R. S., Norton D. P. The Balanced Scorecard – Measures That Drive Performance // Harvard Business Review. – 1992. – Vol. 70, No. 1. – P. 71–79.

324. Kenney M., Zysman J. The Rise of the Platform Economy // Issues in Science and Technology. – 2016. – Vol. 32, no. 3. – P. 61–69. – URL: https://issues.org/the-rise-of-the-platform-economy/ (дата обращения: 21.01.2026)

325. Kiel D., Müller J. M., Arnold C., Voigt K.-I. Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry 4.0 // International Journal of Innovation Management. – 2017. – Vol. 21, no. 8. – Art. 1740015. – P. 1740015-1–1740015-34. – DOI: 10.1142/S1363919617400151. – URL: https://doi.org/10.1142/S1363919617400151 (дата обращения: 21.01.2026).

326. Kling R., Lamb R. IT and Organizational Change in Digital Economies: A Sociotechnical Approach // Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research / ed. by E. Brynjolfsson, B. Kahin. – Cambridge, MA : The MIT Press, 2000. – P. 295–324. – DOI: 10.7551/mitpress/6986.003.0017. – URL: https://doi.org/10.7551/mitpress/6986.003.0017 (дата обращения: 21.01.2026).

327. Knickrehm M., Berthon B., Daugherty P. Digital Disruption: The Growth Multiplier: Optimizing Digital Investments to Realize Higher Productivity and Growth. – Accenture Strategy, 2016. – 12 p. – URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-4/Accenture-Strategy-Digital-Disruption-Growth-Multiplier.pdf (дата обращения: 01.06.2018).

328. Koh T. K., Fichman M. Multihoming Users' Preferences for Two-Sided Exchange Networks // MIS Quarterly. – 2014. – Vol. 38, no. 4. – P. 977–996. – DOI: 10.25300/MISQ/2014/38.4.02.

329. Kokolek, N. Digital knowledge and skills – key factors for digital transformation / N. Kokolek, B. Jakovic, T. Curlin // Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium, Zadar, 23–26 октября 2019 года. Vol. 30. – Zadar, 2019. – P. 46-53. – DOI 10.2507/30th.daaam.proceedings.006. – EDN VVSLFD.

330. Kotarba, M. Measuring digitalization: Key metrics / M. Kotarba. // Foundations of Management. – 2017. – № Vol. 9, Iss. 1. – С. 123-138. https://doi.org/10.1515/fman-2017-0010

331. Kozlovska M., Klosova D., Strukova Z. Impact of Industry 4.0 Platform on the Formation of Construction 4.0 Concept: A Literature Review // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, no. 5. – Art. 2683. – DOI: 10.3390/su13052683. – URL: https://doi.org/10.3390/su13052683 (дата обращения: 22.09.2026).

332. Kumar H., Kumar S. Investigating Social Network as Complex Network and Dynamics of User Activities // International Journal of Computer Applications. – 2015. – Vol. 125, no. 7. – P. 13–18. – DOI: 10.5120/ijca2015905952. – URL: https://doi.org/10.5120/ijca2015905952 (дата обращения: 21.09.2026)

333. Kumari A. Digital Transformation Risks and Uncertainties in European Union and Indian Industry // Innovation, Strategy, and Transformation Frameworks for the Modern Enterprise / ed. by A. Correia, P. B. Agua. – Hershey, PA : IGI Global, 2023. – P. 150–166. – DOI: 10.4018/979-8-3693-0458-7.ch006. – URL: https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0458-7.ch006 (дата обращения: 22.09.2026)

334. Kwan A., Kawamura J., Schroeck M., Sharma D., Stefanita C. Digital Industrial Transformation: Reinventing to Win in Industry 4.0 // Deloitte Insights : [сайт]. – 2019. – 17 June. – URL: Deloitte – Digital Industrial Transformation (дата обращения: 21.09.2026).

335. Lai, K. Bundling digitized logistics activities and its performance implications / K. Lai, C W Y Wong, T C E Cheng. // Industrial Marketing Management. – 2010. – № Volume 39, Issue 2. – С. 273-286. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2008.08.002.

336. Lane, N. Advancing the Digital Economy into the 21st Century / N. Lane // Information Systems Frontiers. – 1999. – Vol. 1, No. 3. – P. 317-320. – EDN ERODFJ.

337. Lau S. E. N., Zakaria R., Aminudin E., Chang Saar C., Abidin N. I. A., Roslan A. F., Abd Hamid Z., Mohd Zain M. Z., Lou E. Review: Identification of Roadmap of Fourth Construction Industrial Revolution // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 615. – Art. 012029. – DOI: 10.1088/1757-899X/615/1/012029. – URL: https://doi.org/10.1088/1757-899X/615/1/012029 (дата обращения: 22.09.2026)

338. Lauscher A. Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence // Internet Histories. – 2019. – Vol. 3, no. 1. – P. 101–103. – DOI: 10.1080/24701475.2019.1565556. – URL: https://doi.org/10.1080/24701475.2019.1565556 (дата обращения: 21.09.2026)

339. Lee J., Bagheri B., Kao H.-A. A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems // Manufacturing Letters. – 2015. – Vol. 3. – P. 18–23. – DOI: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001. – URL: https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001 (дата обращения: 21.01.2026).

340. Leontie V. Current Challenges in the European Construction Sector: A Theoretical Approach // Journal of Public Administration, Finance and Law. – 2022. – No. 26. – P. 181–189. – DOI: 10.47743/jopafl-2022-26-16. – URL: https://doi.org/10.47743/jopafl-2022-26-16 (дата обращения: 22.09.2026).

341. Leontie V., Maha L.-G., Stoian I. C. COVID-19 Pandemic and Its Effects on the Usage of Information Technologies in the Construction Industry: The Case of Romania // Buildings. – 2022. – Vol. 12, no. 2. – Art. 166. – DOI: 10.3390/buildings12020166. – URL: https://doi.org/10.3390/buildings12020166 (дата обращения: 22.09.2026).

342. Li F. Three Approaches for Winning the Platform Competition // California Management Review : [сайт]. – 2024. – 1 Jan. – URL: https://cmr.berkeley.edu/2024/01/three-approaches-for-winning-the-platform-competition/ (дата обращения: 22.09.2026)

343. Liere-Netheler K., Packmohr S., Vogelsang K. Drivers of Digital Transformation in Manufacturing // Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2018). – Honolulu, HI : University of Hawai‘i at Mānoa, 2018. – P. 3926–3935. – DOI: 10.24251/HICSS.2018.493. – URL: https://doi.org/10.24251/HICSS.2018.493 (дата обращения: 22.09.2026).

344. Literature review on industrial digital platforms: A business model perspective and suggestions for future research / A. Madanaguli, V. Parida, D. Sjödin, P. Oghazi // Technological Forecasting and Social Change. – 2023. – Vol. 194. – P. 122606. – DOI 10.1016/j.techfore.2023.122606. – EDN WFJTBI.

345. Little, R. J. A. Statistical Analysis with Missing Data / R. J. A. Little, D. B. Rubin. – 3rd ed. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2019. – 462 p. – DOI 10.1002/9781119482260. – URL: https://doi.org/10.1002/9781119482260 (дата обращения: 21.01.2026)

346. Machado C. G., Winroth M. P., Carlsson D., Almström P., Centerholt V., Hallin M. Industry 4.0 Readiness in Manufacturing Companies: Challenges and Enablers Towards Increased Digitalization // Procedia CIRP. – 2019. – Vol. 81. – P. 1113–1118. – DOI: 10.1016/j.procir.2019.03.262. – URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.262 (дата обращения: 22.09.2026).

347. Mahmod S. A. 5G Wireless Technologies – Future Generation Communication Technologies // International Journal of Computing and Digital Systems. – 2017. – Vol. 6, no. 3. – P. 139–147. – DOI: 10.12785/ijcds/060306. – URL: https://doi.org/10.12785/ijcds/060306 (дата обращения: 21.09.2026).

348. Maitra V., Su Y., Shi J. Virtual metrology in semiconductor manufacturing: Current status and future prospects // Expert Systems with Applications. – 2024. – Vol. 249. – Art. 123559. – DOI 10.1016/j.eswa.2024.123559

349. Manufacturing-X: The future of industrial value creation is connected / Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. – 2026. – URL: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/manufacturing-x-program.html (дата обращения: 21.01.2026)

350. Manyika J., Ramaswamy S., Khanna S., Sarrazin H., Pinkus G., Sethupathy G., Yaffe A. Digital America: A Tale of the Haves and Have-Mores : Executive Summary. – McKinsey Global Institute, 2015. – 24 p. – URL: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/Digital%20America%20A%20tale%20of%20the%20haves%20and%20have%20mores/MGI%20Digital%20America_Executive%20Summary_December%202015.ashx (дата обращения: 16.01.2026).

351. Margherio L., Henry D., Cooke S., Montes S. The Emerging Digital Economy. – Washington, DC : U.S. Department of Commerce, 1998. – URL: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/emergingdig_0.pdf (дата обращения: 01.06.2018)

352. Margherita, Pagani The impact of digital technology on relationships in a business network / Pagani Margherita, Pardo Catherine. // Industrial Marketing

Management. – 2017. – № 67. – С. 185-192. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.08.009.

353. Marston S., Li Z., Bandyopadhyay S., Zhang J., Ghalsasi A. Cloud computing – The business perspective // Decision Support Systems. – 2011. – Vol. 51, no. 1. – P. 176–189. – DOI 10.1016/j.dss.2010.12.006

354. Martin A. Digital Literacy and the «Digital Society» // Digital Literacies: Concepts, Policies and Practices / ed. by C. Lankshear, M. Knobel. – New York : Peter Lang, 2008. – P. 151–176. – (New Literacies and Digital Epistemologies ; Vol. 30).

355. Maskuriy R., Selamat A., Ali K. N., Maresova P., Krejcar O. Industry 4.0 for the Construction Industry–How Ready Is the Industry? // Applied Sciences. – 2019. – Vol. 9, no. 14. – Art. 2819. – DOI: 10.3390/app9142819. – URL: https://doi.org/10.3390/app9142819 (дата обращения: 22.09.2026).

356. Matt, Ch. Digital Transformation Strategies / Ch. Matt, T. Hess, A. Benlian // Business & Information Systems Engineering. – 2015. – Vol. 57, No. 5. – P. 339-343. – DOI 10.1007/s12599-015-0401-5. – EDN TOVIKD.

357. Maturity assessment for Industry 5.0: A review of existing maturity models / F. Hein-Pensel, H. Winkler, A. Brückner [et al.] // Journal of Manufacturing Systems. – 2023. – Vol. 66. – P. 200-210. – DOI 10.1016/j.jmsy.2022.12.009. – EDN DMEUML.

358. Mauro, V. Does uncertainty in single indicators affect the reliability of composite indexes? An application to the measurement of environmental performances of Italian regions / V. Mauro, C. Giusti, S. Marchetti, M. Pratesi // Ecological Indicators. – 2021. – Vol. 127. – Art. 107740. – DOI 10.1016/j.ecolind.2021.107740. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107740 (дата обращения: 21.01.2026).

359. Mazziotta, M. Methods for Constructing Non-Compensatory Composite Indices: A Comparative Study / M. Mazziotta, A. Pareto // Forum for Social Economics. – 2016. – Vol. 45, no. 2–3. – P. 213–229. – DOI

10.1080/07360932.2014.996912. – URL: https://doi.org/10.1080/07360932.2014.996912 (дата обращения: 21.01.2026)

360. Mazzone D. M. Digital or Death: Digital Transformation: The Only Choice for Business to Survive, Smash and Conquer. – Smashbox Consulting Inc., 2014. – 166 p. – ISBN 978-0-9939573-1-4.

361. McDonald M. P., Rowsell-Jones A. The Digital Edge: Exploiting Information & Technology for Business Advantage. – Stamford, CT : Gartner, Inc., 2012. – 105 p. – URL: https://www.gartner.com/imagesrv/books/digital-edge/TheDigitalEdge.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

362. Meige A., Eagar R., Beken E., Glaumann M., Schreiber B., Siraudin A., Capdevila J., Dehlin O., Blondel L. The Industrial Metaverse: Making the Invisible Visible to Drive Sustainable Growth. – Arthur D. Little, 2023. – (Blue Shift ; Report 003). – URL: https://www.adlittle.com/sites/default/files/reports/ADL_BLUE%20SHIFT_Industrial_metaverse_2023_0.pdf (дата обращения: 21.01.2026).

363. Mergel I., Edelmann N., Haug N. Defining digital transformation: Results from expert interviews // Government Information Quarterly. – 2019. – Vol. 36, № 4. – Art. 101385. – DOI: 10.1016/j.giq.2019.06.002.

364. Mesenbourg T. L. Measuring the Digital Economy. – Suitland, MD : U.S. Census Bureau, 2000. – URL: https://www.census.gov/library/working-papers/2001/econ/mesenbourg-01.html (дата обращения: 21.01.2026).

365. Methods of developing digital maturity models for manufacturing companies / M. V. Kupriyanova, E. N. Evdokimova, I. P. Solovyova, I. P. Simikova // E3S Web of Conferences, Moscow, 25–27 ноября 2020 года. – Moscow: EDP Sciences, 2020. – P. 02034. – DOI 10.1051/e3sconf/202022402034. – EDN TKIHZL.

366. Miklosik A., Krah A. B. Perspectives on Digital Transformation Initiatives in the Mechanical Engineering Industry // Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13, no. 22. – Art. 12386. – DOI: 10.3390/app132212386. – URL: https://doi.org/10.3390/app132212386 (дата обращения: 22.09.2026).

367. Millard J. Open Governance Systems: Doing More with More // Government Information Quarterly. – 2018. – Vol. 35, no. 4, suppl. – P. S77–S87. – DOI: 10.1016/j.giq.2015.08.003. – URL: https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.08.003 (дата обращения: 22.09.2026).

368. Moazed A., Johnson N. L. Modern Monopolies: What It Takes to Dominate the 21st Century Economy. – New York : St. Martin's Press, 2016. – 272 p. – ISBN 978-1-250-09189-5.

369. Montreuil B. Toward a Physical Internet: Meeting the Global Logistics Sustainability Grand Challenge // Logistics Research. – 2011. – Vol. 3, no. 2–3. – P. 71–87. – DOI: 10.1007/s12159-011-0045-x. – URL: https://doi.org/10.1007/s12159-011-0045-x (дата обращения: 21.01.2026)

370. Moore R., Seedat Y., Chen J. Y.-J. South Africa: Winning with Digital Platforms. – Accenture ; Gordon Institute of Business Science, University of Pretoria, 2018. – URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-80/Accenture-Winning-Digital-Platforms.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

371. Mora Cortez, R. B2B market segmentation: A systematic review and research agenda / R. Mora Cortez, A. Højbjerg Clarke, P. V. Freytag // Journal of Business Research. – 2021. – Vol. 126. – P. 415-428. – DOI 10.1016/j.jbusres.2020.12.070. – EDN IGOHTB.

372. Morakanyane R., Grace A., O'Reilly P. Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature // 30th Bled eConference: Digital Transformation – From Connecting Things to Transforming Our Lives, BLED 2017. – 2017. – P. 427–444. – DOI: 10.18690/978-961-286-043-1.30.

373. Morvan L., Hintermann F., Vazirani M. Five Ways to Win with Digital Platforms. – Accenture ; G20 Young Entrepreneurs' Alliance, 2016. – 34 p. – URL: https://citizen-entrepreneurs.com/wp-content/uploads/2020/11/Accenture_Long-Report_Digital-version.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

374. Muegge S. Platforms, Communities, and Business Ecosystems: Lessons Learned about Technology Entrepreneurship in an Interconnected World //

Technology Innovation Management Review. – 2013. – Vol. 3, no. 2. – P. 5–15. – DOI: 10.22215/timreview/655. – URL: https://timreview.ca/article/655 (дата обращения: 22.09.2026).

375. Musarat M. A., Irfan M., Alaloul W. S., Maqsoom A., Ghufran M. A Review on the Way Forward in Construction through Industrial Revolution 5.0 // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, no. 18. – Art. 13862. – DOI: 10.3390/su151813862. – URL: https://doi.org/10.3390/su151813862 (дата обращения: 22.09.2026).

376. Negroponte N. Being Digital. – New York : Alfred A. Knopf, 1995. – 272 p. – ISBN 0-679-43919-6

377. Nguyen O. Digital Economy and Its Components: A Brief Overview and Recommendations. – Munich : Munich Personal RePEc Archive, 2023. – MPRA Paper No. 116110. – URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/116110/1/MPRA_paper_116110.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

378. Nikitaeva, A. Digital Ecosystems in Industry: Conceptualization and Strategic Aspects of Development / A. Nikitaeva, R. Serdyukov // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. – P. 95-107. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_8. – EDN UAKSXH.

379. Nissen V., Lezina T., Saltan A. The Role of IT-Management in the Digital Transformation of Russian Companies // Foresight and STI Governance. – 2018. – Vol. 12, no. 3. – P. 53–61. – DOI: 10.17323/2500-2597.2018.3.53.61. – URL: https://doi.org/10.17323/2500-2597.2018.3.53.61 (дата обращения: 22.09.2026).

380. Nizamis A. Manufacturing data spaces applications in Europe – A survey / A. Nizamis, P. Gkonis, D. Ioannidis, A. Ntafalias, D. Tzovaras, P. Trakadas // Data in Brief. – 2025. – Vol. 63. – Art. 112149. – DOI 10.1016/j.dib.2025.112149

381. Nokia. Powering the Industrial Metaverse // Nokia : [сайт]. – URL: https://www.nokia.com/metaverse/industrial-metaverse/ (дата обращения: 21.01.2026)

382. OECD Stimulating digital innovation for growth and inclusiveness: The role of policies for the successful diffusion of ICT / OECD. // OECD Digital Economy Papers. – 2016. – № 256. https://doi.org/10.1787/5jlwqvhg3l31-en.

383. OECD, Eurostat. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4th ed. – Paris : OECD Publishing ; Luxembourg : Eurostat, 2018. – 256 p. – (The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities). – DOI: 10.1787/9789264304604-en.

384. OECD. An Introduction to Online Platforms and Their Role in the Digital Transformation. – Paris : OECD Publishing, 2019. – 216 p. – ISBN 978-92-64-55954-7. – DOI: 10.1787/53e5f593-en. – URL: https://doi.org/10.1787/53e5f593-en (дата обращения: 21.01.2026).

385. OECD. Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being. – Paris: OECD Publishing, 2015. – 456 p. – DOI: 10.1787/9789264229358-en. – URL: https://doi.org/10.1787/9789264229358-en (дата обращения: 21.01.2026).

386. OECD. Fostering Cross-Border Data Flows with Trust // OECD Digital Economy Papers. – Paris : OECD Publishing, 2022. – No. 343. – 37 p. – DOI: 10.1787/139b32ad-en. – URL: https://doi.org/10.1787/139b32ad-en (дата обращения: 21.01.2026)

387. OECD. Measuring the Digital Economy: Current Work and Future Challenges. – 2019. – ECE/CES/BUR/2019/OCT/19. – URL: UNECE – Measuring the Digital Economy: Current Work and Future Challenges (дата обращения: 25.07.2022)

388. OECD. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. – Paris : OECD Publishing, 2019. – 260 p. – DOI 10.1787/9789264311992-en.

389. OECD. The Digital Economy: Key Findings, Summary and Notes // OECD Roundtables on Competition Policy Papers. – Paris : OECD Publishing, 2013. – No. 151. – 196 p. – DOI: 10.1787/929323d1-en. – URL: https://doi.org/10.1787/929323d1-en (дата обращения: 21.01.2026).

390. OECD. The OECD Going Digital Measurement Roadmap 2026 // OECD Digital Economy Papers. – 2026. – No. 382. – 17 p. – DOI 10.1787/b455e132-en.

391. OECD. The Path to Becoming a Data-Driven Public Sector. – Paris : OECD Publishing, 2019. – 174 p. – DOI 10.1787/059814a7-en.

392. OECD. Vectors of Digital Transformation // OECD Digital Economy Papers. – Paris : OECD Publishing, 2019. – No. 273. – 38 p. – DOI: 10.1787/5ade2bba-en. – URL: OECD – Vectors of Digital Transformation (дата обращения: 15.03.2021).

393. Ojala M., Mahlamäki T., Saarivuori L., Myllykangas M. Industrial distribution networks transformed: the disruptive power of digitalization // Proceedings of the 32nd IMP Conference. – Poznań, 2016. – P. 1–13. – URL: https://www.impgroup.org/uploads/papers/8850.pdf (дата обращения: 16.01.2026).

394. Olmstead L. Digital Transformation in Manufacturing (+9 Examples) // Whatfix : [сайт]. – 2022. – 4 Aug. – Обновлено: 12.01.2026. – URL: Whatfix – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

395. OPC Foundation. OPC Unified Architecture // OPC Foundation : [сайт]. – URL: https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/ (дата обращения: 16.01.2026).

396. OPC Foundation. What is OPC? // OPC Foundation : [сайт]. – URL: https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/ (дата обращения: 16.09.2026).

397. Osmundsen K., Iden J., Bygstad B. Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications // MCIS 2018 Proceedings. – 2018. – Paper 37. – URL: https://aisel.aisnet.org/mcis2018/37/ (дата обращения: 22.09.2026).

398. Oxford University Press. Digital Economy // Oxford Dictionaries : [сайт]. – 2017. – URL: Oxford Dictionaries – Digital Economy (дата обращения: 01.06.2018)

399. Pagani M. Digital Business Strategy and Value Creation: Framing the Dynamic Cycle of Control Points // MIS Quarterly. – 2013. – Vol. 37, no. 2. – P. 617–632. – DOI: 10.25300/MISQ/2013/37.2.13.

400. Palmatier, R. W. Review articles: purpose, process, and structure / R. W. Palmatier, M. B. Houston, J. Hulland // Academy of Marketing Science. Journal. – 2018. – Vol. 46, No. 1. – P. 1-5. – DOI 10.1007/s11747-017-0563-4. – EDN ONIKHX.

401. Patterson R. W. Can Behavioral Tools Improve Online Student Outcomes? Experimental Evidence from a Massive Open Online Course // Journal of Economic Behavior & Organization. – 2018. – Vol. 153. – P. 293–321. – DOI: 10.1016/j.jebo.2018.06.017. – URL: https://doi.org/10.1016/j.jebo.2018.06.017 (дата обращения: 21.01.2026).

402. Pauli, T. Digital Industrial Platforms / T. Pauli, E. Fielt, M. Matzner // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, No. 2. – P. 181-190. – DOI 10.1007/s12599-020-00681-w. – EDN DLWDDP.

403. Perrier N., Bled A., Bourgault M., Cousin N., Danjou C., Pellerin R., Roland T. Construction 4.0: A Survey of Research Trends // Journal of Information Technology in Construction. – 2020. – Vol. 25. – P. 416–437. – DOI: 10.36680/j.itcon.2020.024. – URL: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.024 (дата обращения: 22.09.2026).

404. Peter Heng B. C., Chandler J. H., Armstrong A. Applying Close Range Digital Photogrammetry in Soil Erosion Studies // The Photogrammetric Record. – 2010. – Vol. 25, no. 131. – P. 240–265. – DOI: 10.1111/j.1477-9730.2010.00584.x. – URL: https://doi.org/10.1111/j.1477-9730.2010.00584.x (дата обращения: 21.01.2026).

405. Petrik D., Herzwurm G. Towards the IIoT Ecosystem Development: Understanding the Stakeholder Perspective // Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS 2020). – 2020. – P. 1–15. – URL: https://aisel.aisnet.org/ecis2020_rp/74/ (дата обращения: 21.01.2026)

406. Pirola F., Cimini C., Pinto R. Digital Readiness Assessment of Italian SMEs: A Case-Study Research // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 31, no. 5. – P. 1045–1083. – DOI: 10.1108/JMTM-09-2018-0305. – URL: https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305 (дата обращения: 21.09.2026)

407. Plant Engineering. Digital Transformation // Plant Engineering : [сайт]. – [б. г.]. – URL: Plant Engineering – Digital Transformation (дата обращения: 21.09.2026).

408. Porter M. E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. – New York : Free Press, 1980. – XX, 396 p. – ISBN 0-02-925360-8. – URL: http://ijevanlib.ysu.am/wp-content/uploads/2023/02/Michael-E.-Porter-Competitive-Strategy.pdf (дата обращения: 21.01.2026).

409. Porter M. E., Heppelmann J. E. How smart, connected products are transforming competition // Harvard Business Review. – 2014. – Vol. 92, no. 11. – P. 64–88

410. Prahalad C. K., Ramaswamy V. Co-creation Experiences: The Next Practice in Value Creation // Journal of Interactive Marketing. – 2004. – Vol. 18, no. 3. – P. 5–14. – DOI: 10.1002/dir.20015. – URL: https://doi.org/10.1002/dir.20015 (дата обращения: 21.01.2026)

411. PricewaterhouseCoopers. Digitale Transformation – der größte Wandel seit der industriellen Revolution. – Frankfurt am Main : PricewaterhouseCoopers, 2013.

412. RAMESES publication standards: meta-narrative reviews / G. Wong, T. Greenhalgh, G. Westhorp [et al.] // BMC Medicine. – 2013. – Vol. 11, No. 1. – P. 1-15. – DOI 10.1186/1741-7015-11-20. – EDN CJQIOX.

413. Rasmus R., Nichols J. Digital Factory: Cracking the Code to Success. – Accenture Strategy, 2017. – 11 p. – URL: https://www.oracle.com/a/ocom/docs/industries/accenture-digital-factory.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

414. Reddy S. K., Reinartz W. Digital Transformation and Value Creation: Sea Change Ahead // GfK Marketing Intelligence Review. – 2017. – Vol. 9, № 1. – P. 10–17. – DOI: 10.1515/gfkmir-2017-0002.

415. Rix C., Horst C., Autenrieth P., Paproth Y., Frank J., Gudergan G. Typology of Digital Platforms in the Mechanical Engineering // 2020 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). – Cardiff, UK : IEEE, 2020. – P. 1–9. – DOI: 10.1109/ICE/ITMC49519.2020.9198471. – URL: https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC49519.2020.9198471 (дата обращения: 21.09.2026)

416. Roblek, V. A Complex View of Industry 4.0 / V. Roblek, M. Meško, A. Krapež // SAGE Open. – 2016. – Vol. 6, No. 2. – DOI 10.1177/2158244016653987. – EDN WQNKFX.

417. Rochet J.-C., Tirole J. Platform Competition in Two-Sided Markets // Journal of the European Economic Association. – 2003. – Vol. 1, no. 4. – P. 990–1029. – DOI: 10.1162/154247603322493212. – URL: https://doi.org/10.1162/154247603322493212 (дата обращения: 21.01.2026).

418. Rochet J.-C., Tirole J. Two-Sided Markets: A Progress Report // The RAND Journal of Economics. – 2006. – Vol. 37, no. 3. – P. 645–667. – DOI: 10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x. – URL: https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x (дата обращения: 21.01.2026)

419. Ross J. Don’t Confuse Digital With Digitization // MIT Sloan Management Review. – 2017. – September 29. – URL: https://sloanreview.mit.edu/article/dont-confuse-digital-with-digitization/ (дата обращения: 15.01.2026)

420. Rouse M. Digital Economy // TechTarget : [сайт]. – 2016. – URL: http://searchcio.techtarget.com/definition/digital-economy (дата обращения: 01.06.2018).

421. Rubino M., Vitolla F., Raimo N. Il processo di digitalizzazione aziendale e la Digital Transformation // Smart Technologies, digitalizzazione e capitale intellettuale. Sinergie e opportunità / a cura di R. Lombardi, M. S. Chiucchi, D.

Mancini. – Milano : FrancoAngeli, 2020. – P. 54–74. – ISBN 978-88-351-0357-8. – URL: https://hdl.handle.net/20.500.12572/2372

422. Sahoo S. K., Goswami S. S., Sarkar S., Mitra S. A Review of Digital Transformation and Industry 4.0 in Supply Chain Management for Small and Medium-Sized Enterprises // Spectrum of Engineering and Management Sciences. – 2023. – Vol. 1, no. 1. – P. 58–72. – DOI: 10.31181/sems1120237j. – URL: https://doi.org/10.31181/sems1120237j (дата обращения: 22.09.2026)

423. Saisana, M. Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators / M. Saisana, A. Saltelli, S. Tarantola // Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society. – 2005. – Vol. 168, no. 2. – P. 307–323. – DOI 10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x.

424. Sandu M. C., Drăgulănescu I.-V., Androniceanu A.-M. The Impact of Digitalization in Romanian Automotive Industry // Digital Economy and New Value Creation : 15th International Conference on Business Excellence, ICBE 2021 / ed. by M. Busu. – Cham : Springer, 2022. – P. 61–70. – (Springer Proceedings in Business and Economics). – DOI: 10.1007/978-3-031-07265-9_6. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-07265-9_6 (дата обращения: 22.09.2026)

425. Santos R. C., Martinho J. L. An Industry 4.0 Maturity Model Proposal // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 31, no. 5. – P. 1023–1043. – DOI: 10.1108/JMTM-09-2018-0284. – URL: https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0284 (дата обращения: 21.01.2026)

426. Sawhney A., Riley M., Irizarry J., Toca Perez C. A Proposed Framework for Construction 4.0 Based on a Review of Literature // EPiC Series in Built Environment. – 2020. – Vol. 1. – P. 301–309. – DOI: 10.29007/4nk3. – URL: https://doi.org/10.29007/4nk3 (дата обращения: 22.09.2026)

427. Schermuly L., Schreieck M., Wiesche M., Krcmar H. Developing an Industrial IoT Platform: Trade-off between Horizontal and Vertical Approaches // Wirtschaftsinformatik 2019: Proceedings of the 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik. – Siegen, 2019. – P. 32–46. – URL: https://aisel.aisnet.org/wi2019/track01/papers/3/ (дата обращения: 21.01.2026)

428. Schön W. One Answer to Why and How to Tax the Digitalized Economy. – Munich : Max Planck Institute for Tax Law and Public Finance, 2019. – 32 p. – (Working Paper of the Max Planck Institute for Tax Law and Public Finance ; No. 2019-10). – DOI: 10.2139/ssrn.3409783. – URL: https://doi.org/10.2139/ssrn.3409783 (дата обращения: 21.09.2026).

429. Schotté J.-S., Ohayon R. Various Modelling Levels to Represent Internal Liquid Behaviour in the Vibration Analysis of Complex Structures // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. – 2009. – Vol. 198, no. 21–26. – P. 1913–1925. – DOI: 10.1016/j.cma.2008.12.016. – URL: https://doi.org/10.1016/j.cma.2008.12.016 (дата обращения: 21.09.2026)

430. Schreieck M., Wiesche M., Krcmar H. How Platform Governance Changes when Customers Become Developers // Academy of Management Annual Meeting Proceedings. – 2019. – Vol. 2019, no. 1. – Art. 13904. – DOI: 10.5465/AMBPP.2019.155. – URL: https://doi.org/10.5465/AMBPP.2019.155 (дата обращения: 21.01.2026)

431. Servitization, digitization and supply chain interdependency / F. Vendrell-Herrero, O. F. Bustinza, G. Parry, N. Georgantzis. // Industrial Marketing Management. – 2017. – № 60. – С. 69-81. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.06.013.

432. Sharma R., Jain P. An Impact of Digitalized Technologies Transformation in Healthcare Using Mobile Cloud Computing // Indian Journal of Science and Technology. – 2016. – Vol. 9, no. 34. – P. 1–4. – DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i34/100200. – URL: https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i34/100200 (дата обращения: 21.09.2026)

433. Shin W. S., Lee Y. S., Dahlgaard J. J. A Pattern-Based Decision Framework in the Era of Industry 4.0 // Total Quality Management & Business Excellence. – 2019. – Vol. 30, Suppl. 1. – P. S158–S181. – DOI: 10.1080/14783363.2019.1665840. – URL: https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1665840 (дата обращения: 21.01.2026).

434. Skilton M. Building the Digital Enterprise: A Guide to Constructing Monetization Models Using Digital Technologies. – London : Palgrave Macmillan, 2015. – XLI, 230 p. – (Business in the Digital Economy). – DOI: 10.1057/9781137477729. – URL: https://doi.org/10.1057/9781137477729 (дата обращения: 21.01.2026).

435. Snyder H. Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines // Journal of Business Research. – 2019. – Vol. 104. – P. 333–339. – DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039. – URL: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039 (дата обращения: 21.01.2026)

436. Solis B. The Six Stages of Digital Transformation. – Altimeter, a Prophet Company, 2016. – URL: https://prophet.com/2016/04/the-six-stages-of-digital-transformation/ (дата обращения: 21.09.2026).

437. Soltani S., Maxwell D., Rashidi A. The State of Industry 4.0 in the Australian Construction Industry: An Examination of Industry and Academic Point of View // Buildings. – 2023. – Vol. 13, no. 9. – Art. 2324. – DOI: 10.3390/buildings13092324. – URL: https://doi.org/10.3390/buildings13092324 (дата обращения: 22.09.2026)

438. Spagnoletti P., Resca A., Lee G. A Design Theory for Digital Platforms Supporting Online Communities: A Multiple Case Study // Journal of Information Technology. – 2015. – Vol. 30, no. 4. – P. 364–380. – DOI: 10.1057/jit.2014.37.

439. Stolterman E., Fors A. C. Information Technology and the Good Life // Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice / ed. by B. Kaplan, D. P. Truex III, D. Wastell, A. T. Wood-Harper, J. I. DeGross. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 2004. – P. 687–692. – DOI: 10.1007/1-4020-8095-6_45.

440. Strielkowski W., Akberdina V., Smirnova O., Ponomareva A., Barybina A. Types of Digital Industrial Platforms: Case Study of a Gas Company // Digital Transformation in Industry: Sustainability in Uncertain Dynamics / ed. by V. Kumar, G. L. Kyriakopoulos, V. Akberdina, E. Kuzmin. – Cham : Springer, 2023. – (Lecture Notes in Information Systems and Organisation ; Vol. 61). – P. 125–140.

– DOI: 10.1007/978-3-031-30351-7_11. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-30351-7_11 (дата обращения: 21.01.2026)

441. Stumpf E. The Industry 4.0-Concept Within Aerospace // Handbook Industry 4.0: Law, Technology, Society. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2022. – P. 643–658. – DOI 10.1007/978-3-662-64448-5_33

442. Szeto K. Keeping Score, Digitally // Music Reference Services Quarterly. – 2018. – Vol. 21, no. 2. – P. 98–100. – DOI: 10.1080/10588167.2018.1455027. – URL: https://doi.org/10.1080/10588167.2018.1455027 (дата обращения: 21.09.2026)

443. Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice / P. Parviainen, M. Tihinen, Ju. Kääriäinen, S. Teppola // International Journal of Information Systems and Project Management. – 2017. – Vol. 5, No. 1. – P. 63-77. – DOI 10.12821/ijispm050104. – EDN QTKIFX.

444. Taming the Digital Dragon: The 2014 CIO Agenda / Gartner. – 2014. – URL: https://www.gartner.com/imagesrv/cio/pdf/cio_agenda_insights2014.pdf (дата обращения: 15.01.2026).

445. Tan B., Pan S. L., Lu X., Huang L. The Role of IS Capabilities in the Development of Multi-Sided Platforms: The Digital Ecosystem Strategy of Alibaba.com // Journal of the Association for Information Systems. – 2015. – Vol. 16, no. 4. – P. 248–280. – DOI: 10.17705/1jais.00393.

446. Tanina A., Ivanova M., Kulkaev G., Tanin E. Model of State Support for the Digital Transformation of the Manufacturing Industry in Russian Regions // International Journal of Technology. – 2022. – Vol. 13, no. 7. – P. 1538–1547. – DOI: 10.14716/ijtech.v13i7.6219. – URL: https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6219 (дата обращения: 22.09.2026).

447. Tao F., Zhang L., Hu Y. Resource Service Management in Manufacturing Grid System. – Hoboken, NJ : John Wiley & Sons ; Salem, MA : Scrivener Publishing, 2012. – 550 p. – ISBN 978-1-118-12231-0. – DOI: 10.1002/9781118288764. – URL: https://doi.org/10.1002/9781118288764 (дата обращения: 21.01.2026)

448. Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. – New York : McGraw-Hill, 1995. – XVIII, 342 p. – ISBN 0-07-062200-0

449. TeamViewer. Что такое индустриальная метавселенная? // TeamViewer : [сайт]. – URL: https://www.teamviewer.com/ru-cis/insights/industrial-metaverse-is-better-than-its-reputation/ (дата обращения: 21.01.2026)

450. Tedaldi, G. Early adopters of Manufacturing-as-a-Service (MaaS): state-of-the-art and deployment models / G. Tedaldi, G. Miragliotta // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2023. – Vol. 34, No. 4. – P. 580-600. – DOI 10.1108/jmtm-01-2022-0052. – EDN OEZZAH.

451. Tee R., Gawer A. Industry Architecture as a Determinant of Successful Platform Strategies: A Case Study of the i-mode Mobile Internet Service // European Management Review. – 2009. – Vol. 6, no. 4. – P. 217–232. – DOI: 10.1057/emr.2009.22. – URL: https://doi.org/10.1057/emr.2009.22 (дата обращения: 21.09.2026).

452. The Digital Economy Report: Pacific Edition 2022 https://unctad.org/system/files/official-document/dtlecdc2022d4_en.pdf

453. The Importance of Digital Transformation in International Business / C. S. Pereira, N. Durão, F. Moreira, B. Veloso // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, No. 2. – P. 834. – DOI 10.3390/su14020834. – EDN UWVBJD.

454. Thomas, Ritter Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future / Ritter Thomas, L. P. Carsten. – Текст : непосредственный // Industrial Marketing Management. – 2020. – № Volume 86. – С. 180-190. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.11.019.

455. TIBCO. Why Digital Transformation in Manufacturing Is Essential for a Future Advantage // TIBCO : [сайт]. – [б. г.]. – URL: TIBCO – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

456. Tiwana A. Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy. – Waltham, MA : Morgan Kaufmann, 2014. – XIX, 302 p. – ISBN 978-0-12-408066-9. – DOI: 10.1016/C2012-0-06625-2.

457. Tolio T., Sacco M., Terkaj W., Urgo M. Virtual Factory: An Integrated Framework for Manufacturing Systems Design and Analysis // Procedia CIRP. – 2013. – Vol. 7. – P. 25–30. – DOI: 10.1016/j.procir.2013.05.005. – URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.005 (дата обращения: 21.01.2026).

458. Tonnies F. A new evaluation: Essays and documents / Ed. and with introduction by W.J. Cahnman. Leiden: E.J. Brill, 1973.

459. Toussaint E. R., Toussaint G. T. What is a Pattern? // Proceedings of Bridges 2014: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture / ed. by G. Greenfield, G. Hart, R. Sarhangi. – Phoenix : Tessellations Publishing, 2014. – P. 293–300. – URL: https://archive.bridgesmathart.org/2014/bridges2014-293.html (дата обращения: 21.01.2026)

460. Tranfield, D. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review / D. Tranfield, D. Denyer, P. Smart // British Journal of Management. – 2003. – Vol. 14, No. 3. – P. 207-222. – DOI 10.1111/1467-8551.00375. – EDN ETVJFT.

461. Tsohla, S. Networking in the Platform Development of Ecosystems / S. Tsohla, N. Simchenko // Lecture Notes in Information Systems and Organisation : 3rd, Ekaterinburg, 29 октября 2021 года. – Ekaterinburg, 2022. – P. 85-94. – DOI 10.1007/978-3-030-94617-3_7. – EDN GVXAUU.

462. Tukker A. Eight types of product–service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet // Business Strategy and the Environment. – 2004. – Vol. 13, no. 4. – P. 246–260. – DOI: 10.1002/bse.414. – URL: https://doi.org/10.1002/bse.414 (дата обращения: 21.01.2026)

463. Ulas, D. Digital transformation process and SMEs / D. Ulas. // Procedia Computer Science – 2019. – № 158. – С. 662–667. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.101

464. UNCTAD. Digital Economy Report 2019: Value Creation and Capture: Implications for Developing Countries. – Geneva : United Nations, 2019. – UNCTAD/DER/2019. – URL: UNCTAD – Digital Economy Report 2019 (дата обращения: 24.03.2021).

465. UNCTAD. World Investment Report 2019: Special Economic Zones. – Geneva : United Nations, 2019. – XIV, 221 p. – ISBN 978-92-1-112949-6. – eISBN 978-92-1-004158-4. – UNCTAD/WIR/2019. – URL: UNCTAD – World Investment Report 2019 (дата обращения: 20.07.2022).

466. Van Gorp N., Batura O. Challenges for Competition Policy in a Digitalised Economy. – Brussels : European Parliament, 2015. – ISBN 978-92-823-7569-3. – DOI: 10.2861/25790. – URL: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542235/IPOL_STU(2015)542235_EN.pdf (дата обращения: 01.06.2018)

467. Vasconcellos L. H. R., Gobo Junior P., Rodrigues F. An Industry 4.0 Maturity Model Applied to the Automotive Supply Chain // Revista Gestão & Tecnologia. – 2021. – Vol. 21, no. 4. – P. 230–258. – DOI: 10.20397/2177-6652/2021.v21i4.2189. – URL: https://doi.org/10.20397/2177-6652/2021.v21i4.2189 (дата обращения: 21.09.2026)

468. Vogelsang K., Kirsten L.-N., Packmohr S., Hoppe U. Barriers to Digital Transformation in Manufacturing: Development of a Research Agenda // Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). – Honolulu, HI : University of Hawai‘i at Mānoa, 2019. – P. 4937–4946. – URL: https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/ac040d17-4195-4f33-8bd6-775dc56db7f3 (дата обращения: 29.05.2023)

469. Wang X., Hu H., Wang Y., Wang Z. IoT Real-Time Production Monitoring and Automated Process Transformation in Smart Manufacturing // Journal of Organizational and End User Computing. – 2024. – Vol. 36, No. 1. – P. 1–25. – DOI 10.4018/JOEUC.336482

470. Weng C., Mi J. Towards Accessibility to Digital Cultural Materials: A FRBRized Approach // OCLC Systems & Services: International Digital Library

Perspectives. – 2006. – Vol. 22, no. 3. – P. 217–232. – DOI: 10.1108/10650750610686766. – URL: https://doi.org/10.1108/10650750610686766 (дата обращения: 21.09.2026).

471. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. – Boston : Harvard Business Review Press, 2014. – 292 p. – ISBN 978-1-62527-247-8.

472. Westerman G., Calméjane C., Bonnet D., Ferraris P., McAfee A. Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Organizations. – Cambridge, MA : MIT Center for Digital Business ; Capgemini Consulting, 2011. – 68 p. – URL: https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital_Transformation__A_Road-Map_for_Billion-Dollar_Organizations.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

473. Westerman G., McAfee A. The Digital Advantage: How Digital Leaders Outperform Their Peers in Every Industry. – Cambridge, MA : MIT Center for Digital Business, 2012. – 23 p. – URL: http://ide.mit.edu/sites/default/files/publications/TheDigitalAdvantage.pdf (дата обращения: 16.01.2026).

474. White N. A Guide to Digital Transformation in Manufacturing // PTC : [сайт]. – 2024. – 16 Feb. – URL: PTC – A Guide to Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

475. Wolf M., Semm A., Erfurth C. Digital Transformation in Companies – Challenges and Success Factors // Innovations for Community Services: 18th International Conference, I4CS 2018, Žilina, Slovakia, June 18–20, 2018, Proceedings. – Cham : Springer, 2018. – P. 178–193. – (Communications in Computer and Information Science ; Vol. 863). – DOI: 10.1007/978-3-319-93408-2_13. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-93408-2_13 (дата обращения: 22.09.2026)

476. World Bank. The EAEU 2025 Digital Agenda: Prospects and Recommendations. – Washington, DC : World Bank, 2018. – URL: World Bank – The EAEU 2025 Digital Agenda (дата обращения: 29.07.2022).

477. World Economic Forum. Data Excellence: Transforming Manufacturing and Supply Systems. – Geneva : World Economic Forum, 2021

478. World Economic Forum. Exploring the Industrial Metaverse: A Roadmap to the Future. – Geneva : World Economic Forum, 2023. – 20 p. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Industrial_Metaverse_2023.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

479. World Economic Forum. Global Lighthouse Network: Insights from the Forefront of the Fourth Industrial Revolution. – Geneva : World Economic Forum, 2020

480. World Economic Forum. Maximizing the Return on Digital Investments. – Geneva : World Economic Forum, 2018

481. World Economic Forum. Navigating the Industrial Metaverse: A Blueprint for Future Innovations. – Geneva : World Economic Forum, 2024. – 86 p. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Navigating_the_Industrial_Metaverse_A_Blueprint_2024.pdf (дата обращения: 21.01.2026)

482. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2025. – Geneva : World Economic Forum, 2025. – URL: https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/ (дата обращения: 16.01.2026)

483. World Health Organization. Good Manufacturing Practices (GMP) // WHO : [сайт]. – URL: https://www.who.int/teams/health-product-policy-and-standards/standards-and-specifications/norms-and-standards/gmp (дата обращения: 21.01.2026)

484. Wortmann, F. Internet of Things / F. Wortmann, K. Flüchter // Business & Information Systems Engineering. – 2015. – Vol. 57, No. 3. – P. 221-224. – DOI 10.1007/s12599-015-0383-3. – EDN BPSLRV.

485. Wu X., Cai Y. The Impact of Digital Transformation on the High-Quality Development of the Manufacturing Industry: An Empirical Study Based on Systematic GMM and Threshold Modeling // Frontiers in Sustainable Development. – 2024. – Vol. 4, no. 3. – P. 1–13. – DOI: 10.54691/wrztyg91. – URL: https://doi.org/10.54691/wrztyg91 (дата обращения: 22.09.2026).

486. Yang J.-H. Comparing Per Capita Output Internationally: Has the United States Been Overtaken? // Review, Federal Reserve Bank of St. Louis. –

1978. – Vol. 60, no. 5. – P. 8–15. – DOI: 10.20955/r.60.8-15.nfp. – URL: https://doi.org/10.20955/r.60.8-15.nfp (дата обращения: 21.01.2026).

487. Yaqub, M. Z. Industry-4.0-Enabled Digital Transformation: Prospects, Instruments, Challenges, and Implications for Business Strategies / M. Z. Yaqub, A. Alsabban // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, No. 11. – P. 8553. – DOI 10.3390/su15118553. – EDN MBCAGL.

488. Ye G., Priem R. L., Alshwer A. A. Achieving Demand-Side Synergy from Strategic Diversification: How Combining Mundane Assets Can Leverage Consumer Utilities // Organization Science. – 2012. – Vol. 23, no. 1. – P. 207–224. – DOI: 10.1287/orsc.1100.0627.

489. Zabidin N. S., Belayutham S., Che Ibrahim C. K. I. A Bibliometric and Scientometric Mapping of Industry 4.0 in Construction // Journal of Information Technology in Construction. – 2020. – Vol. 25. – P. 287–307. – DOI: 10.36680/j.itcon.2020.017. – URL: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.017 (дата обращения: 22.09.2026).

490. Zhang N., Ye J., Zhong Y., Chen Z. Digital Transformation in the Chinese Construction Industry: Status, Barriers, and Impact // Buildings. – 2023. – Vol. 13, no. 4. – Art. 1092. – DOI: 10.3390/buildings13041092. – URL: https://doi.org/10.3390/buildings13041092 (дата обращения: 22.09.2026).

491. Zink F. Advancing the Collaboration in Manufacturing Networks: A Systematic Literature Review on Implementations of Asset Administration Shells and Data Spaces / F. Zink, L. Fink, B. Wallner, F. Bleicher, T. Trautner // Procedia CIRP. – 2025. – Vol. 136. – P. 546–551. – DOI 10.1016/j.procir.2025.08.094

492. Zwicker R., de Souza C. A., da Rocha Vidal A. G. An Assessment on the Informatization of Brazilian Industrial Companies // Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries. – 2006. – Vol. 23, № 1. – P. 1–25. – DOI: 10.1002/j.1681-4835.2006.tb00146.x.

Приложение А

Обзор определений термина «Цифровая экономика»

Источник	Определение
A. Lauscher[340]	«эпоха интернет-разведки, когда речь идет не только о сетевых технологиях и интеллектуальных машинах, но и о человеке, использующем технологии, которые объединяют творчество, знания и интеллект для прорыва в формировании социального развития и благосостояния»
Digital Economy and Its Components: A Brief Overview and Recommendations[341]	«использованию информационных технологий для создания, адаптации, сбыта потребительских товаров и услуг, основанных на использовании информационных технологий, с целью зарабатывания денег»
Бухт Р., Хикс Р. [342]	«часть общего объема производства, которая целиком или в основном произведена на базе цифровых технологий фирмами, бизнес-модель которых основывается на цифровых продуктах или услугах; совокупность всех примеров экстенсивного применения ИКТ и создание данных технологий»
S. Adel Mahmod[343]	«конвергенция коммуникационных и вычислительных технологий в сети, составляющая поток технологий и данных, способствует развитию электронного бизнеса и широкомасштабной трансформации бизнеса»
N. Chouhan, D. Rathore, [344]	«реализация нереализованных изменений в сегментах экономики за счет компьютерной оцифровки данных»
K. Szeto[345]	«интегрирует услуги и товары, продажи, производство, разработка и предоставление которых в основном основаны на инициативах по цифровизации»
W. Schön[346]	«цифровая экономика позволяет и осуществляет торговлю услугами и товарами посредством электронной коммерции»
H. Kumar, S. Kumar[347]	«международная сеть социальной и экономической деятельности, которая возможна благодаря цифровым технологиям, например, сети мобильной связи и Интернета»
R. Sharma, P. Jain[348]	«экономика в отношении цифровых технологий (веб-экономика)»

[340] Lauscher A. Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence // Internet Histories. – 2019. – Vol. 3, no. 1. – P. 101–103. – DOI: 10.1080/24701475.2019.1565556. – URL: https://doi.org/10.1080/24701475.2019.1565556 (дата обращения: 21.09.2026)

[341] Nguyen O. Digital Economy and Its Components: A Brief Overview and Recommendations. – Munich : Munich Personal RePEc Archive, 2023. – MPRA Paper No. 116110. – URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/116110/1/MPRA_paper_116110.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

[342] Бухт, Р. Определение, концепция и измерение цифровой экономики / Р. Бухт, Р. Хикс // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 143-172. – EDN YXBNWX.

[343] Mahmod S. A. 5G Wireless Technologies – Future Generation Communication Technologies // International Journal of Computing and Digital Systems. – 2017. – Vol. 6, no. 3. – P. 139–147. – DOI: 10.12785/ijcds/060306. – URL: https://doi.org/10.12785/ijcds/060306 (дата обращения: 21.09.2026).

[344] Chouhan N., Rathore D. Role of Digitalization after Demonetization in Economy // International Journal of Computer Sciences and Engineering. – 2018. – Vol. 6, no. 9. – P. 88–90. – DOI: 10.26438/ijcse/v6si9.8890. – URL: https://doi.org/10.26438/ijcse/v6si9.8890 (дата обращения: 21.09.2026).

[345] Szeto K. Keeping Score, Digitally // Music Reference Services Quarterly. – 2018. – Vol. 21, no. 2. – P. 98–100. – DOI: 10.1080/10588167.2018.1455027. – URL: https://doi.org/10.1080/10588167.2018.1455027 (дата обращения: 21.09.2026)

[346] Schön W. One Answer to Why and How to Tax the Digitalized Economy. – Munich : Max Planck Institute for Tax Law and Public Finance, 2019. – 32 p. – (Working Paper of the Max Planck Institute for Tax Law and Public Finance ; No. 2019-10). – DOI: 10.2139/ssrn.3409783. – URL: https://doi.org/10.2139/ssrn.3409783 (дата обращения: 21.09.2026).

[347] Kumar H., Kumar S. Investigating Social Network as Complex Network and Dynamics of User Activities // International Journal of Computer Applications. – 2015. – Vol. 125, no. 7. – P. 13–18. – DOI: 10.5120/ijca2015905952. – URL: https://doi.org/10.5120/ijca2015905952 (дата обращения: 21.09.2026)

[348] Sharma R., Jain P. An Impact of Digitalized Technologies Transformation in Healthcare Using Mobile Cloud Computing // Indian Journal of Science and Technology. – 2016. – Vol. 9, no. 34. – P. 1–4. – DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i34/100200. – URL: https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i34/100200 (дата обращения: 21.09.2026)

Источник	Определение
J. Schotté, R. Ohayon[349]	«сложные структуры различных слоев и уровней соединяются друг с другом бесконечными и развивающимися узлами, что позволяет использовать несколько маршрутов к каждому конечному пользователю и усложняет устранение отдельных игроков и конкурентов»
C. Weng, J. Mi[350]	«цифровую доступность услуг и товаров, и применение цифровых технологий для помощи бизнесу»
B. Peter Heng, J. Chandler, A. Armstrong[351]	«широкомасштабная экономическая деятельность, которая объединяет применение цифровых данных и знаний в качестве основного фактора производства, современную сеть передачи данных как важное пространство деятельности, а также эффективное применение данных и коммуникационных технологий как важные движущие силы производства, а также экономическую структуру и оптимизацию»
J. Yang[352]	«представляет собой долю в общем экономическом выпуске, полученную за счет международных измерений «цифровых ресурсов», которые включают в себя цифровую компетентность, оборудование (средства связи, программное и аппаратное обеспечение), а также промежуточные цифровые услуги и товары, используемые в производстве»
K. Abhyankar, S. Ganapathy[353]	«глобальная система экономической деятельности, усиленную информационными технологиями»
A. BBez, Y. Brauner[354]	«объединение различных инициатив общего назначения, а также широкомасштабных социальных и экономических действий и связанных с ними инициатив через маршрутизаторы, линии широкополосной связи, устройства, которые используются для обеспечения доступности (смартфоны и компьютеры), приложения, которые они используют (Salesforce и Google); и функциональные возможности, которые они могут предоставить (информационные технологии, облачные вычисления и анализ данных)»
L. Belova[355]	«экономика, которая функционирует в основном за счет цифровой экономики, в основном электронных транзакций с использованием Интернета»
R. Patterson[356]	«экономическая деятельность, возникающая в результате массовых онлайн-подключений процессов, данных, устройств, предприятий и людей … гиперсвязь, которая демонстрирует развивающуюся связанность людей, машин и организаций, основанную на Интернете, мобильных технологиях и IoT»

[349] Schotté J.-S., Ohayon R. Various Modelling Levels to Represent Internal Liquid Behaviour in the Vibration Analysis of Complex Structures // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. – 2009. – Vol. 198, no. 21–26. – P. 1913–1925. – DOI: 10.1016/j.cma.2008.12.016. – URL: https://doi.org/10.1016/j.cma.2008.12.016 (дата обращения: 21.09.2026)

[350] Weng C., Mi J. Towards Accessibility to Digital Cultural Materials: A FRBRized Approach // OCLC Systems & Services: International Digital Library Perspectives. – 2006. – Vol. 22, no. 3. – P. 217–232. – DOI: 10.1108/10650750610686766. – URL: https://doi.org/10.1108/10650750610686766 (дата обращения: 21.09.2026).

[351] Peter Heng B. C., Chandler J. H., Armstrong A. Applying Close Range Digital Photogrammetry in Soil Erosion Studies // The Photogrammetric Record. – 2010. – Vol. 25, no. 131. – P. 240–265. – DOI: 10.1111/j.1477-9730.2010.00584.x. – URL: https://doi.org/10.1111/j.1477-9730.2010.00584.x (дата обращения: 21.01.2026).

[352] Yang J.-H. Comparing Per Capita Output Internationally: Has the United States Been Overtaken? // Review, Federal Reserve Bank of St. Louis. – 1978. – Vol. 60, no. 5. – P. 8–15. – DOI: 10.20955/r.60.8-15.nfp. – URL: https://doi.org/10.20955/r.60.8-15.nfp (дата обращения: 21.01.2026).

[353] Abhyankar K., Ganapathy S. Technology-Enhanced Learning Analytics System Design for Engineering Education // International Journal of Information and Education Technology. – 2014. – Vol. 4, no. 4. – P. 345–350. – DOI: 10.7763/IJIET.2014.V4.427. – URL: https://doi.org/10.7763/IJIET.2014.V4.427 (дата обращения: 21.01.2026)

[354] Báez Moreno A., Brauner Y. Policy Options Regarding Tax Challenges of the Digitalized Economy: Making a Case for Withholding Taxes. – 2018. – 28 p. – SSRN Electronic Journal. – DOI: 10.2139/ssrn.3167124. – URL: https://doi.org/10.2139/ssrn.3167124 (дата обращения: 21.01.2026).

[355] Белова, Л. Г. Технологическая безработица и бизнес-модель шеринговой экономики в условиях цифровизации экономики / Л. Г. Белова // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2021. – № 1. – С. 208-225. – EDN CGJZSR.

[356] Patterson R. W. Can Behavioral Tools Improve Online Student Outcomes? Experimental Evidence from a Massive Open Online Course // Journal of Economic Behavior & Organization. – 2018. – Vol. 153. – P. 293–321. – DOI: 10.1016/j.jebo.2018.06.017. – URL: https://doi.org/10.1016/j.jebo.2018.06.017 (дата обращения: 21.01.2026).

D. Tapscott [357]	«Цифровая экономика – система виртуальной хозяйственной деятельности»
N. Negroponte 358.	«экономику нового технологического уклада, в основе которой лежат цифровые технологии»
Skilton359, 2015	совокупность виртуальных ресурсов и цифровых трансакций, осуществляемых на рынках, и компаний, ресурсов и услуг, увеличивающих валовой внутренний продукт и размер чистых активов
Купчишина Е.В., 2018, с. 436360	«сочетание компьютерных технологий, объединенных в сети, и качественно новых моделей бизнеса, способствующее появлению экономических субъектов, хозяйственная деятельность которых наделена новыми характеристиками, а также новых отраслей и рынков»
Ведута и Джакубова, 2017, с. 60361	«экономическая киберсистема, разработчики которой учитывают объективные экономические законы для отображения поведения экономики, реагирующей на управленческие воздействия и события внешней среды в режиме реального времени, в киберпространстве»
European Commission, 2014362	«экономика, которую характеризуют мобильность и взаимодействие нескольких групп пользователей в рамках цифровой платформы, что ведет к образованию положительных либо отрицательных экстерналий, с одной стороны, и данные, как источник стоимости, – с другой»
Lane, 1999: Advancing the Digital Economy into the 21st Century (Assistant to the US President for Science and Technology)[363]	«… конвергенция компьютерных и коммуникационных технологий в сети Интернет и возникающий поток информации и технологий, которые стимулируют развитие электронной торговли и масштабные изменения в организационной структуре»
Margherio et al., 1999: The Emerging Digital Economy (US Commerce Department)[364]	«разрастание сети Интернет... Электронная торговля между предприятиями... Цифровая доставка товаров и услуг... Розничная продажа физических товаров»
Brynjolfsson, Kahin, 2000b: Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research[365]	«... еще не завершенная трансформация всех секторов экономики благодаря цифровизации информации при помощи компьютерных технологий»
Kling, Lamb, 2000: in Brynjolfsson, Kahin, 2000a[366]	«... включает товары или услуги, развитие, производство, продажа или предоставление которых находится в критической зависимости от цифровых технологий»
Mesenbourg, 2001: Measuring	«цифровая экономика» состоит из трех компонентов: 1) «инфраструктура

[357] Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. – New York : McGraw-Hill, 1995. – XVIII, 342 p. – ISBN 0-07-062200-0

[358] Negroponte N. Being Digital. – New York : Alfred A. Knopf, 1995. – 272 p. – ISBN 0-679-43919-6

[359] Skilton M. Building the Digital Enterprise: A Guide to Constructing Monetization Models Using Digital Technologies. – London : Palgrave Macmillan, 2015. – XLI, 230 p. – (Business in the Digital Economy). – DOI: 10.1057/9781137477729. – URL: https://doi.org/10.1057/9781137477729 (дата обращения: 21.01.2026).

[360] Купчишина, Е. В. Эволюция концепций цифровой экономики как феномена неоэкономики / Е. В. Купчишина // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 68. – С. 426-444. – EDN XUMNVJ.

[361] Ведута, Е. Н. Big Data и экономическая кибернетика / Е. Н. Ведута, Т. Н. Джакубова // Государственное управление. Электронный вестник. – 2017. – № 63. – С. 43-66. – EDN ZJTADN.

[362] European Commission, Expert Group on Taxation of the Digital Economy. Working Paper: Digital Economy – Facts & Figures. – Brussels : European Commission, 2014. – URL: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/good_governance_matters/digital/2014-03-13_fact_figures.pdf (дата обращения: 30.05.2023)

[363] Lane, N. Advancing the Digital Economy into the 21st Century / N. Lane // Information Systems Frontiers. – 1999. – Vol. 1, No. 3. – P. 317-320. – EDN ERODFJ.

[364] Margherio L., Henry D., Cooke S., Montes S. The Emerging Digital Economy. – Washington, DC : U.S. Department of Commerce, 1998. – URL: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/emergingdig_0.pdf (дата обращения: 01.06.2018)

[365] Brynjolfsson E., Kahin B. Introduction // Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research / ed. by E. Brynjolfsson, B. Kahin. – Cambridge, MA : The MIT Press, 2000. – P. 1–10. – DOI: 10.7551/mitpress/6986.003.0001. – URL: https://doi.org/10.7551/mitpress/6986.003.0001 (дата обращения: 21.01.2026).

[366] Kling R., Lamb R. IT and Organizational Change in Digital Economies: A Sociotechnical Approach // Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research / ed. by E. Brynjolfsson, B. Kahin. – Cambridge, MA : The MIT Press, 2000. – P. 295–324. – DOI: 10.7551/mitpress/6986.003.0017. – URL: https://doi.org/10.7551/mitpress/6986.003.0017 (дата обращения: 21.01.2026).

the Digital Economy (US Bureau of the Census)[367]	электронного бизнеса, которая является частью всей экономической инфраструктуры, используемой для осуществления электронных операций и электронной торговли; 2) электронный бизнес, который представляет собой любую операцию, которую предприятие осуществляет при помощи компьютерных сетей; 3) электронная торговля, под которой подразумевается объем товаров и услуг, реализуемый при помощи компьютерных сетей»
Economist Intelligence Unit, 2010: Digital Economy Rankings, 2010[368]	«качество информационно-коммуникационной инфраструктуры страны и способность потребителей, предприятий и правительства использовать ИКТ в своих интересах»
OECD, 2013: The Digital Economy[369]	«Цифровая экономика делает возможным и задействует торговлю товарами и услугами посредством электронной торговли в сети Интернет»
Department of Broadband Communications and the Digital Economy (DBCDE), Australia, 2013: Advancing Australia as a Digital Economy: An Update to the National Digital Economy Strategy[370]	«глобальная сеть экономической и общественной деятельности, которая стала возможной благодаря цифровым технологиям, таким как Интернет и сети мобильной связи»
European Commission, 2013: Expert Group on Taxation of the Digital Economy[371]	«... экономика, зависимая от цифровых технологий (иногда называемая интернет-экономика)»
British Computer Society, 2014: The Digital Economy[372]	«Цифровая экономика – это экономика, основанная на цифровых технологиях, однако мы в большей степени понимаем под этим осуществление деловых операций на рынках, основанных на сети Интернет и Всемирной паутине»
European Parliament, 2015: Challenges for Competition Policy in a Digitalised Economy[373]	« это сложная структура, состоящая из нескольких уровней/слоев, связанных между собой практически бесконечным и постоянно растущим количеством узлов. Платформы существуют во взаимосвязи, позволяя достичь непосредственного пользователя через множества каналов, тем самым усложняя исключение конкретных игроков, то есть конкурентов»
House of Commons, 2016: The Digital Economy[374]	«Цифровая экономика означает как цифровой доступ к товарам и услугам, так и использование цифровых технологий в интересах бизнеса»
G20 DETF, 2016: G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative[375]	«... широкий диапазон видов экономической активности, к которым относится использование оцифрованной информации и знаний в качестве ключевого фактора производства, современных информационных сетей в качестве важной области деятельности, а также эффективное

[367] Mesenbourg T. L. Measuring the Digital Economy. – Suitland, MD : U.S. Census Bureau, 2000. – URL: https://www.census.gov/library/working-papers/2001/econ/mesenbourg-01.html (дата обращения: 21.01.2026).
[368] Economist Intelligence Unit. Digital Economy Rankings 2010: Beyond E-Readiness. – London : The Economist Intelligence Unit, 2010. – URL: http://graphics.eiu.com/upload/EIU_Digital_economy_rankings_2010_FINAL_WEB.pdf (дата обращения: 01.06.2018).
[369] OECD. The Digital Economy: Key Findings, Summary and Notes // OECD Roundtables on Competition Policy Papers. – Paris : OECD Publishing, 2013. – No. 151. – 196 p. – DOI: 10.1787/929323d1-en. – URL: https://doi.org/10.1787/929323d1-en (дата обращения: 21.01.2026).
[370] Department of Broadband, Communications and the Digital Economy (DBCDE). Advancing Australia as a Digital Economy: An Update to the National Digital Economy Strategy. – Canberra : Australian Government, 2013. – URL: https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2013-06/apo-nid34523.pdf (дата обращения: 21.01.2026).
[371] European Commission. Expert Group on Taxation of the Digital Economy. General Issues : Working Paper. – Brussels : European Commission, 2013. – Digit/002/2013. – URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2016-09/general_issues.pdf (дата обращения: 01.06.2018).
[372] British Computer Society. The Digital Economy. – London : British Computer Society, 2014. – URL: https://policy.bcs.org/sites/policy.bcs.org/files/digital%20economy%20Final%20version_0.pdf (дата обращения: 01.06.2018).
[373] Van Gorp N., Batura O. Challenges for Competition Policy in a Digitalised Economy. – Brussels : European Parliament, 2015. – ISBN 978-92-823-7569-3. – DOI: 10.2861/25790. – URL: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542235/IPOL_STU(2015)542235_EN.pdf (дата обращения: 01.06.2018)
[374] House of Commons. Business, Innovation and Skills Committee. The Digital Economy : Second Report of Session 2016–17. – London : House of Commons, 2016. – HC 87. – URL: https://publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmbis/87/87.pdf (дата обращения: 01.06.2018).
[375] G20. G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative. – 2016. – URL: https://g20.utoronto.ca/2016/g20-digital-economy-development-and-cooperation.pdf (дата обращения: 01.06.2018)

	использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в качестве важного фактора экономического роста и оптимизации экономической структуры»
Elmasry et al., 2016: Digital Middle East: Transforming the Region into a Leading Digital Economy (Digital McKinsey)[376]	«создает стоимость на передовых направлениях деловой активности, оптимизирует процессы, которые учитывают клиентский опыт, а также создает базовый потенциал, поддерживающий всю структуру»
Knickrehm et al., 2016: Digital Disruption (Accenture)[377]	«Цифровая экономика представляет собой часть общего объема производства, создаваемую различными «цифровыми» ресурсами. Эти ресурсы включают цифровые навыки, цифровое оборудование (комплектующие, программное обеспечение и средства связи) и промежуточные цифровые товары и услуги, используемые в производстве»
Rouse, 2016: Digital Economy[378]	«Цифровая экономика – это всемирная сеть видов экономической деятельности, которые стали доступными благодаря информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ). Иными словами, цифровую экономику можно определить как экономику, основанную на цифровых технологиях»
Dahlman et al., 2016: Harnessing the Digital Economy for Developing Countries (OECD)[379]	«Цифровая экономика представляет собой сочетание технологий общего применения и ряда видов экономической и общественной деятельности, осуществляемых пользователями Интернета при помощи соответствующих технологий. Цифровая экономика, таким образом, включает в себя физическую инфраструктуру, которую задействуют цифровые технологии (широкополосные проводящие сети, маршрутизаторы), устройства доступа (компьютеры, смартфоны), информационные системы (Google, Salesforce) и обеспечиваемый ими функционал («Интернет вещей», анализ больших данных, облачные вычисления)»
OUP, 2017: Digital Economy[380]	« – это экономика, которая функционирует в основном за счет применения цифровых технологий, в частности безналичных операций через Интернет»
Deloitte, c. a.: What is Digital Economy?[381]	«... форма экономической активности, которая возникает благодаря миллиарду примеров сетевого взаимодействия людей, предприятий, устройств, данных и процессов. Основой цифровой экономики является гиперсвязуемость, то есть растущая взаимосвязанность людей, организаций и машин, формирующаяся благодаря Интернету, мобильным технологиям и «Интернету вещей»
Программа «Цифровая экономика РФ»[382]	«цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме, и способствует формированию информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений, развитию информационной

[376] Elmasry T., Benni E., Patel J., aus dem Moore J. P. Digital Middle East: Transforming the Region into a Leading Digital Economy. – McKinsey & Company, 2016. – URL: https://www.mckinsey.com/featured-insights/middle-east-and-africa/digital-middle-east-transforming-the-region-into-a-leading-digital-economy (дата обращения: 01.06.2018).

[377] Knickrehm M., Berthon B., Daugherty P. Digital Disruption: The Growth Multiplier: Optimizing Digital Investments to Realize Higher Productivity and Growth. – Accenture Strategy, 2016. – 12 p. – URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-4/Accenture-Strategy-Digital-Disruption-Growth-Multiplier.pdf (дата обращения: 01.06.2018).

[378] Rouse M. Digital Economy // TechTarget : [сайт]. – 2016. – URL: http://searchcio.techtarget.com/definition/digital-economy (дата обращения: 01.06.2018).

[379] Dahlman C., Mealy S., Wermelinger M. Harnessing the Digital Economy for Developing Countries // OECD Development Centre Working Papers. – Paris : OECD Publishing, 2016. – No. 334. – 80 p. – DOI: 10.1787/4adffb24-en. – URL: https://doi.org/10.1787/4adffb24-en (дата обращения: 01.06.2018).

[380] Oxford University Press. Digital Economy // Oxford Dictionaries : [сайт]. – 2017. – URL: Oxford Dictionaries – Digital Economy (дата обращения: 01.06.2018)

[381] Deloitte. What Is Digital Economy? // Deloitte : [сайт]. – [б. г.]. – URL: Deloitte – What is digital economy? (дата обращения: 01.06.2018)

[382] Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» : распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL: Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р (дата обращения: 21.01.2020).

	инфраструктуры Российской Федерации, созданию и применению российских информационно-телекоммуникационных технологий, а также формированию новой технологической основы для социальной и экономической сферы»
Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. N 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы"[383]	«хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг»
Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 года[384]	«совокупность общественных отношений, складывающихся при использовании электронных технологий, электронной инфраструктуры и услуг, технологий анализа больших объемов данных и прогнозирования в целях оптимизации производства, распределения, обмена, потребления и повышения уровня социально-экономического развития государств»
Всемирный банк, 2016, с. 5[385]	«Цифровая экономика - система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий»
Белоусов Ю. В., Тимофеева О. И.[386]	«сложное явление, включающее в себя два взаимосвязанных процесса: процесс создания цифровых систем управления средствами труда и процесс использования цифровых систем управления в производственной деятельности; хозяйственная деятельность людей, особенностью которой является воздействие человека как субъекта производства не на предметы труда и средства труда, а на системы управления средствами труда»
Баранов Д. Н.[387]	«это проникновение цифровых технологий во все аспекты хозяйственной и социальной жизни общества, позволяющие посредством интернета, с использованием информационно-коммуникативных средств, коммуницироваться, координироваться, моментально обмениваться меняющейся информацией в реальном времени и выполнять хозяйственные операции, минуя географическое местоположение субъектов хозяйственных отношений»
Миролюбова Т. В., Карлина Т. В., Николаев Р. С.[388]	«совокупность отношений, складывающихся в системе производства, распределения, обмена и потребления материальных и нематериальных благ при таком уровне использования цифровых технологий, который обеспечивает прямое положительное влияние на экономический рост»
Гасанов Т.А., Гасанов Г.А. [389]	«система институциональных категорий (понятий) в экономике, базирующаяся на передовых научных достижениях и прогрессивных технологиях, прежде всего в цифровых информационно-коммуникационных технологиях, функционирование которой направлено на увеличение эффективности общественного производства, поддержание устойчивых темпов роста экономики с целью повышения благосостояния и качества жизни граждан страны»

Источник: составлено автором, на основе анализа литературных источников

[383] О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL: Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 (дата обращения: 21.09.2026).

[384] Развитие цифровой экономики в России: программа до 2035 года. – 2017. – 40 с. – URL: Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 года (дата обращения: 21.09.2026).

[385] Всемирный банк. Доклад о мировом развитии 2016: Цифровые дивиденды : обзор. – Вашингтон, округ Колумбия : Всемирный банк, 2016. – DOI: 10.1596/978-1-4648-0671-1. – URL: World Development Report 2016: Digital Dividends (дата обращения: 21.09.2026).

[386] Белоусов, Ю. В. Методология определения цифровой экономики / Ю. В. Белоусов, О. И. Тимофеева // Мир новой экономики. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 79-89. – DOI 10.26794/2220-6469-2019-13-4-79-89. – EDN EFVCZL.

[387] Баранов Д. Н. Сущность и содержание категории «цифровая экономика» // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2018. – № 2 (25). – С. 15–23. – DOI: 10.21777/2587-554X-2018-2-15-23. – URL: Статья Д. Н. Баранова (дата обращения: 09.04.2024).

[388] Миролюбова, Т. В. Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике / Т. В. Миролюбова, Т. В. Карлина, Р. С. Николаев // Экономика региона. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 377-390. – DOI 10.17059/2020-2-4. – EDN SVVOXF.

[389] Гасанов, Т. А. Цифровая экономика - как новое направление экономической теории / Т. А. Гасанов, Г. А. Гасанов // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2017. – № 6(80). – С. 4-10. – EDN ZUQPUD.

Приложение Б

Обзор определений термина «Цифровая трансформация»

Автор	Определение
G. Westerman et al. (2011) [390]	Цифровая трансформация – это **использование технологий** для радикального **повышения производительности** или охвата предприятий. Руководители во всех отраслях используют цифровые достижения, такие как аналитика, мобильность, социальные сети и интеллектуальные встроенные устройства, и совершенствуют использование традиционных технологий, таких как ERP, для изменения отношений с клиентами, внутренних процессов и ценностных предложений.
M. Fitzgerald et al. (2014) [391]	Цифровая трансформация – это **использование** новых цифровых **технологий**, таких как социальные сети, мобильные устройства, аналитика или встроенные устройства, **для обеспечения значительных улучшений бизнеса**, таких как повышение качества обслуживания клиентов, оптимизация операций или создание новых бизнес-моделей
M. McDonald, A. Roswell-Jones (2012)[392]	«…таким образом, цифровая трансформация выходит за рамки простой оцифровки ресурсов и приводит к **созданию стоимости** и доходов от цифровых активов…»
E. Stolterman, A. Fors (2004) [393]	«…цифровая трансформация – это **изменения**, которые цифровые технологии вызывают или влияют на все аспекты человеческой жизни…»
D. Solis [394]	«Инвестиции в новые технологии, мышление, бизнес-модели и операционные модели, направленные на улучшение работы и конкурентоспособности, а также на создание новых и актуальных преимуществ для клиентов и сотрудников в условиях постоянно развивающейся цифровой экономики»
Iansiti, M., Lakhani, K.R. (2014)[395]	«это оцифровка ранее аналоговых машинных и сервисных операций, организационных задач и управленческих процессов. Это меняет бизнес-модель в двух аспектах: как организация создает ценность для своих клиентов (ценностное предложение для клиентов) и как она фиксирует эту ценность (как она зарабатывает деньги)»
Betz C., Olagunju A. O., Paulson P. [396]	«это растущая автоматизация бизнес-процессов, практик, процедур и моделей в ответ на растущее влияние и возможности информационных и вычислительных технологий»

[390] Westerman G., Calméjane C., Bonnet D., Ferraris P., McAfee A. Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Organizations. – Cambridge, MA : MIT Center for Digital Business ; Capgemini Consulting, 2011. – 68 p. – URL: https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital_Transformation__A_Road-Map_for_Billion-Dollar_Organizations.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

[391] Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative // MIT Sloan Management Review. – 2014. – Vol. 55, no. 2. – P. 1–12.

[392] McDonald M. P., Rowsell-Jones A. The Digital Edge: Exploiting Information & Technology for Business Advantage. – Stamford, CT : Gartner, Inc., 2012. – 105 p. – URL: https://www.gartner.com/imagesrv/books/digital-edge/TheDigitalEdge.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

[393] Stolterman E., Fors A. C. Information Technology and the Good Life // Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice / ed. by B. Kaplan, D. P. Truex III, D. Wastell, A. T. Wood-Harper, J. I. DeGross. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 2004. – P. 687–692. – (IFIP International Federation for Information Processing ; Vol. 143). – DOI: 10.1007/1-4020-8095-6_45. – URL: https://doi.org/10.1007/1-4020-8095-6_45 (дата обращения: 21.09.2026).

[394] Solis B. The Six Stages of Digital Transformation. – Altimeter, a Prophet Company, 2016. – URL: https://prophet.com/2016/04/the-six-stages-of-digital-transformation/ (дата обращения: 21.09.2026).

[395] Iansiti M., Lakhani K. R. Digital Ubiquity: How Connections, Sensors, and Data Are Revolutionizing Business // Harvard Business Review. – 2014. – Vol. 92, no. 11. – P. 90–99. – URL: https://hbr.org/2014/11/digital-ubiquity-how-connections-sensors-and-data-are-revolutionizing-business (дата обращения: 21.09.2026).

[396] Betz C., Olagunju A. O., Paulson P. The Impacts of Digital Transformation, Agile, and DevOps on Future IT Curricula // Proceedings of the 17th Annual Conference on Information Technology Education and the 5th Annual Conference on Research in Information Technology (SIGITE/RIIT 2016). – New York : ACM, 2016. – P. 106. – DOI: 10.1145/2978192.2978205. – URL: https://doi.org/10.1145/2978192.2978205 (дата обращения: 21.09.2026).

Автор	Определение
A. Martin (2008)[397]	Цифровая трансформация в настоящее время обычно трактуется как такое **использование** информационно-коммуникационных **технологий**, когда выполняется не тривиальная автоматизация, а **создаются** принципиально **новые возможности в бизнесе**, государственном управлении, а также в жизни людей и общества.
D. Mazzone (2014) [398]	«это **целенаправленная** и непрерывная цифровая **эволюция** компании, бизнес-модели, процесса идеи или методологии, как в стратегическом, так и в тактическом плане»
D. Bowersox et al. (2005) [399]	«Цифровая трансформация бизнеса – это **процесс переосмысления** бизнеса с целью оцифровки операций и формирования расширенных связей в цепочке поставок. Задача руководства цифровой трансформацией бизнеса заключается в том, чтобы активизировать предприятия, которые уже могут быть успешными, чтобы использовать весь потенциал информационных технологий во всей цепочке поставок»
PwC (2013)[400]	Цифровая транформация описывает фундаментальную **трансформацию** всего делового мира посредством **создания новых технологий**, основанных на Интернете, с фундаментальным воздействием на общество в целом.
Bouée and Schaible (2015)[401]	«Мы понимаем цифровую транфосрмацию как последовательное **объединение** всех секторов экономики и адаптацию игроков к новым реалиям цифровой экономики. Решения в сетевых системах включают обмен и анализ данных, расчет и оценку вариантов, а также инициирование действий и введение последствий»
World Bank Group[402]	Проявление качественных, революционных изменений, заключающихся не только в отдельных цифровых преобразованиях, но и в принципиальном изменении структуры экономики, в переносе центров создания добавленной стоимости в сферу выстраивания цифровых ресурсов и сквозных цифровых процессов
OECD, 2019b[403]	Использование данных и цифровых технологий для создания новых или изменения существующих видов деятельности; цифровая трансформация – совокупность экономических и социальных эффектов в результате цифровизации
ITU, 2018[404]	Применение инновационных разработок на основе информационных и телекоммуникационных технологий для решения различных задач
UNCTAD, 2019[405]	Направления радикального влияния цифровых продуктов и услуг на традиционные секторы экономики

[397] Martin A. Digital Literacy and the «Digital Society» // Digital Literacies: Concepts, Policies and Practices / ed. by C. Lankshear, M. Knobel. – New York : Peter Lang, 2008. – P. 151–176. – (New Literacies and Digital Epistemologies ; Vol. 30).

[398] Mazzone D. M. Digital or Death: Digital Transformation: The Only Choice for Business to Survive, Smash and Conquer. – Smashbox Consulting Inc., 2014. – 166 p. – ISBN 978-0-9939573-1-4.

[399] Bowersox D. J., Closs D. J., Drayer R. W. The Digital Transformation: Technology and Beyond // Supply Chain Management Review. – 2005. – Vol. 9, no. 1. – P. 22–29.

[400] PricewaterhouseCoopers. Digitale Transformation – der größte Wandel seit der industriellen Revolution. – Frankfurt am Main : PricewaterhouseCoopers, 2013.

[401] Bloching B., Leutiger P., Oltmanns T., Rossbach C., Schlick T., Remane G., Quick P., Shafranyuk O. Die digitale Transformation der Industrie: Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist. – München ; Berlin : Roland Berger Strategy Consultants ; Bundesverband der Deutschen Industrie, 2015. – 51 S. – URL: PDF Roland Berger / BDI (дата обращения: 21.09.2026).

[402] World Bank. The EAEU 2025 Digital Agenda: Prospects and Recommendations. – Washington, DC : World Bank, 2018. – URL: World Bank – The EAEU 2025 Digital Agenda (дата обращения: 29.07.2022).

[403] OECD. Vectors of Digital Transformation // OECD Digital Economy Papers. – Paris : OECD Publishing, 2019. – No. 273. – 38 p. – DOI: 10.1787/5ade2bba-en. – URL: OECD – Vectors of Digital Transformation (дата обращения: 15.03.2021).

[404] International Telecommunication Union. Accelerating Digital Transformation: Good Practices for Developing, Driving and Accelerating ICT Centric Innovation Ecosystems in Europe. – Geneva : ITU, 2018. – ISBN 978-92-61-26561-8. – URL: ITU – Accelerating Digital Transformation (дата обращения: 24.03.2021).

[405] UNCTAD. Digital Economy Report 2019: Value Creation and Capture: Implications for Developing Countries. – Geneva : United Nations, 2019. – UNCTAD/DER/2019. – URL: UNCTAD – Digital Economy Report 2019 (дата обращения: 24.03.2021).

Автор	Определение
European Commission, 2019a[406]	Значительные изменения во всех секторах экономики и общества в результате внедрения цифровых технологий во все аспекты человеческой жизни
ITU, 2019a[407]	Непрерывный процесс мультимодального внедрения цифровых технологий, которые коренным образом меняют процессы создания, планирования, проектирования, развертывания и эксплуатации сервисов государственного и частного сектора, делая их персонализированными, безбумажными, безналичными, устраняя требования физического присутствия, на основе консенсуса сторон
Jane Treadwell [408]	Проявление качественных, революционных изменений, заключающихся не только в отдельных цифровых преобразованиях, но и в принципиальном изменении структуры экономики, в переносе центров создания добавленной стоимости в сферу выстраивания цифровых ресурсов и сквозных цифровых процессов
Houlin Zhao [409]	Применение инновационных разработок на основе информационных и телекоммуникационных технологий для решения различных задач. Непрерывный процесс мультимодального внедрения цифровых технологий, которые коренным образом меняют процессы создания, планирования, проектирования, развертывания и эксплуатации сервисов государственного и частного сектора, делая их персонализированными, безбумажными, безналичными, устраняя требования физического присутствия, на основе консенсуса сторон
Ahmad N., van de Ven P. [[410]	Использование данных и цифровых технологий для создания новых или изменения существующих видов деятельности; цифровая трансформация - совокупность экономических и социальных эффектов в результате цифровизации
Antonio Gutierrez [411]	Направления радикального влияния цифровых продуктов и услуг на традиционные секторы экономики
Ursula Gertrud von der Leyen [412]	Значительные изменения во всех секторах экономики и общества в результате внедрения цифровых технологий во все аспекты человеческой жизни
Cheng Gong, Vincent Ribiere(2021) [413]	«Процесс фундаментальных изменений, осуществляемый с помощью цифровых технологий, который направлен на радикальное улучшение и внедрение инноваций в организации [например, в организации, бизнес-сети, отрасли или обществе] для создания ценности для ее участников путем стратегического использования ее ключевых ресурсов и возможностей»

[406] European Commission. Joint Research Centre. Digital Transformation in Transport, Construction, Energy, Government and Public Administration / ed. by P. Desruelle. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2019. – (EUR 29782 EN). – ISBN 978-92-76-08613-0. – DOI: 10.2760/689200. – URL: Publications Office of the EU (дата обращения: 24.03.2021).

[407] International Telecommunication Union. Digital Transformation and the Role of Enterprise Architecture. – Geneva : ITU, 2019. – 25 p. – URL: ITU – Digital Transformation and the Role of Enterprise Architecture (дата обращения: 24.03.2021).

[408] Всемирный банк. Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации : доклад о развитии цифровой экономики в России. – Вашингтон, округ Колумбия : Всемирный банк, 2018. – 144 с. – URL: Всемирный банк – Конкуренция в цифровую эпоху (дата обращения: 24.07.2022).

[409] International Telecommunication Union. Measuring the Information Society Report 2018. Vol. 1. – Geneva : International Telecommunication Union, 2018. – 201 p. – URL: ITU – Measuring the Information Society Report 2018 (дата обращения: 18.07.2022).

[410] OECD. Measuring the Digital Economy: Current Work and Future Challenges. – 2019. – ECE/CES/BUR/2019/OCT/19. – URL: UNECE – Measuring the Digital Economy: Current Work and Future Challenges (дата обращения: 25.07.2022)

[411] UNCTAD. World Investment Report 2019: Special Economic Zones. – Geneva : United Nations, 2019. – XIV, 221 p. – ISBN 978-92-1-112949-6. – eISBN 978-92-1-004158-4. – UNCTAD/WIR/2019. – URL: UNCTAD – World Investment Report 2019 (дата обращения: 20.07.2022).

[412] European Commission. Approval of the European Commission 2019–2024 // European Commission : [сайт]. – 2019. – URL: Approval of the European Commission 2019–2024 (дата обращения: 27.07.2022).

[413] Gong C., Ribiere V. Developing a Unified Definition of Digital Transformation // Technovation. – 2021. – Vol. 102. – Art. 102217. – DOI: 10.1016/j.technovation.2020.102217. – URL: https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217 (дата обращения: 21.09.2026).

Автор	Определение
Степанов И.М., Ковальчук Ю.А.(2019)[414]	Использование данных и цифровых технологий для создания новых или изменения существующих видов деятельности, то есть совокупность экономических и социальных эффектов в результате цифровизации
Молчанова С.М. (2021)[415]	Приводит к революционным изменениям в экономике, коренным образом меняет архитектуру бизнес-процессов, продукты, услуги и отношения
Зверев А.В., Мишина М.Ю., Новиков А.В.(2021)[416]	Создание цифрового правительства, разработки в сфере ИТ, развитие и внедрение цифровых технологий во все сферы экономики
Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д.,Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. (2017)[417]	Тип экономики, основанный на практическом использовании новых цифровых технологий сбора, хранения, обработки, передачи информации, заключенную в сложную систему социально-экономических и организационно-технических отношений, включающую множество элементов
Зозуля Д.М. [10][418]	Изменения операционного менеджмента, управления жизненным циклом изделия, организации производства, управления сбытом, стратегии предприятия, инвестиционной политики.
Дериземля В. Е., Тер-Григорьянц А. А. (2021)[419]	«Цифровая трансформация представляет собой в первую очередь **способ ведения бизнеса**, при котором задействуются информационные и цифровые технологии, а также готовность компаний к внутренним и внешним изменениям.»
Бийчук А.Н. (2017)[420]	«Цифровая трансфсормация – **это процесс** преобразования бизнеса, предполагающий **формирование** принципиально новых бизнес-моделей и бизнес-процессов, создание инновационных продуктов и услуг на базе комплекса передовых технологий»
Гарифуллин Б.М., Зябриков В.В. (2018)[421]	«Цифровая трансформация – это осознанный, инициированный руководством **процесс** кардинального **совершенствования** бизнес-процессов как во внутренней, так и во внешней среде фирмы на основе поиска и/или разработки, а также последующего внедрения и использования цифровых технологий»
Макаров И.Н., Широкова О.В., Арутюнян В.А., Путинцева Е.Э. (2019)[422]	«Цифровая трансформация – это **масштабное изменение** деловой стратегии и бизнес-процессов под влиянием цифровизации»

[414] Степнов, И. М. Цифровые платформы как новый экономический агент в открытой модели экономики / И. М. Степнов, Ю. А. Ковальчук // Друкеровский вестник. – 2019. – № 2(28). – С. 5-13. – DOI 10.17213/2312-6469-2019-2-5-13. – EDN MDGFTN.

[415] Молчанова, С. М. Разработка и внедрение стратегии цифровой трансформации в экономике РФ / С. М. Молчанова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2021. – № 2. – С. 31-36. – DOI 10.46418/2079-8210_2021_2_5. – EDN EVRPGT.

[416] Зверев, А. В. Цифровая трансформации экономики и финансовой системы России / А. В. Зверев, М. Ю. Мишина, А. В. Новиков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2021. – Т. 1, № 6(114). – С. 82-95. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2021.06.01.013. – EDN UQGGCZ.

[417] Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева, Д. Г. Костень, Ю. Н. Воробьев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 9-25. – DOI 10.18721/JE.10301. – EDN YTWGUN.

[418] Зозуля, Д. М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы / Д. М. Зозуля // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 1-14. – DOI 10.18334/vinec.8.1.38856. – EDN YWEKCG.

[419] Дериземля, В. Е. Методические положения оценки цифровой зрелости экономических систем / В. Е. Дериземля, А. А. Тер-Григорьянц // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2021. – Т. 29, № 1. – С. 39-55. – DOI 10.22363/2313-2329-2021-29-1-39-55. – EDN GBOUGT.

[420] Бийчук, А. Н. Цифровая трансформация бизнеса в современной экономике / А. Н. Бийчук // Экономическая среда. – 2017. – № 2(20). – С. 14-16. – EDN ZAGWMT.

[421] Гарифуллин, Б. М. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы / Б. М. Гарифуллин, В. В. Зябриков // Креативная экономика. – 2018. – Т. 12, № 9. – С. 1345-1358. – DOI 10.18334/ce.12.9.39332. – EDN VKHFUG.

[422] Цифровая трансформация разномасштабных предприятий, вовлеченных в реальный сектор российской экономики / И. Н. Макаров, О. В. Широкова, В. А. Арутюнян, Е. Э. Путинцева // Экономические отношения. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 313-326. – DOI 10.18334/eo.9.1.39966. – EDN EOYAFJ.

Автор	Определение
Зайченко И.М., Горшечникова П.Д., Левина А.И., Дубгорн А.С. (2020)[423]	«Цифровая трансформация бизнеса – это **переход** от традиционной системы управления предприятием на инновационную, на основе **внедрения** релевантных информационно-коммуникационных **технологий** в деятельность предприятия, направленных на преобразование бизнеса и/или его трансформацию в цифровую форму для получения и/или удержания конкурентных преимуществ в современном обществе»
Сурнина Н.М., Шишкина Е.А. (2020)[424]	Цифровая трансформация является **системным процессом** и требует взаимосогласованности проектов развития инфраструктуры на основе единых методологических положений и принципов, интеграции в информационное пространство, экосистему цифровых платформ.
НИУ ВШЭ (2021) [425]	«это качественные изменения в бизнес-процессах и моделях деятельности, прежде всего возникающие в рамках цифровых платформ, и значительные социально-экономические эффекты от их реализации» «… это не только внедрение цифровых технологий, но и преобразование множества горизонтальных и вертикальных бизнес-процессов, оптимизация операционных процедур, изменение устоявшихся моделей и форматов взаимодействия между участниками цепочек создания добавленной стоимости»
Минкомсвязи РФ (2018)[426]	Цифровая трансформация – глубокие и всесторонние изменения в производственных и социальных процессах, связанные с заменой аналоговых технических систем цифровыми и широкомасштабным применением цифровых технологий

Источник: составлено автором, на основе анализа литературных источников

[423] Цифровая трансформация бизнеса: подходы и определение / И. М. Зайченко, П. Д. Горшечникова, А. И. Левина, А. С. Дубгорн // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2020. – № 2. – С. 205-212. – DOI 10.17586/2310-1172-2020-13-2-205-212. – EDN DAKJGY.

[424] Сурнина, Н. М. Цифровизация как фактор обеспечения устойчивого развития пространственных инф раструктурных систем региона / Н. М. Сурнина, Е. А. Шишкина // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2020. – Т. 223, № 3. – С. 251-259. – DOI 10.38197/2072-2060-2020-223-3-251-259. – EDN NYXNAV.

[425] Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты : Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13-30 апреля 2021 / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская [и др.]. – Москва : Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2021. – 239 с. – ISBN 978-5-7598-2510-4. – EDN WPPBQJ.

[426] Об утверждении Разъяснений (методических рекомендаций) по разработке региональных проектов в рамках федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» : приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 01.08.2018 № 428 // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343571/ (дата обращения: 21.09.2026).

Приложение В

Обзор определений термина

«Цифровая трансформация промышленности»

Источник	Определение
Акбердина В.В. (2018)[427]	«Трансформация промышленного комплекса – это всегда дискретный процесс структурных изменений и институциональных преобразований. ЦТП – нелинейный процесс реструктуризации технологических цепочек предыдущих этапов»
Волков В.И., Голубев С.С., Щербаков А.Г. (2018)[428]	«использование современных технологий для кардинального повышения эффективности деятельности и конкурентоспособности предприятий путем реализации комплекса инноваций по управлению производством и ресурсами, созданию и включению в профильные среды новейших информационных и управленческих стандартов и моделей принятия решений»
Ананьин В.И. и др. (2018)[429]	«это процесс изменения организации: бизнес-процессов, организационных структур, управленческих практик»
Зверева А.О., Депутатова Е.Ю.(2019)[430]	«постоянный процесс преобразования всей экосистемы компании, включая сотрудников, клиентов, поставщиков и партнеров, опирающийся на передовые технологии ведения бизнеса, направленный либо на оптимизацию существующей бизнес-модели и процессов с целью получения дополнительных источников прибыли, либо на замену своей бизнес-модели на более совершенную»
Шендрикова О.О., Елфимова И.Ф. (2019)[431]	«переход промышленных предприятий на использование цифровых технологий и постепенный уход от использования традиционных информационных технологий»
Головенчик Г. Г., Ван Юань(2020) [432]	«интеграции всех производственных активов в цифровую киберфизическую экосистему, объединяющую институциональную среду и отраслевую цифровую инфраструктуру, связывающую отдельные промышленные предприятия в интеграционную цифровую систему с другими участниками цепочки создания добавленной стоимости промышленного продукта, способствуя при этом росту совокупной факторной производительности»
Акбердина В.В., Романова О.А.(2021)[433]	«процесс перехода промышленности из одного технологического уклада в другой посредством масштабного использования цифровых и ИКТ с целью повышения уровня ее эффективности и конкурентоспособности» «Цифровая трансформация промышленности (Индустрия 4.0) представляет возможности для роста бизнеса, а именно: благодаря горизонтальной сетевизации промышленные предприятия интегрируют ресурсы, делят риски и быстро адаптируются к изменениям на рынке, используя новые возможности»

[427] Акбердина, В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В. В. Акбердина // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 82-99. – DOI 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. – EDN XUEHAD.

[428] Волков, В. И. Цифровая трансформация как новый формат инновационно-технологической политики, реализуемой на предприятиях ОПК / В. И. Волков, С. С. Голубев, А. Г. Щербаков // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2018. – № 3. – С. 22-31. – EDN YABXTF.

[429] Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность / В. И. Ананьин, К. В. Зимин, М. И. Лугачев [и др.] // Бизнес-информатика. – 2018. – № 2(44). – С. 45-54. – EDN XSVDFZ.

[430] Зверева, А. О. Трансформация торговых услуг в цифровой экономике / А. О. Зверева, Е. Ю. Депутатова // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2019. – № 4(106). – С. 156-163. – DOI 10.21686/2413-2829-2019-4-156-163. – EDN ODUFGE.

[431] Шендрикова, О. О. Исследование процессов цифровизации промышленных предприятий / О. О. Шендрикова, И. Ф. Елфимова // Организатор производства. – 2019. – Т. 27, № 1. – С. 16-24. – DOI 10.25987/VSTU.2019.88.65.002. – EDN YZOMNN.

[432] Головенчик, Г. Г. Цифровая трансформация промышленности Китая: опыт для ЕАЭС / Г. Г. Головенчик, Ю. Ван. – Минск : Белорусский государственный университет, 2020. – 166 с. – ISBN 978-985-553-678-0. – EDN BUVFOD.

[433] Акбердина, В. В. Региональные аспекты индустриального развития: обзор подходов к формированию приоритетов и механизмов регулирования / В. В. Акбердина, О. А. Романова // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 714-736. – DOI 10.17059/ekon.reg.2021-3-1. – EDN MPMMTQ.

Источник	Определение
Мугутдинов Р.М. (2021)[434]	«постепенный качественный переход из группы традиционных предприятий в группу цифровых бизнес-субъектов на основе использования сквозных цифровых технологий (СЦТ)»
НИУ ВШЭ (2021)[435]	«…внедрение технологий компьютерного и суперкомпьютерного моделирования и «умных» цифровых моделей (цифровых двойников), создаваемых с учетом целевых характеристик продуктов, с одной стороны, и ресурсных ограничений – с другой, с последующим проведением виртуальных испытаний, оптимизацией и даже виртуальной сертификацией» «ведет к созданию гибкого и высокоэффективного распределенного сетевого производства на основе цифровых платформ, объединяющих всех участников цепочки создания стоимости в единую экосистему»
Yasser Omar Abdallah, Essam Shehab, Ahmed Al-Ashaab (2021)[436]	«это ориентированный на клиента механизм, который позволяет постоянно повышать производительность производственных процессов с использованием передовых цифровых технологий, таких как облачные вычисления, Интернет вещей, аналитика больших данных, цифровой двойник, искусственный интеллект, во всех аспектах деятельности организации»
Fremont, V (2021)[437]	«сложный процесс изменений, происходящий в промышленных сетях»
Лавренко Е.В., Мечикова М.Н.(2022) [438]	«Цифровизация промышленности … представляет собой трансформацию всего предприятия в цифровое, представляя собой глобальный процесс, включающий в себя обновление не только всех производственных этапов, но также всех сопутствующих видов деятельности компании»
Мугутдинов Р.М., Горовой А.А. (2022)[439]	«это субъективный процесс, который реализуется в первую очередь внутри самого хозяйствующего субъекта, исходя из его бизнес-интересов, стратегических ориентиров и уровня использования имеющегося инновационного потенциала»
Концепция создания условия для цифровой трансформации промышленного сотрудничества в рамках Евразийского экономического союза и цифровой трансформации промышленности государств – членов Союза [440]	«процесс, отражающий переход промышленного сектора из одного технологического уклада в другой посредством широкомасштабного использования цифровых и информационно-коммуникационных технологий с целью повышения уровня его эффективности и конкурентоспособности»

[434] Мугутдинов, Р. М. Цифровое предприятие как инновационный субъект бизнеса в условиях цифровых преобразований экономики / Р. М. Мугутдинов // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47(6). – С. 267-271. – DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-267-271. – EDN NWXKBX.

[435] Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты : Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13-30 апреля 2021 / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская [и др.]. – Москва : Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2021. – 239 с. – ISBN 978-5-7598-2510-4. – EDN WPPBQJ.

[436] Abdallah, Ya. O. Understanding digital transformation in the manufacturing industry: a systematic literature review and future trends / Ya. O. Abdallah, E. Shehab, A. Al-Ashaab // Product Management & Development. – 2021. – Vol. 19, No. 1. – P. e20200021. – DOI 10.4322/pmd.2021.001. – EDN RIFOWE.

[437] Fremont V. The Digital Transformation of the Manufacturing Industry: Metamorphic Changes and Value Creation in the Industrial Network. – Uppsala : Acta Universitatis Upsaliensis, 2021. – 124 p. – (Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology ; 2058). – ISBN 978-91-513-1258-3. – ISSN 1651-6214. – URL: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1584539/FULLTEXT02.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

[438] Лавренко, Е. В. Цифровая трансформация промышленности: российский и зарубежный опыт / Е. В. Лавренко, М. Н. Мечикова // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2022. – Т. 11, № 1. – С. 47-52. – DOI 10.24412/2225-8264-2022-1-46-51. – EDN AKDLKM.

[439] Мугутдинов, Р. М. Особенности цифровой трансформации в промышленности / Р. М. Мугутдинов, А. А. Горовой // Вестник Академии знаний. – 2022. – № 48(1). – С. 216-225. – DOI 10.24412/2304-6139-2022-48-1-216-226. – EDN VDAAQS.

[440] О Концепции создания условий для цифровой трансформации промышленного сотрудничества в рамках Евразийского экономического союза и цифровой трансформации промышленности государств – членов

Источник	Определение
Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий[441]	«это цифровизация бизнес-модели: трансформация модели взаимодействия с клиентом, переход от традиционных продаж к модели «умного» продукта, дополненного цифровым сервисом для клиента» « … это операционная цифровизация: внедрение цифровых инструментов для повышения эффективности предприятия, в рамках существующей бизнес-модели»
Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием[442]	«процесс, отражающий переход отрасли из одного технологического уклада в другой посредством широкомасштабного использования цифровых и информационно-коммуникационных технологий с целью повышения уровня ее эффективности и конкурентоспособности»
Deloitte [443]	«… чтобы извлечь выгоду из перехода к Индустрии 4.0 и эффективно создавать и монетизировать решения IIoT, предприятия должны внедрять новые цифровые технологии и возможности в свои устаревшие активы. Мы называем это цифровой промышленной трансформацией».
Digital transformation in manufacturing: entering a new era[444]	«интеграцию цифровых технологий, процессов и данных по всей цепочке создания стоимости производства с целью: оптимизировать бизнес-операции, повысить эффективность, повысьте удовлетворенность клиентов»
Digital transformation in manufacturing445	«предполагает внедрение инновационных технологий для улучшения производственных процессов, стимулирования роста и сохранения конкурентоспособности на рынке»
A Guide to Digital Transformation in Manufacturing446	«это применение технологий для максимизации доходов, снижения затрат, улучшения качества и повышения гибкости. Варианты использования варьируются от оптимизации активов до производительности труда и ускорения индустриализации»
Digital Transformation in Manufacturing447	«цифровая трансформация в производстве – это когда организация начинает внедрять новые цифровые технологии для улучшения всех аспектов производственного процесса. Это может быть оптовый подход или поэтапная реализация, где основными драйверами являются программные приложения и цифровизация»
Why digital transformation in manufacturing	«внедрение новых технологий в традиционные производственные процессы на каждом этапе операций»

Союза : рекомендация Совета Евразийской экономической комиссии от 05.12.2018 № 1. – URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/63e/Rekom-soveta-1-cifra.pdf (дата обращения: 21.09.2026)

[441] Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий / Autodesk, Solver, Центр компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии», Московская школа управления «Сколково». – 2019. – URL: https://assets.fea.ru/uploads/nticenter/112019/Rukovodstvo_po_cifrovizacii_proizvodstvennyh_predpriyatij.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

[442]Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием : одобрены на заседании президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности 06.11.2020. – М. : Минцифры России, 2020. – URL: Минцифры России – Методические рекомендации (дата обращения: 21.09.2026).

[443] Kwan A., Kawamura J., Schroeck M., Sharma D., Stefanita C. Digital Industrial Transformation: Reinventing to Win in Industry 4.0 // Deloitte Insights : [сайт]. – 2019. – 17 June. – URL: Deloitte – Digital Industrial Transformation (дата обращения: 21.09.2026).

[444] Humphreys J. Digital Transformation in Manufacturing: Entering a New Era // Katana : [сайт]. – 2024. – 9 May. – URL: Katana – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

[445] Evolved Metrics. Digital Transformation in Manufacturing: Boosting Efficiency and Competitiveness // Evolved Metrics : [сайт]. – [б. г.]. – URL: Evolved Metrics – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

[446] White N. A Guide to Digital Transformation in Manufacturing // PTC : [сайт]. – 2024. – 16 Feb. – URL: PTC – A Guide to Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

[447] Olmstead L. Digital Transformation in Manufacturing (+9 Examples) // Whatfix : [сайт]. – 2022. – 4 Aug. – Обновлено: 12.01.2026. – URL: Whatfix – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).

Источник	Определение
is essential for a future advantage448	
DIGITAL TRANSFORMATION449	«цифровая трансформация в производстве подразумевает использование цифровых технологий для улучшения и преобразования производственных процессов, управления цепочками поставок и общей работы производственного бизнеса. Цифровая трансформация предполагает интеграцию цифровых технологий, таких как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ) и анализ больших данных, в производственный процесс для повышения эффективности, производительности и сокращения затрат»

Источник: составлено автором, на основе анализа литературных источников

[448] TIBCO. Why Digital Transformation in Manufacturing Is Essential for a Future Advantage // TIBCO : [сайт]. – [б. г.]. – URL: TIBCO – Digital Transformation in Manufacturing (дата обращения: 21.09.2026).
[449] Plant Engineering. Digital Transformation // Plant Engineering : [сайт]. – [б. г.]. – URL: Plant Engineering – Digital Transformation (дата обращения: 21.09.2026).

Приложение Г

Обзор определений термина «Цифровая платформа»

Источник	Определение
Гелисханов И.З., Юдина Т.Н., Бабкин А.В. (2018)[450]	«…это гибридные структуры, ориентированные на создание ценности путем обеспечения прямого взаимодействия и осуществления трансакций между несколькими группами сторонних пользователей…»
Ниязова Ю.М., Гарин А.В., Злыднев М.И.(2021)[451]	«это информационно-экономическая структура, обеспечивающая организацию алгоритмизированного эффективного взаимодействия ее участников, предоставляющих свою информационную инфраструктуру»
Дмитриева Н.Е., Жулин А.Б., Плаксин С.М., Синятуллина Л.Х., Стырин Е.М. (2019)[452]	« … под цифровыми платформами понимаются гибридные структуры (гибриды рынков, фирм, сообществ и технологических систем), ориентированные на создание ценности путем обеспечения прямого взаимодействия и осуществления трансакций между несколькими группами сторонних пользователей»
Стырин Е.М., Дмитриева Н.Е., Синятуллина Л.Х. (2019)[453]	«Цифровая платформа – это цифровая форма организации взаимодействия между поставщиками и потребителями с целью минимизации трансакционных издержек при поиске партнеров, товаров, услуг, организации платежей, заключении контрактов, контроле исполнения договоренностей, оценке репутации отраслевых участников и т.д.» «Цифровая платформа – это система формальных и неформальных правил и алгоритмов сетевого взаимодействия пользователей (потребителей), функционирующая на основе открытых и масштабируемых архитектурных стандартов программно-аппаратного обеспечения, необходимого для хранения, анализа и передачи цифровых данных об участниках взаимодействия»
Бабкин А., Куратова А. (2018)[454]	«Цифровые платформы представляют собой гибридные структуры, ориентированные на формирование взаимовыгодных взаимоотношений значительного количества независимых экономических агентов, осуществляемых в едином информационном пространстве и направленных на создание ценности путем обеспечения прямого взаимодействия и осуществления трансакций между несколькими группами сторонних пользователей»
Осипов Ю.М., Юдина Т.Н., Гелисханов И.З. (2018)[455]	«В терминах институциональной экономики предложено рассматривать цифровые платформы как посреднический институт нового поколения. Они могут связывать потребности с ресурсами (поставщиков продуктов, услуг с потребителями и т.п.) посредством различных форматов взаимодействия: «людей-с-людьми» (people-to-people), «людей-с-машинами» (people-to-machines), «машин-с-машинами»

[450] Гелисханов, И. З. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития / И. З. Гелисханов, Т. Н. Юдина, А. В. Бабкин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2018. – Т. 11, № 6. – С. 22-36. – DOI 10.18721/JE.11602. – EDN YUKCIH.

[451] Ниязова, Ю. М. Цифровая платформа как информационно- экономическая структура / Ю. М. Ниязова, А. В. Гарин, М. И. Злыднев // Компетентность. – 2021. – № 1. – С. 31-36. – EDN TCYFDL.

[452] Стырин, Е. М. Государственные цифровые платформы: ключевые особенности и основные сценарии развития : докл. к XXII Апр. междунар. научн. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Е. М. Стырин, Н. Е. Дмитриева. – Москва : Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2021. – 32 с. – ISBN 978-5-7598-2516-6. – DOI 10.17323/978-5-7598-2516-6. – EDN QEBHFJ.

[453] Стырин, Е. М. Государственные цифровые платформы: от концепта к реализации / Е. М. Стырин, Н. Е. Дмитриева, Л. Х. Синятуллина // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2019. – № 4. – С. 31-60. – EDN IMBSRY.

[454] Бабкин, А. В. Классификация и характеристика цифровых / А. В. Бабкин, А. Куратова // Вектор экономики. – 2018. – № 12(30). – С. 82. – EDN YTBYJN.

[455] Осипов, Ю. М. Цифровая платформа как институт эпохи технологического прорыва / Ю. М. Осипов, Т. Н. Юдина, И. З. Гелисханов // Экономические стратегии. – 2018. – Т. 20, № 5(155). – С. 22-29. – EDN VBLABK.

Источник	Определение
	(machines-to-machines). В понятие цифровой платформы входит как сама технологическая конструкция, так и платформенные бизнес-модель и экосистема»
Кузнецова С.А., Маркова В.Д. (2018)[456]	«Цифровая платформа – это модель использования продуктов, услуг или решений на основе комплексного набора компонентов, которая позволяет расширять существующие рынки и создавать новые, а также приносит пользователям гораздо больше преимуществ, чем простая сумма составных частей. Такая платформа, как правило, облегчает коммуникации между клиентами и поставщиками»
Тюрин В. (2017)[457]	«Цифровая платформа – совокупность цифровых данных, моделей (логики) и инструментов (методов, средств), информационно и технологически интегрированных в единую автоматизированную функциональную систему, предназначенную для квалифицированного управления целевой предметной областью с организацией взаимодействия заинтересованных субъектов»
Трачук А.В., Линдер Н.В. (2023) [458]	«…(ЦП это) эволюционная форма рынков, где обеспечивается взаимодействие продавца и покупателя, а также достигаются такие выгоды, как снижение операционных затрат, повышение осведомленности потребителей о существующей продукции, повышение интенсивности торговли»
Ceccagnoli et al., (2018)[459]	«…(ЦП это) набор компонентов, общих для всего семейства продуктов, функциональность которых может быть расширена приложениями»
Spagnoletti et al., (2015)[460]	«…(ЦП это) строительный блок, который выполняет важную функцию для технологической системы и служит основой для разработки дополнительных продуктов, технологий или услуг»
Koh T.K., Fichman M. (2014)[461]	«…(ЦП это) многосторонние сети, которые облегчают взаимодействие между различными, но взаимозависимыми группами пользователей, такими как покупатели и поставщики»
Tan B., Pan S.L., Lu X. (eds.) (2015)[462]	«…(ЦП это) коммерческая сеть поставщиков, производителей, посредников, клиентов и производителей дополнительных продуктов и услуг, называемых комплементариями, которые объединяются посредством формального контракта и/или взаимозависимости»
Pagani M. (2013)[463]	«…(ЦП это) многосторонняя платформа существует везде, где компания объединяет две или более различных групп клиентов (сторон), которые так или иначе нуждаются друг в друге, и где компания создает инфраструктуру (плат- форму), которая создает ценность за

[456] Кузнецова, С. А. Проблемы формирования бизнес-экосистемы на основе цифровой платформы: на примере платформы компании 1С / С. А. Кузнецова, В. Д. Маркова // Инновации. – 2018. – № 2(232). – С. 55-60. – EDN YRUNLG.

[457] Тюрин В. Семь факторов развития цифровых платформ // IT Week : [сайт]. – 2017. – 2 июня. – URL: IT Week, «Семь факторов развития цифровых платформ» (дата обращения: 22.09.2026).

[458] Трачук, А. В. Внедрение цифровых платформ промышленными компаниями как источник конкурентных преимуществ / А. В. Трачук, Н. В. Линдер // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2023. – Т. 14, № 1. – С. 18-32. – DOI 10.17747/2618-947X-2023-1-18-32. – EDN RXZNWX.

[459] Ceccagnoli M., Rothaermel F. T. Appropriating the Returns from Innovation // Technological Innovation: Generating Economic Results / ed. by G. D. Libecap, M. C. Thursby. – Amsterdam : Elsevier, 2008. – Vol. 18. – P. 11–34. – (Advances in the Study of Entrepreneurship, Innovation and Economic Growth). – DOI: 10.1016/S1048-4736(07)00001-X.

[460] Spagnoletti P., Resca A., Lee G. A Design Theory for Digital Platforms Supporting Online Communities: A Multiple Case Study // Journal of Information Technology. – 2015. – Vol. 30, no. 4. – P. 364–380. – DOI: 10.1057/jit.2014.37.

[461] Koh T. K., Fichman M. Multihoming Users' Preferences for Two-Sided Exchange Networks // MIS Quarterly. – 2014. – Vol. 38, no. 4. – P. 977–996. – DOI: 10.25300/MISQ/2014/38.4.02.

[462] Tan B., Pan S. L., Lu X., Huang L. The Role of IS Capabilities in the Development of Multi-Sided Platforms: The Digital Ecosystem Strategy of Alibaba.com // Journal of the Association for Information Systems. – 2015. – Vol. 16, no. 4. – P. 248–280. – DOI: 10.17705/1jais.00393.

[463] Pagani M. Digital Business Strategy and Value Creation: Framing the Dynamic Cycle of Control Points // MIS Quarterly. – 2013. – Vol. 37, no. 2. – P. 617–632. – DOI: 10.25300/MISQ/2013/37.2.13.

Источник	Определение
	счет сокращения издержек на поиск, распределение и осуществление транзакций друг с другом»
Ye G., Priem R.L., Alshwer A.A. (2012)[464]	«…(ЦП это) ценность, созданная путем облегчения взаимодействия между двумя или более взаимозависимыми группами клиентов»
Tiwana A. (2014). [465];	«…(ЦП это) расширяемая кодовая база программной системы, которая обеспечивает основные функциональные возможности, совместно используемые модули, которые взаимодействуют с ним и интерфейсами, через которые они взаимодействуют»
Hagiu A., Wright J. (2011)[466]	«организация, создающая прибыль, в первую очередь за счет обеспечения прямого взаимодействия двух или нескольких различных типов аффинированных групп участников»
Срничек Н. [467]	«это новый тип фирмы, обеспечивающий инфраструктуру, выступающую посредником между различными группами пользователей, тяготеющие к монопольным форматам за счет сетевых эффектов, использующие перекрестное субсидирование ради вовлечения различных групп пользователей и опирающиеся на некоторую базовую архитектуру»
De Reuver et al., 2018[468]	«…(ЦП это) модульные архитектуры, которые включают в себя основные и сменные модули и соответствующее управление»
Muegge S. [469]	«Цифровая платформа – это совокупность частично или полностью открытых базовых технологий и дополнительных активов, которые могут быть использованы компаниями и частными лицами для разработки дополняющих технологий, продуктов и сервисов. Это целостная структура, состоящая из множества важных компонентов и общих правил, в том числе и стандартов функционирования платформы»
Moazed A., Johnson N. [470]	«Цифровая платформа – это ускоритель обмена ценностью между двумя и более группами пользователей, потребителей и производителей. Она обеспечивает контроль и оценку результата, а в случае спора между поставщиком и потребителем может даже выступить первичным арбитром»
Millard J. [471]	«Цифровая платформа – это открытая среда и экосистема с понятным набором смоделированных правил, вспомогательных руководств для пользователей, ресурсов и службы поддержки, которые стимулируют сотрудничество представителей всех референтных групп для создания не только общественной ценности, но и ценности для каждого участника в отдельности так, как он ее понимает»

[464] Ye G., Priem R. L., Alshwer A. A. Achieving Demand-Side Synergy from Strategic Diversification: How Combining Mundane Assets Can Leverage Consumer Utilities // Organization Science. – 2012. – Vol. 23, no. 1. – P. 207–224. – DOI: 10.1287/orsc.1100.0627.

[465] Tiwana A. Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy. – Waltham, MA : Morgan Kaufmann, 2014. – XIX, 302 p. – ISBN 978-0-12-408066-9. – DOI: 10.1016/C2012-0-06625-2.

[466] Hagiu A., Wright J. Multi-Sided Platforms. – Cambridge, MA : Harvard Business School, 2011. – 37 p. – (Harvard Business School Working Paper ; No. 12-024).

[467] Срничек Н. Капитализм платформ / пер. с англ. и науч. ред. М. Добряковой ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 128 с. – (Экономическая теория). – ISBN 978-5-7598-1786-4.

[468] De Reuver M., Sørensen C., Basole R. C. The Digital Platform: A Research Agenda // Journal of Information Technology. – 2018. – Vol. 33, no. 2. – P. 124–135. – DOI: 10.1057/s41265-016-0033-3. – URL: https://doi.org/10.1057/s41265-016-0033-3 (дата обращения: 22.09.2026).

[469] Muegge S. Platforms, Communities, and Business Ecosystems: Lessons Learned about Technology Entrepreneurship in an Interconnected World // Technology Innovation Management Review. – 2013. – Vol. 3, no. 2. – P. 5–15. – DOI: 10.22215/timreview/655. – URL: https://timreview.ca/article/655 (дата обращения: 22.09.2026).

[470] Moazed A., Johnson N. L. Modern Monopolies: What It Takes to Dominate the 21st Century Economy. – New York : St. Martin’s Press, 2016. – 272 p. – ISBN 978-1-250-09189-5.

[471] Millard J. Open Governance Systems: Doing More with More // Government Information Quarterly. – 2018. – Vol. 35, no. 4, suppl. – P. S77–S87. – DOI: 10.1016/j.giq.2015.08.003. – URL: https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.08.003 (дата обращения: 22.09.2026).

Источник	Определение
https://hsbi.hse.ru/articles/tsifrovye-platformy/	«Цифровые платформы - это программные среды, в которых аппаратные средства интегрируются с прикладными решениями, повышающими эффективность всех сфер жизни общества»
Концепция общего регулирования деятельности групп компаний, развивающих различные цифровые сервисы на базе одной «Экосистемы», май, 2021[472]	«…(ЦП это) бизнес-модель, позволяющая потребителям и поставщикам связываться онлайн для обмена продуктами, услугами и информацией (цифровыми сервисами), включая предоставление продуктов/услуг/информации собственного производства»
Платформенная экономика в России: потенциал развития: аналитический доклад[473]	«…(ЦП это) основанная на совокупности технологий, продуктов и услуг информационная система, обеспечивающая взаимодействие в единой интернет-среде по заданным алгоритмам значимого числа участников, которое приводит к снижению трансакционных издержек и формированию добавленной стоимости для пользователей»
Цифровые платформы подходы к определению и типизации[474]	«…(ЦП это) система алгоритмизированных взаимовыгодных взаимоотношений значимого количества независимых участников отрасли экономики (или сферы деятельности), осуществляемых в единой информационной среде, приводящая к снижению транзакционных издержек за счет применения пакета цифровых технологий работы с данными и изменения системы разделения труда»
Five Ways to Win with Digital Platforms[475]	«Цифровые платформы объединяют обширные сообщества клиентов и партнеров, включая разработчиков. Они создают рынки огромного масштаба и эффективности. И они обеспечивают новые уровни сотрудничества между компаниями из разных секторов промышленности, что может привести к разработке совершенно новых продуктов и услуг»
Accenture[476]	«группа технологий, которые используются в качестве основы, обеспечивающей создание конкретизированной и специализированной системы цифрового взаимодействия»
Three Approaches for Winning the Platform Competition[477]	«…(ЦП это) фирмы, которые облегчают транзакции и управляют взаимодействиями между двумя или более различными группами пользователей, которые связаны через непрямую сеть»
ГОСТ Р 70486-2022 Едина технология «Цифровой социальный юрист»[478]	«единая цифровая платформа в социальной сфере – совокупность взаимосвязанных цифровых систем, подсистем, сервисов и средств, созданных с использованием единой цифровой платформы РФ «ГосТех» и предназначенных для обеспечения эффективного взаимодействия государства, граждан и бизнеса в рамках автоматизации деятельности Министерства труда и социальной защиты Российской

[472] Концепция общего регулирования деятельности групп компаний, развивающих различные цифровые сервисы на базе одной «экосистемы». – М. : Министерство экономического развития Российской Федерации, 2021. – 20 с. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/cb29a7d08290120645a871be41599850/koncepciya_21052021.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

[473] Платформенная экономика в России: потенциал развития : аналитический доклад / Г. И. Абдрахманова, Л. М. Гохберг, А. В. Демьянова [и др.] ; под ред. Л. М. Гохберга, Б. М. Глазкова, П. Б. Рудника, Г. И. Абдрахмановой ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», ПАО «Ростелеком». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2023. – 72 с. – ISBN 978-5-7598-3001-6. – DOI: 10.17323/978-5-7598-3001-6.

[474] Цифровые платформы: подходы к определению и типизации / ПАО «Ростелеком». – 2018. – 5 с. – URL: https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

[475] Morvan L., Hintermann F., Vazirani M. Five Ways to Win with Digital Platforms. – Accenture ; G20 Young Entrepreneurs' Alliance, 2016. – 34 p. – URL: https://citizen-entrepreneurs.com/wp-content/uploads/2020/11/Accenture_Long-Report_Digital-version.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

[476] Moore R., Seedat Y., Chen J. Y.-J. South Africa: Winning with Digital Platforms. – Accenture ; Gordon Institute of Business Science, University of Pretoria, 2018. – URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-80/Accenture-Winning-Digital-Platforms.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

[477] Li F. Three Approaches for Winning the Platform Competition // California Management Review : [сайт]. – 2024. – 1 Jan. – URL: https://cmr.berkeley.edu/2024/01/three-approaches-for-winning-the-platform-competition/ (дата обращения: 22.09.2026)

[478] ГОСТ Р 70486–2022. Единая технология «Цифровой социальный юрист» : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.11.2022 № 1360-ст : введен впервые : дата введения 2023-01-01. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – Издание официальное.

Источник	Определение
	Федерации, ПФ РФ, ФСС РФ и федеральных учреждений медико-социальной экспертизы, посредством расширения состава цифровых сервисов для граждан и организаций, обеспечения надежной и безопасной, современной информационно-технической инфраструктуры в целях повышения адресности, эффективности, оперативности и обеспечения проактивности предоставления услуг и снижения издержек на их предоставление при решении задач социальной поддержки населения»
The Digital Economy Report: Pacific Edition 2022[479]	«…(ЦП это) обеспечение взаимодействия между производителями и потребителями, создающего ценность, обеспечение инфраструктуры участия для этих взаимодействий»
Закон о цифровой республике[480] (Франция). LOI n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique Art. L. 111-7-I	«Цифровая платформа – это любое физическое или юридическое лицо, предлагающее на профессиональной основе, в том числе бесплатно, общедоступные коммуникационные услуги, которые основаны: 1) на ранжировании или сборе и обработке информации о контенте, товарах и услугах, которые предлагаются третьими лицами, с использованием компьютерных алгоритмов; 2) на предоставляемой нескольким сторонам возможности взаимодействовать друг с другом для продажи товаров, предоставления услуг или для обмена, либо для совместного использования контента, товаров или услуг»

Источник: составлено автором на основе обзора литературы

[479] UNCTAD. Digital Economy Report: Pacific Edition 2022: Towards Value Creation and Inclusiveness. – Geneva : United Nations, 2023. – UNCTAD/DTL/ECDE/2022/4. – URL: https://unctad.org/system/files/official-document/dtlecdc2022d4_en.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

[480] France. LOI n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique // Journal officiel de la République française. – 2016. – 8 oct. – No. 0235. – Texte no. 1. – URL: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000033202746 (дата обращения: 22.09.2026).

Приложение Д

Классификация цифровых платформ по виду предоставляемой ценности

№ п/п	Классификация платформ	Вид предоставляемой ценности	Примеры
1	Государственные	Предоставление государственных услуг в режиме единого окна	Gosuslugi.ru, data.gov.ru, ИАС Рынок «труда», ИАС «Корпоративная система информационно-аналитического обеспечения органов государственной власти», «Электронный бюджет», Информационно-правовая система «Законодательство России»
2	Социальные	Предоставление возможности находить партнеров для общения, выстраивания социальных взаимосвязей	OkCupid, LinkedIn*, Facebook, Twitter, WeChat, Skype, MySpace, Instagram и WhatsApp, Snapchat, Tencent QQ, Dialog
3	Торговые (услуги)	Предоставление возможности найти исполнителя тех или иных услуг	Airbnb, Craigslist, Fiverr*, «Сбербанк Телеком», «Фудплекс»
4	Торговые (товары)	Предоставление возможности поиска товаров	Threadless, Amazon Marketplace, Alibaba, eBay, «Яндекс.Маркет», Авито, Юла, Циан
5	Образовательные	Предоставление возможности получения знаний в различных сферах образования	Minerva, TopCoder, Salesforce, Microsoft Xbox*, Duolingo, MOOC, Skillshare, Udemy, Coursera, adX, Khan Academy, Интуит, OptnDo
6	Здравоохранение	Поиск медицинской помощи, где бы вы ни были	Medicast, HealthKit, Fitbit, Jawbone и MyFitnessPal, DocDoc
7	Информационные (Консультационные)	Предоставления возможности поиска информации и оперативных данных по какому-либо интересующему вопросу	Clarity, Thompson Reuters), Cleversite, Frell, Jivosite, LiveTex, OnlineSeller, RedHelper, StreamWood, Wikipedia
8	Каундфандинговые	Предоставление возможности поиска инвесторов для выполнения проекта, сбор денежных средств на благотворительность, некоммерческую деятельность, экологическую безопасность	Kickstarter, Indiegogo, Crowdfunder.com, Rockethub, Crowdrise, Somolend, Appbackr, AngelList, Invested.in, Quirky, Boomstarter, Kroogi, Planeta.ru, Appsfunder, Яндекс.Деньги*
9	Почтовые сервисы	Предоставление возможности формальной передачи данных в виде электронных сообщений	Яндекс.почта, Gmail, Mail.ru, Dropmail, Crazymailing, Mohmal, Minuteinbox, Hotmail (Outlook), Yahoo! Mail, Runbox
10	Облачные сервисы	Предоставление возможности по хранению, аккумулированию и обработке имеющихся баз данных	SberCloud, pCloud, MEGA, MediaFire, Box, Облако Mail.Ru, Яндекс.Диск, iCloud, Dropbox, OneDrive, Google Диск
11	Платежные/финансовые	Предоставления возможностей осуществления финансовых транзакций, займов, страхования	PayPal, Square, MasterCard, ShopThis!, Mint, Яндекс.Деньги
12	Кредитные платформы	Возможности выискивать схемы кредитования, используя сокровищницы цифровых данных, которые они собирают.	Zopa, Lending Club, AngelList, Fingooroo, Вдолг
13	«Биржы труда»	Предоставление возможности поиска работы или исполнителей	LinkedIn*, hh, Upwork, Зарплата.ру,YouDo, Freelancer
14	Логистика и перевозки	Доставка продуктов, грузоперевозки, экономические функции, благодаря которым люди и вещи	FedEx, Munchery, Go-Jek,

№ п/п	Классификация платформ	Вид предоставляемой ценности	Примеры
		эффективно перемещаются с места на место	
15	Картографические	Предоставление возможности отражения местоположения на местности, поиск различных объектов на местности	Google Maps, Apple Maps, Яндекс.карты,
16	Производственные (промышленные)	Предоставление возможности оцифровки процессов производства, создания цифрового двойника	SAP, 1С, Отчет.ру, ОФД, Поставки, Призма, Пульс, Реестро, Диадок, Взаиморасчеты, Баухгалтерия, Алкосверка, Закупки
17	Энергетика*	Платформа, которая обеспечивает широкомасштабный сбор, распределение и передачу свободной электроэнергии.	Нет аналогов*
18	АПК	Рынок сельскохозяйственных продуктов: планирование будущей потребности в продуктах агропромышленного комплекса и распределение имеющихся ресурсов под выполнение полученного «заказа»	Fasal
19	Инфраструктурные технологии	Эти платформы предоставляют разработчикам набор инструментов и сред для создания программных приложений	Cisco AXP, Apple iOS, Google Android, Microsoft, Intel, Java, .NET и Ruby on Rails, iOS и Android
20	Интернет вещей	Предоставляют возможность взаимосвязи датчиков с приборов, установленных внутри домашней экосистемы и их взаимодействия между собой	GE Industrial Internet, Nest, AWS IoT, Microsoft Azure IoT и Google Cloud IoT
21	Развлекательные/сми/новости	Предоставляю возможность получения оперативной информации, касающейся новостной повестки дня, получение развлекательного контента	Netflix, PlayStation, Xbox, Nintendo (Wii), YouTube, Rutube, ivi.ru, Divan.tv, Megogo.net, TVZavr, AYYO, Tvigle, Zoomby, Now.Ru, «Амедиатека», iTunes, BBC TV, Vimeo OnDemand, Disney+, Amazon Prime Video, HBO Max, Hulu и Peacock
22	Поисковые системы	Предоставляют возможность поиска информации, объектов, приложений, платформ; навигаторы внутри сети Интернет	Google, Яндекс, Рамблер, Майл.ру, Baidu, Bing, DuckDuckGo, Boardreader, Dogpile, Creative Commons Search, Giphy, Quora, Vimeo, WolframAlpha, StartPage, Ask.com, SlideShare
23	Операционные системы	Эти платформы предоставляют программную инфраструктуру, которая позволяет запускать программные приложения на различных устройствах, таких как компьютеры, смартфоны и планшеты	Windows, macOS и Linux
24	Облачные платформы	Эти платформы предоставляют разработчикам виртуализированную инфраструктуру и набор инструментов для создания и запуска программных приложений на удаленных серверах, часто называемых облаком	Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure и Google Cloud Platform (GCP)
25	Веб-платформы	Эти платформы предоставляют разработчикам программную инфраструктуру и инструменты для создания и запуска программных веб-приложений	WordPress, Ruby on Rails и AngularJS.

№ п/п	Классификация платформ	Вид предоставляемой ценности	Примеры
26	Платформы баз данных	Эти платформы предоставляют программную инфраструктуру и инструменты для управления данными и их хранения	MySQL, MongoDB и SQL Server
27	Аналитические платформы	Эти платформы предоставляют программную инфраструктуру и инструменты для анализа и визуализации данных	Google Analytics, Adobe Analytics и Tableau
28	Платформы интеграции	Эти платформы предоставляют программную инфраструктуру и инструменты для интеграции различных программных систем и приложений	MuleSoft, Dell Boomi и Zapier

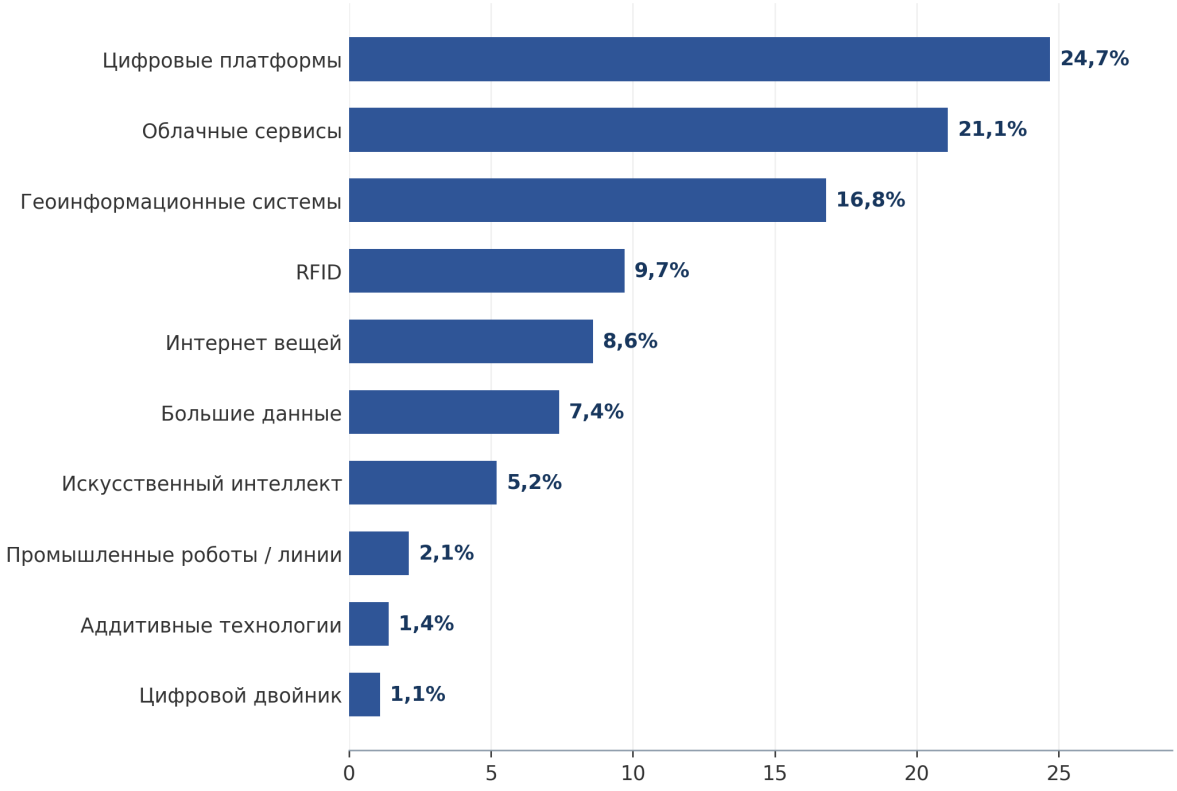
Приложение Е

Тренды и нормативно-правовое регулирование цифровой трансформации промышленности Российской Федерации

Тренды цифровой трансформации промышленности

К 2025 г. цифровая трансформация российской промышленности вышла за рамки локальной автоматизации отдельных операций. Ее основными драйверами стали дефицит кадров, необходимость повышения производительности труда, технологическая независимость, устойчивость производственных цепочек и переход к управлению на основе данных. При этом санкционные ограничения усилили требования к совместимости отечественного программного обеспечения, сохранности накопленных данных и контролю над критически важной информационной инфраструктурой. В результате цифровая трансформация все в большей степени рассматривается как одновременная модернизация технологий, архитектуры данных, бизнес-процессов и компетенций персонала.

Для корректной интерпретации статистики важно учитывать границы наблюдения. Наиболее оперативные итоги за 2025 г. характеризуют крупные и средние организации и не включают субъекты малого предпринимательства. Поэтому приведенные показатели позволяют выявить направления и глубину трансформации корпоративного сегмента, но не должны механически переноситься на всю совокупность российских предприятий.



В % от общего числа обследованных крупных и средних организаций; без субъектов малого предпринимательства.

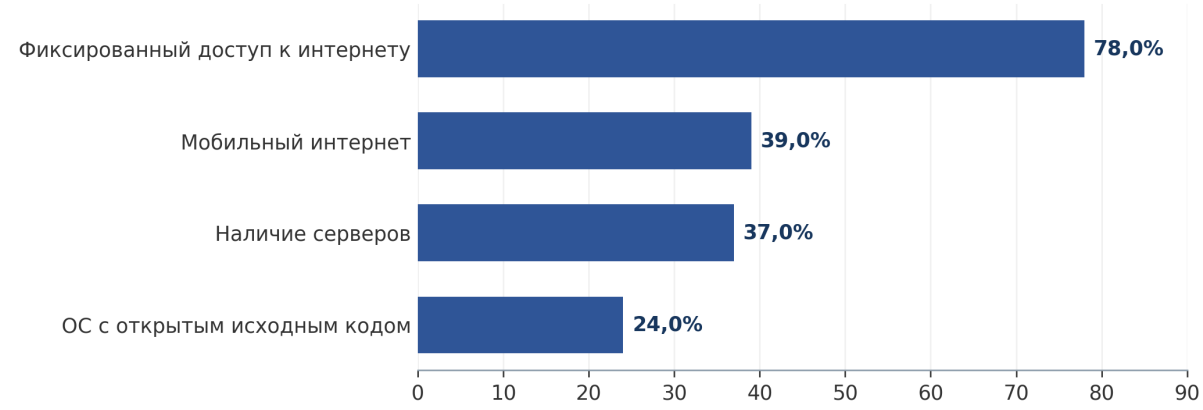
Рисунок Е1 – Использование цифровых технологий крупными и средними организациями в 2025 г., %

Источник: составлено автором по данным Росстата (итоги формы № 3-информ за 2025 г.) и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.

В 2025 г. цифровые технологии применяли около 84% крупных и средних организаций. Отдельные решения распространялись неодинаково. Платформы использовали 24,7% обследованных организаций, облачные сервисы – 21,1%, геоинформационные системы – 16,8%. Производственные технологии встречались реже. Роботов и автоматизированные линии применяли 2,1%, аддитивные технологии – 1,4%, цифровые двойники – 1,1%. Таким

образом, широкий охват цифровизацией сочетается с ограниченным внедрением ряда решений в основное производство.

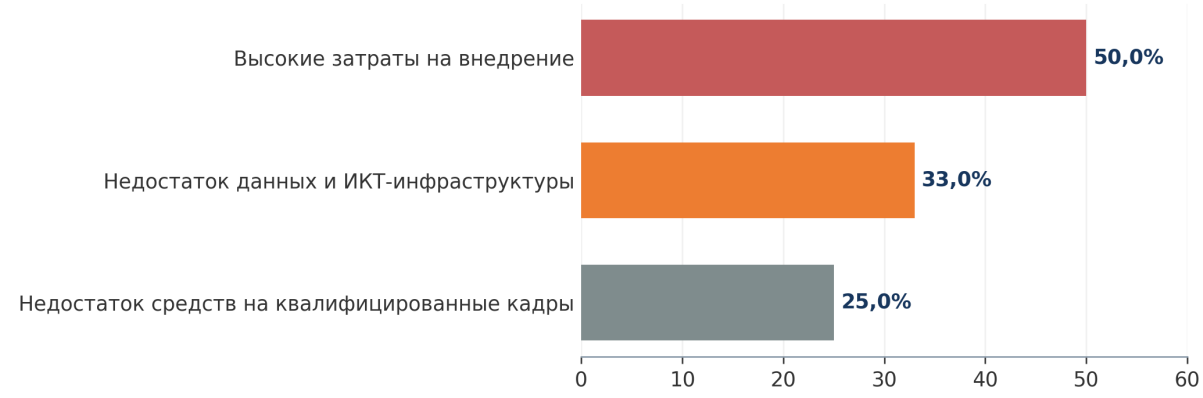
В обрабатывающих производствах часть технологий применяется чаще, чем в среднем по экономике. По форме № 3-информ за 2025 г. среди организаций раздела С с цифровыми технологиями платформы использовали 34,5%. Доли RFID, облачных сервисов и геоинформационных систем составили 26,6%, 24,5% и 24,0%. Роботы и автоматизированные линии применялись на 18,7% организаций, Интернет вещей – на 14,1%. Большие данные использовали 9,2%, аддитивные технологии – 8,6%, ИИ – 4,3%, цифровые двойники – 3,6%. Производственно-специфические решения в целом распространяются медленнее базовых цифровых средств.



В % от общего числа обследованных крупных и средних организаций.

Рисунок Е2 – Базовая цифровая инфраструктура крупных и средних организаций в 2025 г., %

Источник: составлено автором по данным Росстата и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.



Округленные оценки: соответственно каждая вторая, каждая третья и в среднем каждая четвертая организация.

Рисунок Е3 – Основные барьеры внедрения больших данных, ИИ и интернета вещей в 2025 г., % организаций

Источник: составлено автором по данным Росстата и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.

Подключение к Интернету остается основой цифровой инфраструктуры. Фиксированный доступ имеют 78% крупных и средних организаций, мобильный – 39%. Серверы используют 37%, операционные системы с открытым кодом – 24%. Одного канала связи недостаточно для промышленной трансформации. Нужны вычислительные мощности, организованное хранение данных и связь производственных и корпоративных систем. Важна также возможность самостоятельно сопровождать программно-аппаратную среду.

Примерно половина организаций считает высокую стоимость главным препятствием внедрению передовых технологий. Около трети указывает на нехватку данных и слабую ИКТ-инфраструктуру. В среднем каждой четвертой не хватает средств на квалифицированных специалистов. Дополнительная проблема – неясная потребность в цифровом решении. Она возникает, если предприятие не видит его связи с измеримым производственным результатом.

В промышленности указанные ограничения проявляются в трех взаимосвязанных формах. Во-первых, сохраняется «лоскутная автоматизация»: изолированные решения не образуют единого цифрового контура и не обеспечивают сквозную аналитику. Во-вторых, миграция с архитектур зарубежных вендоров требует переноса данных, интеграции с действующим оборудованием, переобучения персонала и иногда перепроектирования процессов. В-третьих, при ограниченных ресурсах предприятия вынуждены выбирать между поддержанием текущей деятельности, импортозамещением и долгосрочными инвестициями в новые технологии. Поэтому зрелая программа трансформации должна объединять технологические, организационные, кадровые и экономические решения.

Искусственный интеллект, передовые производственные технологии и роботизация

В 2025 г. заметную роль в промышленном развитии играли ИИ, передовые производственные технологии и роботизация. Их стоимость и скорость распространения различаются. При этом результат зависит от включения решений в действующие процессы, оборудование и управление. Покупка технологии сама по себе не обеспечивает экономического эффекта.

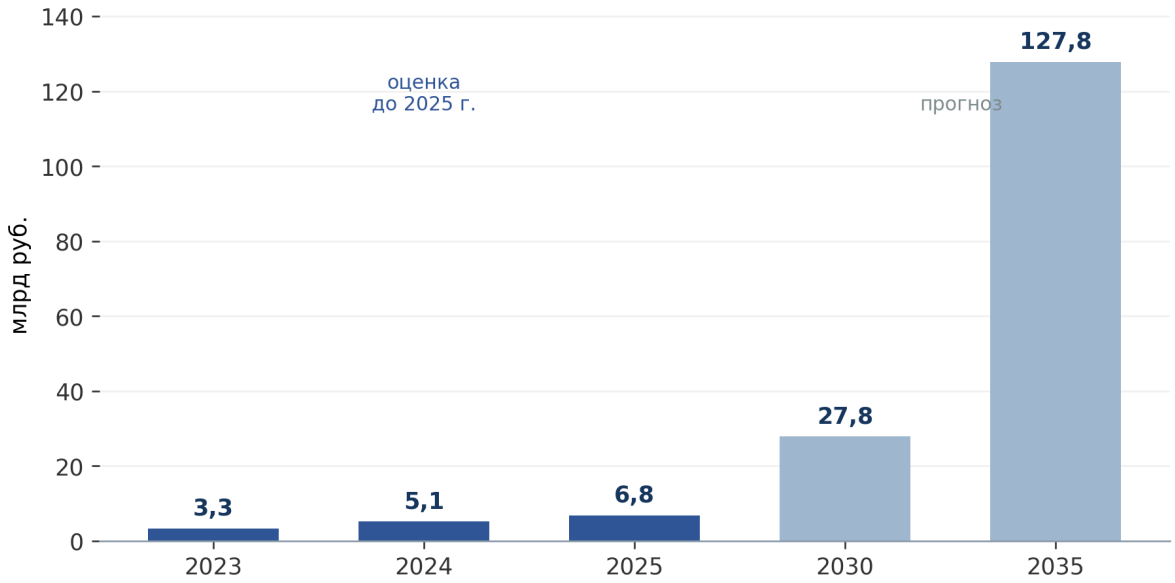


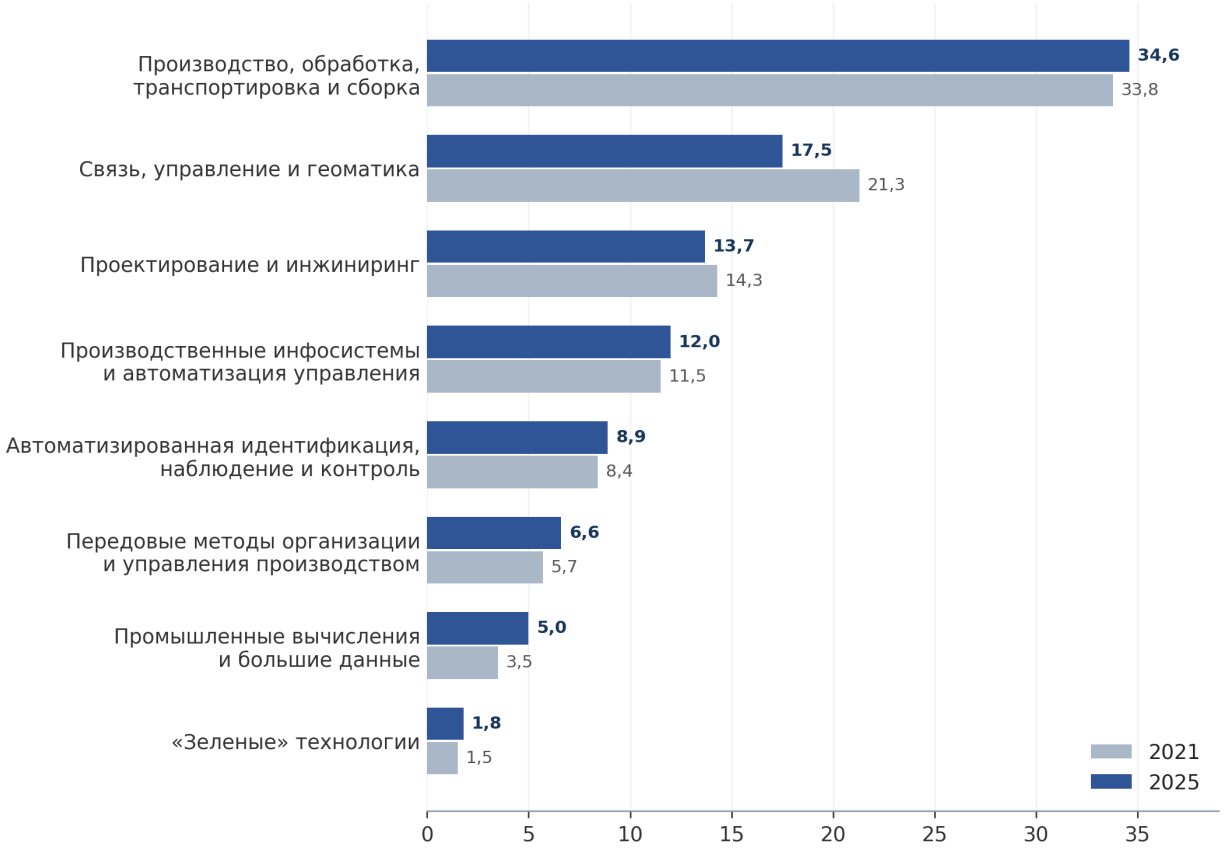
Рисунок Е4 – Оценка и прогноз затрат организаций обрабатывающей промышленности на технологии ИИ, млрд руб.

Источник: составлено автором по: Дранев Ю. Я., Кучин И. И., Миряков М. И. Экономический эффект от внедрения технологий искусственного интеллекта в России. М.: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025[481].

Оценка затрат обрабатывающей промышленности на технологии ИИ увеличивается с 3,3 млрд руб. в 2023 г. до 6,8 млрд руб. в 2025 г. В долгосрочном прогнозе предполагается более быстрый рост – до 27,8 млрд руб. в 2030 г. и 127,8 млрд руб. в 2035 г. При этом

[481] Дранев Ю. Я., Кучин И. И., Миряков М. И. Экономический эффект от внедрения технологий искусственного интеллекта в России. – М. : ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. – 3 с. – (Искусственный интеллект : серия информационно-аналитических материалов ИСИЭЗ НИУ ВШЭ ; № 17/2025). – URL: https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1022067859.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

значения после 2025 г. являются прогнозными, а не фактическими. Основными условиями реализации такого сценария выступают доступность качественных промышленных данных, подготовка специалистов, защищенная вычислительная инфраструктура и наличие типовых решений, которые можно тиражировать между предприятиями.



В 2025 г. использовалось более 297 тыс. ППТ; 68,1% — отечественные; 64,6% всех ППТ применялись в обрабатывающих производствах.

Рисунок Е5 – Структура используемых передовых производственных технологий по видам: 2021 и 2025 гг., %

Источник: составлено автором по данным Росстата и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.

В 2025 г. российские организации использовали более 297 тыс. передовых производственных технологий, что на 15,8% больше, чем в 2021 г. Доля отечественных решений достигла 68,1%. Основным потребителем оставались обрабатывающие производства, на которые приходилось 64,6% всех используемых ППТ. В структуре преобладали технологии производства, обработки, транспортировки и сборки (34,6%), связи, управления и геоматики (17,5%), а также проектирования и инжиниринга (13,7%). Наиболее быстрый относительный рост за 2021–2025 гг. показали промышленные вычисления и большие данные, хотя их доля пока составляет 5%.

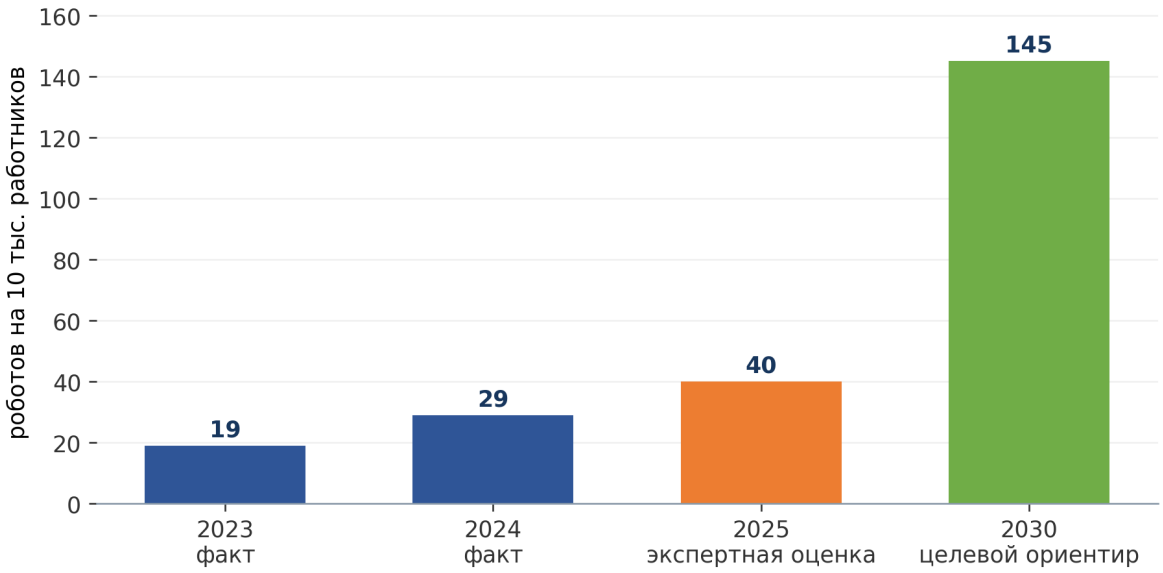


Рисунок Е6 – Плотность роботизации в российской промышленности: фактические значения, оценка и целевой ориентир

Источник: составлено автором по данным Росстата, материалам Минпромторга России и национального проекта «Средства производства и автоматизации».

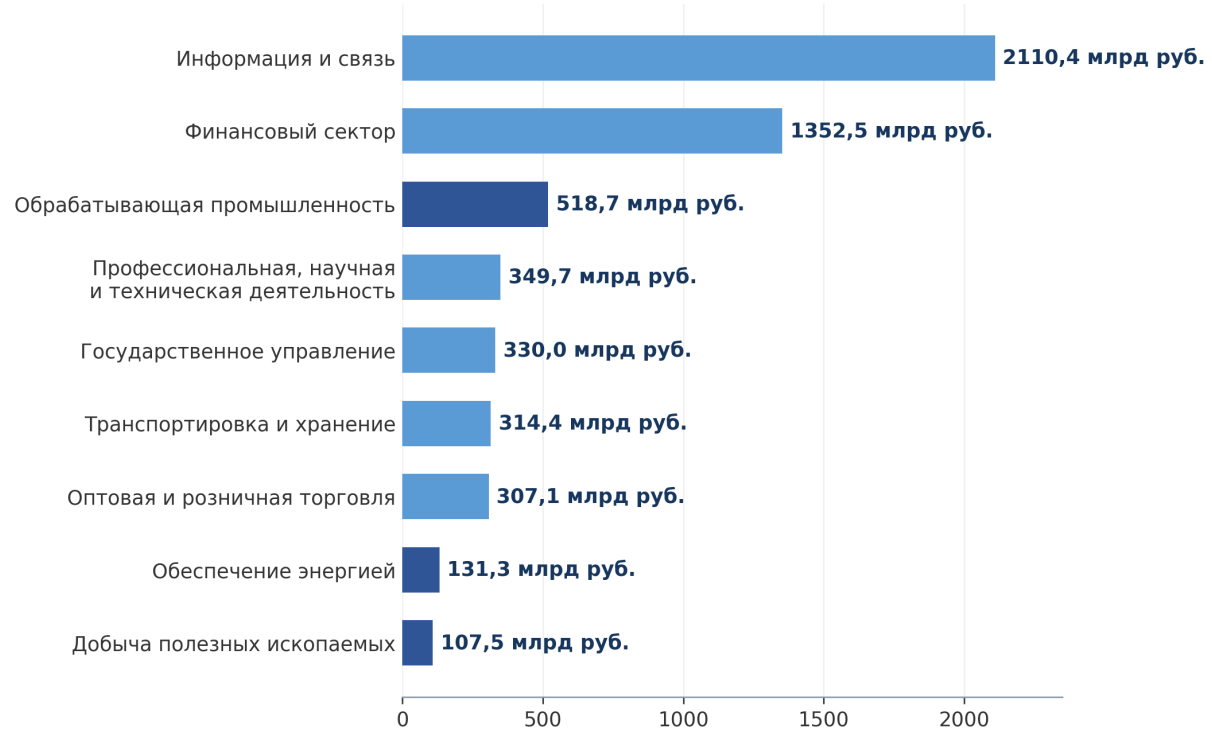
Парк промышленных роботов в России вырос с 12,8 тыс. единиц в 2023 г. до 20,8 тыс. в 2024 г., а плотность роботизации – с 19 до 29 роботов на 10 тыс. работников. Значение 40 роботов на 10 тыс. работников за 2025 г. является экспертной оценкой, поскольку окончательные официальные итоги на момент подготовки обновления не были представлены в сопоставимом виде. Целевой ориентир национального проекта – не менее 145 роботов на 10 тыс. работников к 2030 г. – требует дальнейшего ускорения темпов внедрения, развития интеграторов и подготовки инженерных кадров.

На федеральный проект «Развитие промышленной робототехники и автоматизации производства» в 2025 г. было предусмотрено 7,12 млрд руб. Проект вошел в национальный проект «Средства производства и автоматизации» и объединил льготное кредитование и лизинг, субсидирование технического перевооружения производителей, поддержку компонентной базы и компенсацию скидок на робототехнические решения.

Инвестиции в цифровую трансформацию

В 2025 г. крупные и средние организации затратили на внедрение и использование цифровых технологий 5861,3 млрд руб. Это на 11,8% больше уровня 2024 г. в текущих ценах. Расходы выросли в большинстве отраслей, но объемы и темпы роста заметно различались.

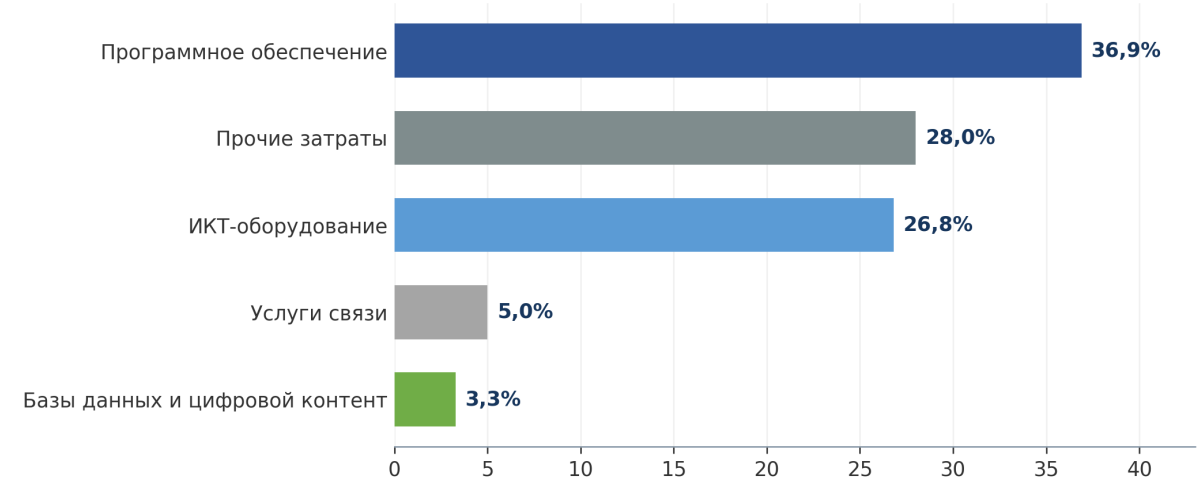
Наибольшие объемы затрат приходились на сферу информации и связи (2110,4 млрд руб.) и финансовый сектор (1352,5 млрд руб.). Обрабатывающая промышленность занимала третью позицию – 518,7 млрд руб., или 8,8% совокупных затрат, при годовом росте на 13%. В обеспечении энергией расходы составили 131,3 млрд руб., в добыче полезных ископаемых – 107,5 млрд руб. Промышленность усиливает инвестиции, но цифровая трансформация по-прежнему концентрируется прежде всего в секторах, производящих цифровые решения и интенсивно работающих с данными.



Крупные и средние организации; без субъектов малого предпринимательства.

Рисунок Е7 – Затраты крупных и средних организаций на цифровые технологии по видам экономической деятельности в 2025 г., млрд руб.

Источник: составлено автором по данным Росстата и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.



Структура совокупных затрат крупных и средних организаций; сумма — 100%.

Рисунок Е8 – Структура затрат крупных и средних организаций на цифровые технологии в 2025 г., %

Источник: составлено автором по данным Росстата и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.

В структуре затрат лидировало программное обеспечение – 36,9%, включая лицензии, SaaS, собственную и заказную разработку, доработку и адаптацию. На оборудование приходилось 26,8%, на услуги связи – 5%, на базы данных и цифровой контент – 3,3%. По сравнению с 2024 г. особенно быстро росли расходы на аренду вычислительных мощностей и заказную разработку, что указывает на постепенное смещение от разовой закупки оборудования к сервисной модели и внешней разработке специализированных решений.



Рисунок Е9 – Источники финансирования затрат крупных и средних организаций на цифровые технологии в 2025 г., %

Источник: составлено автором по данным Росстата и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.

В 2025 г. собственные средства организаций обеспечили 86,6% финансирования цифровых преобразований. Бюджетные средства составили 12,3%, заемные и другие привлеченные – немногим более 1%. При такой структуре инвестиционные решения зависят от текущих финансов предприятия и стоимости капитала. Для дорогих проектов роботизации и модернизации важны льготное финансирование, лизинг и распределение рисков. Эти механизмы значимы и при переходе на отечественные программно-аппаратные комплексы.

Таблица Е1 – Затраты, их доля, динамика и актуальные барьеры цифровой трансформации промышленных отраслей в 2025 г.

Отрасль	10^9 руб.	% от затрат	% к 2024 г.	Ключевые риски и барьеры
Добыча полезных ископаемых	107,5	1,8	0,0	Интеграция распределенных производственных объектов; устойчивость каналов связи; миграция с зарубежного инженерного ПО; защита критической информационной инфраструктуры.
Обрабатывающие производства	518,7	8,8	13,0	Совместимость отечественных CAD/CAE/CAM, MES, PLM/PDM и SCADA с действующим оборудованием; стоимость масштабирования пилотов; дефицит инженеров и интеграторов; качество производственных данных.
Обеспечение электрической энергией, газом и паром	131,3	2,2	4,1	Требования к надежности и непрерывности работы; кибербезопасность КИИ; высокая стоимость замены систем без остановки процессов; неоднородность телеметрии и оборудования.

Источник: составлено автором по данным Росстата и расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2026.

Сопоставление промышленных отраслей показывает, что одинаковые цифровые решения сталкиваются с разными ограничениями. В добыче и энергетике доминируют требования к надежности распределенной инфраструктуры и безопасности критических объектов; в обрабатывающей промышленности – совместимость инженерного и производственного ПО с действующим оборудованием и необходимость масштабирования пилотов. Следовательно, единые меры поддержки должны сочетаться с отраслевой настройкой архитектур, стандартов данных и требований к результативности проектов.

Нормативно-правовое регулирование цифровой трансформации промышленности

На 01.09.2026 стратегические ориентиры цифровой трансформации заданы Указом Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». С промышленной цифровизацией непосредственно связаны цели «Технологическое лидерство» и «Цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы». Указ также признал утратившим силу Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474.

В отличие от прежней системы показателей Указ № 309 связывает цифровую трансформацию не только с общей «цифровой зрелостью», но и с конкретными условиями технологического суверенитета. К 2030 г. предусмотрены: достижение цифровой зрелости ключевых отраслей на основе единых отраслевых цифровых платформ и управления данными; формирование рынка данных; темп роста инвестиций в отечественные ИТ-решения в 2025–2030 гг. вдвое выше темпа роста ВВП; переход не менее 80% российских организаций ключевых отраслей на базовое и прикладное российское ПО в основных производственных и управленческих процессах; увеличение доли массовых социально значимых государственных и муниципальных услуг, предоставляемых в электронной форме, до 99%.



Рисунок Е10 – Контур нормативно-правового регулирования цифровой трансформации промышленности по состоянию на 01.09.2026

Источник: составлено автором по Указу Президента РФ от 07.05.2024 № 309, распоряжению Правительства РФ от 07.11.2023 № 3113-р, материалам национальных проектов и федеральному законодательству.

Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», реализация которой была рассчитана на период до конца 2024 г., завершена. С 2025 г. ее институциональным преемником выступает национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». Его акцент смещен от формирования базовой цифровой инфраструктуры к экономике данных, отечественным цифровым платформам и программному обеспечению, искусственному интеллекту, кибербезопасности и цифровому государственному управлению. Для промышленности этот контур дополняется национальным проектом «Средства производства и автоматизации», предусматривающим, в частности, повышение плотности роботизации до 145 роботов на 10 тыс. работников к 2030 г.

Отраслевые направления установлены распоряжением Правительства РФ от 7 ноября 2023 г. № 3113-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящихся к сфере

деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации». На 01.09.2026 учитываются изменения по распоряжению от 26 февраля 2026 г. № 378-р. Документ связывает цифровизацию с обновлением производства и бизнес-процессов. Предусмотрены межотраслевые проекты «Умное производство», «Цифровой инжиниринг» и «Продукция будущего». Их дополняют «Технологическая независимость» и «Интеллектуальная государственная поддержка».

Основные нормативные акты по цифровой трансформации промышленности приведены в таблице 14. С начала 2020-х гг. регулирование расширилось. После 2022 г. усилилось значение технологической независимости и информационной безопасности. В 2024 г. обновлены национальные цели и стратегии научно-технологического развития и искусственного интеллекта. В 2025–2026 гг. сформировано отдельное регулирование платформенной экономики.

Таблица Е2 – Основные нормативно-правовые акты по цифровой трансформации промышленности

Название документа / предмет регулирования	Утверждающий НПА и актуальный статус
Национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года	Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309. Действующий базовый документ; Указ № 474 признан утратившим силу.
Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности	Распоряжение Правительства РФ от 07.11.2023 № 3113-р; актуализировано распоряжением от 26.02.2026 № 378-р.
Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года	Распоряжение Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р; в актуальной редакции, в том числе с изменениями от 26.02.2026 № 378-р.
Концепция технологического развития на период до 2030 года	Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р (с последующими изменениями).
Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации	Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145.
Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года	Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 в редакции Указа Президента РФ от 15.02.2024 № 124.
Меры по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации	Указ Президента РФ от 30.03.2022 № 166.
Дополнительные меры по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации	Указ Президента РФ от 01.05.2022 № 250; изменения внесены Указом Президента РФ от 13.06.2024 № 500.
Информация, информационные технологии и защита информации	Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ.
Персональные данные	Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ.
Безопасность критической информационной инфраструктуры Российской Федерации	Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ.
Экспериментальные правовые режимы в сфере цифровых инноваций	Федеральный закон от 31.07.2020 № 258-ФЗ.
Регулирование платформенной экономики в Российской Федерации	Федеральный закон от 31.07.2025 № 289-ФЗ. По состоянию на 01.09.2026 принят и официально опубликован, вступает в силу 01.10.2026.
Сопутствующие изменения законодательства в связи с регулированием платформенной экономики	Федеральный закон от 31.07.2025 № 290-ФЗ; основные положения вступают в силу 01.10.2026.
Критерий систематичности и продолжительности выполнения работ/оказания услуг через посреднические цифровые платформы	Постановление Правительства РФ от 19.06.2026 № 760; вступает в силу 01.10.2026 и принято во исполнение Федерального закона № 289-ФЗ.

Источник: составлено автором по официально опубликованным нормативным правовым актам; статус документов проверен по состоянию на 01.09.2026.

Представленный перечень показывает, что после 2022 г. регулирование развивается одновременно по нескольким направлениям. Первое – технологический суверенитет и переход на отечественные программно-аппаратные решения. Второе – повышение

защищенности критической информационной инфраструктуры и персональных данных. Третье – создание условий для апробации цифровых инноваций через экспериментальные правовые режимы. Четвертое – переход от концептуального обсуждения платформ к специальному законодательному регулированию платформенной экономики.

При анализе промышленных платформ необходимо различать несколько областей регулирования. Они охватывают технологическую основу, данные, информационную безопасность, специальные виды платформ и платформенные отношения. Таблица 15 обновлена с учетом Федерального закона № 289-ФЗ. Законопроектный подход больше не используется как основной источник регулирования.

Таблица Е3 – Нормативно-правовые акты, регулирующие цифровые платформы и отдельные платформенные отношения

Источник	Содержание регулирования / применимость
Ст. 1260 Гражданского кодекса РФ	Программа для ЭВМ рассматривается как охраняемый результат интеллектуальной деятельности; соответствующие нормы применимы к программной части цифровой платформы.
Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»	Определяет информацию, информационные системы и технологии. Устанавливает общие правила обработки и защиты информации.
Федеральные законы о концессионных соглашениях и о государственно-частном партнерстве	Допускают программы для ЭВМ, базы данных, информационные системы, сайты и технические средства как объекты соглашений в сфере ИТ.
Федеральный закон от 02.08.2019 № 259-ФЗ «О привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ...»	Задает специальный режим работы инвестиционной платформы. Она рассматривается как информационная система для заключения договоров инвестирования.
Федеральный закон от 27.06.2011 № 161-ФЗ «О национальной платежной системе»	Устанавливает правила работы финансовых электронных платформ и платформы цифрового рубля. Охватывает отношения оператора, участников и пользователей.
Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте...»	Устанавливает правила выпуска и обмена цифровых финансовых активов в информационных системах. Предусматривает специальные платформенные формы финансового рынка.
Федеральный закон от 31.07.2020 № 258-ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций...»	Позволяет временно применять специальное регулирование для апробации цифровых инноваций, включая платформенные решения, при соблюдении условий программы ЭПР.
Федеральный закон от 31.07.2025 № 289-ФЗ «Об отдельных вопросах регулирования платформенной экономики в Российской Федерации»	Вводит легальные понятия «платформенная экономика» и «цифровая платформа»; цифровая платформа определяется как информационная система, сайт и (или) программа для ЭВМ, обеспечивающие технические, организационные, информационные и иные возможности взаимодействия неограниченного круга лиц. Закон также вводит специальный режим посреднических цифровых платформ. Вступает в силу 01.10.2026.
Постановление Правительства РФ от 19.06.2026 № 760	Развивает нормы Закона № 289-ФЗ применительно к отношениям партнеров-исполнителей и пользователей-заказчиков посреднических цифровых платформ; вступает в силу 01.10.2026.

Источник: составлено автором по действующему и принятому федеральному законодательству; Федеральный закон № 289-ФЗ и Постановление Правительства РФ № 760 указаны как перспективное регулирование, вступающее в силу 01.10.2026.

На 01.09.2026 в российском праве формируется общая основа регулирования платформенной экономики. Ранее понятие платформы применялось преимущественно в отдельных отраслях. Федеральный закон № 289-ФЗ прежде всего касается посреднических платформ для заключения гражданско-правовых договоров, продажи товаров, выполнения работ и оказания услуг. Регулирование промышленных платформ шире этой области. К ним применяются также нормы о данных, критической информационной инфраструктуре,

интеллектуальной собственности, конкуренции и договорах. Сохраняют значение специальные отраслевые требования.

Цель регулирования цифровых экосистем и платформ в промышленности состоит в обеспечении безопасного и недискриминационного взаимодействия участников, защите данных и критической инфраструктуры, поддержании конкуренции и одновременно создании условий для технологической независимости и масштабирования отечественных цифровых решений. С учетом обновленного нормативного контура при проектировании промышленной платформы требуется оценивать не только функциональные и экономические параметры, но и правовой статус обрабатываемых данных, требования к используемому программному обеспечению, информационной безопасности, договорной модели взаимодействия участников и применимости специальных норм платформенного законодательства.

В 2025–2026 гг. цифровое развитие российской промышленности объединяет несколько процессов. Расширяется применение технологий и растут расходы на внедрение. Усиливается ориентация на технологическую независимость, роботизацию и отечественное ПО. Одновременно уточняются правила работы с данными, ИИ, критической инфраструктурой и платформами. Поэтому развитие промышленных платформ следует оценивать по технологическим, экономическим и правовым критериям.

Приложение Ж

Инструменты оценки цифровой трансформации промышленности и отдельных промышленных предприятий

Инструменты	Примеры применения	Примечание
Опрос	• Dutta, G.; Kumar, R.; Sindhwani, R.; Singh, R.K. (2020) • Basl J. (2017) • Bley K., Leyh C., Schäffer T. (2016) Schroedel O., Franke J. (2016) • Simberova Mariana, Simberova Iveta. (2023). • Лола И.С., Бакеев М.Б. (2019)	
Анкетирование (контрольный список вопросов)	• Pirola, F.; Cimini, C.; Pinto, R. (2019) • Zhang Na, Ye Jinglei, Zhong Yi, Chen Zhiqian (2023). • Alaloul, Wesam & Liew, M.S., Wan Abdullah Zawawi, Noor Amila, Kennedy, Ickx. (2019). • Bin Tayib, Mohd Afiq Azinuddin, Bakhary, nor azmi, Che Ibrahim, Che Khairil Izam, Mustaffa, Nur. (2022). • Бакеев, М. Б., Лола, И. С. (2020).	
Кейс-стади	• Nissen, V., Lezina, T., Saltan, A. (2018) • Wolf M., Semm A., Erfurth C. (2018) • Machado, G., Winroth, M., Carlsson, D., Almström, P., Centerholt, V., Hallin M.(2019)	
Библиометрические исследования	• Osmundsen, K., Iden,J., Bygstad, B. (2018). • Zamora Iribarren, M. at all (2024) • Crnobrnja Jelena at all (2023). • Kumari Anitha. (2023). • Sushil Kumar Sahoo at all (2023).. • Leontie, Vlad. (2022). • Kozlovská Mária, at all (2020). • Soltani, Sahar, Maxwell, Duncan & Rashidi, Ali. (2023) • Turk, Abdelhakim, Weheba, Gamal. (2022). • Perrier Nathalie at all (2020). • Forcael, Eric at all (2020). • Lau, Santi Edra Nisa at all. (2019). • Abilez Almat at all (2022). • Maskuriy, Raihan at all (2019). • Sawhney, Anil at all (2020). • Alaloul, Wesam at all (2023). • Joblot, Laurent at all (2021). • Tuyet, Dung at all (2023). • Jäkel, Jan-Iwo at all. (2022). • Amaifeobu, Onyebuchi at all (2023). • Das Karan, Rastogi Abhijit. (2023). • Havle Burak, Dursun Mehtap. (2022). • Kupriyanova M.V., Evdokimova Elena, Solovyova I.P., Simikova, I.P.. (2020). • Cornide Reyes Héctor at all. (2023) • Юрак В.В., Полянская И.Г., Малышев А.Н. (2023). • Долгова О.И., Никитаева А.Ю. (2023) • Никитаева А. Ю. (2016)	контент-анализ, систематический обзор литературы систематическая оценка литературы, анализ мировых публикаций по методу PRISMA

Инструменты	Примеры применения	Примечание
	• Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Гилева Т. А., Положенцева Ю. С., Чэнь Л.	
Экспертные интервью	• Ting Chang, Kuen Chen, Chung-Min Wu, Yu Wang (2022) • Cartwright Phillip, Andal-Ancion Angela, Yip George. (2003)	
Глубинные интервью с представителями промышленности	• Liere-Netheler, K., Packmohr, S., Vogelsang, K. (2018) • Miklosik, Andrej & Krah, Bernhard. (2023). • Bakhary, nor azmi. (2023). • Leontie Vlad, MAHA Liviu-George, Stoian Claudia (2022).	
Глубинные интервью с последующим анализом статистическими методами	• Agostini, L., Filippini, R. 2005. • Kokolek, N., Jakovic, B., Curlin, T. 2019 • Andrews, D., Nicoletti, G., Timiliotis, C. (2018).	
Анализ данных количественной статистики	• Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022). • Wu Xianfeng, Cai Yaru. (2024). • Sandu, M.C., Drăgulănescu, IV., Andro-niceanu, AM. (2022). • Бабкин А.В., Глухов В.В., Шкарупета Е.В. (2022). • Акбердина В. В. (2023) • Tanina Anna, Ivanova Marina, Grigory Kulkaev, Tanin Evgeniy. (2022). • Цехла С.Ю., Симченко Н.А., Филонов В.И. (2019)	Корреляционный и регрессионный анализ, экономико-статистический анализ, функциональный и сравнительный анализ данных

Источник: составлено автором

Обзор инструментов оценки предприятий показывает преобладание качественных методов. Часто применяются опросы[482],[483],[484],[485],[486],[487], анкеты и

[482] Dutta G., Kumar R., Sindhwani R., Singh R. K. Digital Transformation Priorities of India's Discrete Manufacturing SMEs – A Conceptual Study in Perspective of Industry 4.0 // Competitiveness Review. – 2020. – Vol. 30, no. 3. – P. 289–314. – DOI: 10.1108/CR-03-2019-0031. – URL: https://doi.org/10.1108/CR-03-2019-0031 (дата обращения: 22.09.2026)

[483] Лола, И. С. Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований / И. С. Лола, М. Б. Бакеев // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2019. – Т. 35, № 4. – С. 628-657. – DOI 10.21638/spbu05.2019.407. – EDN FPYRAM.

[484] Basl J. Pilot Study of Readiness of Czech Companies to Implement the Principles of Industry 4.0 // Management and Production Engineering Review. – 2017. – Vol. 8, no. 2. – P. 3–8. – DOI: 10.1515/mper-2017-0012. – URL: https://doi.org/10.1515/mper-2017-0012 (дата обращения: 22.09.2026).

[485] Bley K., Leyh C., Schäffer T. Digitization of German Enterprises in the Production Sector – Do They Know How «Digitized» They Are? // AMCIS 2016 Proceedings. – 2016. – Paper 9. – URL: https://aisel.aisnet.org/amcis2016/EntSys/Presentations/9/ (дата обращения: 22.09.2026).

[486] Bogner E., Voelklein T., Schroedel O., Franke J. Study Based Analysis on the Current Digitalization Degree in the Manufacturing Industry in Germany // Procedia CIRP. – 2016. – Vol. 57. – P. 14–19. – DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.004. – URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.004 (дата обращения: 22.09.2026).

[487] Bednářová M., Tesařová M., Šimberová I. The Evolution of Digital Transformation in SMEs in the Manufacturing Industry in the Different Blocks of the BM Canvas Since the Beginning of the Pandemic // Business, Management and Economics Engineering. – 2023. – Vol. 21, no. 1. – P. 48–62. – DOI: 10.3846/bmee.2023.17607. – URL: https://doi.org/10.3846/bmee.2023.17607 (дата обращения: 22.09.2026).

контрольные списки[488][489],[490],[491],[492]. Используются также исследования отдельных случаев[493],[494],[495]. Значительную группу составляют библиометрические исследования, контент-анализ и систематические обзоры литературы, включая метод

[488] Pirola F., Cimini C., Pinto R. Digital Readiness Assessment of Italian SMEs: A Case-Study Research // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 31, no. 5. – P. 1045–1083. – DOI: 10.1108/JMTM-09-2018-0305. – URL: https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305 (дата обращения: 22.09.2026).

[489] Бакеев, М. Б., Лола, И. С. (2020). Драйверы внедрения цифровых технологий в обрабатывающей промышленности России. Информационное общество, (5), 89-97.

[490] Zhang N., Ye J., Zhong Y., Chen Z. Digital Transformation in the Chinese Construction Industry: Status, Barriers, and Impact // Buildings. – 2023. – Vol. 13, no. 4. – Art. 1092. – DOI: 10.3390/buildings13041092. – URL: https://doi.org/10.3390/buildings13041092 (дата обращения: 22.09.2026).

[491] Alaloul W. S., Liew M. S., Zawawi N. A. W. A., Kennedy I. B. Industrial Revolution 4.0 in the Construction Industry: Challenges and Opportunities for Stakeholders // Ain Shams Engineering Journal. – 2020. – Vol. 11, no. 1. – P. 225–230. – DOI: 10.1016/j.asej.2019.08.010. – URL: https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.010 (дата обращения: 22.09.2026).

[492] Bin Tayib M. A. A., Bakhary N. A., Che Ibrahim C. K. I., Mustaffa N. K. Industry 4.0 for the Small and Medium-Sized Enterprises in the Malaysian Construction Industry // Journal of Surveying, Construction and Property. – 2022. – Vol. 13, Special Issue IBCC. – P. 20–33. – DOI: 10.22452/jscp.sp2022no1.3. – URL: https://doi.org/10.22452/jscp.sp2022no1.3 (дата обращения: 22.09.2026)

[493] Nissen V., Lezina T., Saltan A. The Role of IT-Management in the Digital Transformation of Russian Companies // Foresight and STI Governance. – 2018. – Vol. 12, no. 3. – P. 53–61. – DOI: 10.17323/2500-2597.2018.3.53.61. – URL: https://doi.org/10.17323/2500-2597.2018.3.53.61 (дата обращения: 22.09.2026).

[494] Wolf M., Semm A., Erfurth C. Digital Transformation in Companies – Challenges and Success Factors // Innovations for Community Services: 18th International Conference, I4CS 2018, Žilina, Slovakia, June 18–20, 2018, Proceedings. – Cham : Springer, 2018. – P. 178–193. – (Communications in Computer and Information Science ; Vol. 863). – DOI: 10.1007/978-3-319-93408-2_13. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-93408-2_13 (дата обращения: 22.09.2026)

[495] Machado C. G., Winroth M. P., Carlsson D., Almström P., Centerholt V., Hallin M. Industry 4.0 Readiness in Manufacturing Companies: Challenges and Enablers Towards Increased Digitalization // Procedia CIRP. – 2019. – Vol. 81. – P. 1113–1118. – DOI: 10.1016/j.procir.2019.03.262. – URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.262 (дата обращения: 22.09.2026).

PRISMA[496],[497],[498],[499],[500],[501],[502],[503],[504],[505],[506],[507],[508],[509],[510],[511],[512],[513],[514],[515],[516],[517],[518],[519],[520],[521],[522],[523],[524],[525],[526]. Экспертные интервью[527],[528] и глубинные интервью с

[496] Osmundsen K., Iden J., Bygstad B. Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications // MCIS 2018 Proceedings. – 2018. – Paper 37. – URL: https://aisel.aisnet.org/mcis2018/37/ (дата обращения: 22.09.2026).

[497] Zamora Iribarren M., Garay-Rondero C. L., Lemus-Aguilar I., Peimbert-García R. E. A Review of Industry 4.0 Assessment Instruments for Digital Transformation // Applied Sciences. – 2024. – Vol. 14, no. 5. – Art. 1693. – DOI: 10.3390/app14051693. – URL: https://doi.org/10.3390/app14051693 (дата обращения: 22.01.2026)

[498] Crnobrnja J., Stefanović D., Romero D., Softic S., Marjanovic U. Digital Transformation Towards Industry 5.0: A Systematic Literature Review // Production Management Systems for Responsible Manufacturing, Service, and Logistics Futures. – Cham : Springer, 2023. – P. 269–281. – (IFIP Advances in Information and Communication Technology ; Vol. 689). – DOI: 10.1007/978-3-031-43662-8_20. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-43662-8_20 (дата обращения: 22.09.2026)

[499] Kumari A. Digital Transformation Risks and Uncertainties in European Union and Indian Industry // Innovation, Strategy, and Transformation Frameworks for the Modern Enterprise / ed. by A. Correia, P. B. Agua. – Hershey, PA : IGI Global, 2023. – P. 150–166. – DOI: 10.4018/979-8-3693-0458-7.ch006. – URL: https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0458-7.ch006 (дата обращения: 22.09.2026)

[500] Sahoo S. K., Goswami S. S., Sarkar S., Mitra S. A Review of Digital Transformation and Industry 4.0 in Supply Chain Management for Small and Medium-Sized Enterprises // Spectrum of Engineering and Management Sciences. – 2023. – Vol. 1, no. 1. – P. 58–72. – DOI: 10.31181/sems1120237j. – URL: https://doi.org/10.31181/sems1120237j (дата обращения: 22.09.2026)

[501] Leontie V. Current Challenges in the European Construction Sector: A Theoretical Approach // Journal of Public Administration, Finance and Law. – 2022. – No. 26. – P. 181–189. – DOI: 10.47743/jopafl-2022-26-16. – URL: https://doi.org/10.47743/jopafl-2022-26-16 (дата обращения: 22.09.2026).

[502] Kozlovska M., Klosova D., Strukova Z. Impact of Industry 4.0 Platform on the Formation of Construction 4.0 Concept: A Literature Review // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, no. 5. – Art. 2683. – DOI: 10.3390/su13052683. – URL: https://doi.org/10.3390/su13052683 (дата обращения: 22.09.2026).

[503] Zabidin N. S., Belayutham S., Che Ibrahim C. K. I. A Bibliometric and Scientometric Mapping of Industry 4.0 in Construction // Journal of Information Technology in Construction. – 2020. – Vol. 25. – P. 287–307. – DOI: 10.36680/j.itcon.2020.017. – URL: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.017 (дата обращения: 22.09.2026).

[504] Soltani S., Maxwell D., Rashidi A. The State of Industry 4.0 in the Australian Construction Industry: An Examination of Industry and Academic Point of View // Buildings. – 2023. – Vol. 13, no. 9. – Art. 2324. – DOI: 10.3390/buildings13092324. – URL: https://doi.org/10.3390/buildings13092324 (дата обращения: 22.09.2026)

[505] Al Turk A. A., Weheba G. S. Key Barriers to Industry 4.0 in Construction Industry // Journal of Management and Engineering Integration. – 2022. – Vol. 15, no. 2. – P. 26–33. – DOI: 10.62704/10057/24822. – URL: https://doi.org/10.62704/10057/24822 (дата обращения: 22.09.2026).

[506] Perrier N., Bled A., Bourgault M., Cousin N., Danjou C., Pellerin R., Roland T. Construction 4.0: A Survey of Research Trends // Journal of Information Technology in Construction. – 2020. – Vol. 25. – P. 416–437. – DOI: 10.36680/j.itcon.2020.024. – URL: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.024 (дата обращения: 22.09.2026).

[507] Forcael E., Ferrari I., Opazo-Vega A., Pulido-Arcas J. A. Construction 4.0: A Literature Review // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, no. 22. – Art. 9755. – DOI: 10.3390/su12229755. – URL: https://doi.org/10.3390/su12229755 (дата обращения: 22.09.2026)

[508] Lau S. E. N., Zakaria R., Aminudin E., Chang Saar C., Abidin N. I. A., Roslan A. F., Abd Hamid Z., Mohd Zain M. Z., Lou E. Review: Identification of Roadmap of Fourth Construction Industrial Revolution // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 615. – Art. 012029. – DOI: 10.1088/1757-899X/615/1/012029. – URL: https://doi.org/10.1088/1757-899X/615/1/012029 (дата обращения: 22.09.2026)

[509] Abilez A., Nadeem A., Akhanova G. Drivers of Industry 4.0 Implementation in the Construction Industry // Proceedings of the 12th International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-12), Amman, Jordan, 16–19 May 2022. – 2022

[510] Bin Tayib M. A. A., Bakhary N. A., Che Ibrahim C. K. I. Industry 4.0 in the Malaysian Construction Industry and Its Adoption Challenges // Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials: SCESCM 2020 / ed. by S. Belayutham, C. K. I. Che Ibrahim, A. Alisibramulisi, H. Mansor, M. Billah. – Singapore : Springer, 2022. – P. 1207–1221. – (Lecture Notes in Civil Engineering ; Vol. 215). – DOI: 10.1007/978-981-16-7924-7_79. – URL: https://doi.org/10.1007/978-981-16-7924-7_79 (дата обращения: 22.09.2026).

[511] Maskuriy R., Selamat A., Ali K. N., Maresova P., Krejcar O. Industry 4.0 for the Construction Industry–How Ready Is the Industry? // Applied Sciences. – 2019. – Vol. 9, no. 14. – Art. 2819. – DOI: 10.3390/app9142819. – URL: https://doi.org/10.3390/app9142819 (дата обращения: 22.09.2026).

[512] Sawhney A., Riley M., Irizarry J., Toca Perez C. A Proposed Framework for Construction 4.0 Based on a Review of Literature // EPiC Series in Built Environment. – 2020. – Vol. 1. – P. 301–309. – DOI: 10.29007/4nk3. – URL: https://doi.org/10.29007/4nk3 (дата обращения: 22.09.2026)

[513] Alaloul W. S., Liew M. S., Zawawi N. A. W. A., Mohammed B. S. Industry Revolution IR 4.0: Future Opportunities and Challenges in Construction Industry // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 203. – Art. 02010. – 7 p. – DOI: 10.1051/matecconf/201820302010. – URL: https://doi.org/10.1051/matecconf/201820302010 (дата обращения: 22.09.2026)

[514] Musarat M. A., Irfan M., Alaloul W. S., Maqsoom A., Ghufran M. A Review on the Way Forward in Construction through Industrial Revolution 5.0 // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, no. 18. – Art. 13862. – DOI: 10.3390/su151813862. – URL: https://doi.org/10.3390/su151813862 (дата обращения: 22.09.2026).

[515] Joblot L., Danjou C., Pellerin R., Lamouri S. Industry 4.0 and BIM: Do They Share the Same Objectives? // Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing III / ed. by L. Roucoules, M. Paredes, B. Eynard, P. Morer Camo, C. Rizzi. – Cham : Springer, 2021. – P. 412–418. – (Lecture Notes in Mechanical Engineering). – DOI: 10.1007/978-3-030-70566-4_65. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-70566-4_65 (дата обращения: 22.09.2026).

[516] Dung N. T. T., Hang N. H. T., Thu H. N. T. Solutions to Promote Digital Transformation of Construction Industry in Vietnam // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 457. – Art. 02029. – DOI: 10.1051/e3sconf/202345702029. – URL: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345702029 (дата обращения: 22.09.2026)

[517] Jäkel J.-I., Rahnama S., Klemt-Albert K. Construction Robotics Excellence Model: A Framework to Overcome Existing Barriers for the Implementation of Robotics in the Construction Industry // Proceedings of the 39th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2022). – Bogotá : International Association for Automation and Robotics in Construction, 2022. – P. 605–613. – ISBN 978-952-69524-2-0. – DOI: 10.22260/ISARC2022/0085. – URL: https://doi.org/10.22260/ISARC2022/0085 (дата обращения: 22.09.2026)

[518] Amaifeobu O. C., Iyamu O. V., Adewunmi A. C. Opportunities and Barriers for Adopting Robotics in Nigerian Construction Industry // International Journal of Research Publication and Reviews. – 2023. – Vol. 4, no. 1. – P. 535–543. – ISSN 2582-7421. – URL: https://ijrpr.com/uploads/V4ISSUE1/IJRPR9374.pdf (дата обращения: 22.09.2026).

[519] Das K., Rastogi A. Role of IoT & Big Data in Construction Industry // Research & Reviews: Journal of Architectural Designing. – 2023. – Vol. 4, no. 3. – P. 1–19. – DOI: 10.5281/zenodo.7540261. – URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.7540261 (дата обращения: 22.09.2026).

[520] Havle B. B., Dursun M. Digital Transformation Success Factors Evaluation in Energy Industry // Intelligent Systems in Digital Transformation: Theory and Applications / ed. by C. Kahraman, E. Haktanır. – Cham : Springer, 2023. – P. 151–175. – (Lecture Notes in Networks and Systems ; Vol. 549). – DOI: 10.1007/978-3-031-16598-6_7. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16598-6_7 (дата обращения: 22.09.2026).

[521] Юрак, В. В. Оценка уровня цифровизации и цифровой трансформации нефтегазовой отрасли РФ / В. В. Юрак, И. Г. Полянская, А. Н. Малышев // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 87-110. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-08-16. – EDN GEUDAU.

[522] Methods of developing digital maturity models for manufacturing companies / M. V. Kupriyanova, E. N. Evdokimova, I. P. Solovyova, I. P. Simikova // E3S Web of Conferences, Moscow, 25–27 ноября 2020 года. – Moscow: EDP Sciences, 2020. – P. 02034. – DOI 10.1051/e3sconf/202022402034. – EDN TKIHZL.

[523] Cornide-Reyes H., Morales J., Silva-Aravena F., Ocqueteau A., Melendez N., Villarroel R. Implementing Digital Transformation Processes in Industry 4.0 // Social Computing and Social Media : 15th International Conference, SCSM 2023, Copenhagen, Denmark, July 23–28, 2023 / ed. by A. Coman, S. Vasilache. – Cham : Springer, 2023. – P. 323–335. – (Lecture Notes in Computer Science ; Vol. 14025). – DOI: 10.1007/978-3-031-35915-6_24. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-35915-6_24 (дата обращения: 22.09.2026).

[524] Долгова, О. И. Имитационное моделирование бизнес-процессов промышленных компаний в условиях Индустрии 4.0 / О. И. Долгова, А. Ю. Никитаева // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 26-40. – DOI 10.18721/JE.16402. – EDN MJULMZ.

[525] Никитаева, А. Ю. Активизация промышленного развития на платформе партнерских отношений: меры государственного регулирования / А. Ю. Никитаева // Journal of Economic Regulation. – 2016. – Т. 7, № 4. – С. 20-31. – DOI 10.17835/2078-5429.2016.7.4.020-031. – EDN XREOMJ.

[526] Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий / А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета, Т. А. Гилева [и др.] // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2022. – Т. 13, № 3. – С. 443-458. – DOI 10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458. – EDN MIHCBQ.

[527] Chang Y. T., Chen M. K., Wu C.-M., Wang H. Y. Assessing the Digital Transformation Maturity of Motherboard Industry: A Fuzzy AHP Approach // BOHR International Journal of Finance and Market Research. – 2022. – Vol. 1, no. 1. – P. 72–86. – DOI: 10.54646/bijfmr.2022.12. – URL: https://doi.org/10.54646/bijfmr.2022.12 (дата обращения: 22.09.2026).

[528] Andal-Ancion A., Cartwright P. A., Yip G. S. The Digital Transformation of Traditional Business // MIT Sloan Management Review. – 2003. – Vol. 44, no. 4. – P. 34–41.

представителями промышленности[529],[530],[531],[532] могут дополняться статистической обработкой[533],[534],[535]. Реже встречаются работы на основе количественной статистики. К ним относятся корреляционный, регрессионный и экономико-статистический анализ[536],[537],[538],[539],[540],[541],[542].

[529] Liere-Netheler K., Packmohr S., Vogelsang K. Drivers of Digital Transformation in Manufacturing // Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2018). – Honolulu, HI : University of Hawai‘i at Mānoa, 2018. – P. 3926–3935. – DOI: 10.24251/HICSS.2018.493. – URL: https://doi.org/10.24251/HICSS.2018.493 (дата обращения: 22.09.2026).

[530] Miklosik A., Krah A. B. Perspectives on Digital Transformation Initiatives in the Mechanical Engineering Industry // Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13, no. 22. – Art. 12386. – DOI: 10.3390/app132212386. – URL: https://doi.org/10.3390/app132212386 (дата обращения: 22.09.2026).

[531] Bakhary N. A. Semi-Structured Interview of Industry 4.0 for SMEs in the Malaysian Construction Industry // European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies. – 2023. – Vol. 22, no. 1. – P. 9–17. – DOI: 10.34190/ecrm.22.1.1290. – URL: https://doi.org/10.34190/ecrm.22.1.1290 (дата обращения: 22.09.2026).

[532] Leontie V., Maha L.-G., Stoian I. C. COVID-19 Pandemic and Its Effects on the Usage of Information Technologies in the Construction Industry: The Case of Romania // Buildings. – 2022. – Vol. 12, no. 2. – Art. 166. – DOI: 10.3390/buildings12020166. – URL: https://doi.org/10.3390/buildings12020166 (дата обращения: 22.09.2026).

[533] Agostini L., Filippini R. Organizational and Managerial Challenges in the Path Toward Industry 4.0 // European Journal of Innovation Management. – 2019. – Vol. 22, no. 3. – P. 406–421. – DOI: 10.1108/EJIM-02-2018-0030. – URL: https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2018-0030 (дата обращения: 22.09.2026).

[534] Kokolek, N. Digital knowledge and skills – key factors for digital transformation / N. Kokolek, B. Jakovic, T. Curlin // Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium, Zadar, 23–26 октября 2019 года. Vol. 30. – Zadar, 2019. – P. 46-53. – DOI 10.2507/30th.daaam.proceedings.006. – EDN VVSLFD.

535 Andrews D., Nicoletti G., Timiliotis C. Digital Technology Diffusion: A Matter of Capabilities, Incentives or Both? // OECD Economics Department Working Papers. – Paris : OECD Publishing, 2018. – No. 1476. – 79 p. – DOI: 10.1787/7c542c16-en. – URL: https://doi.org/10.1787/7c542c16-en (дата обращения: 22.09.2026).

[536] Кобзев, В. В. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности / В. В. Кобзев, А. В. Бабкин, А. С. Скоробогатов // π-Economy. – 2022. – Т. 15, № 5. – С. 7-27. – DOI 10.18721/JE.15501. – EDN NUNQPQ.

[537] Wu X., Cai Y. The Impact of Digital Transformation on the High-Quality Development of the Manufacturing Industry: An Empirical Study Based on Systematic GMM and Threshold Modeling // Frontiers in Sustainable Development. – 2024. – Vol. 4, no. 3. – P. 1–13. – DOI: 10.54691/wrztyg91. – URL: https://doi.org/10.54691/wrztyg91 (дата обращения: 22.09.2026).

[538] Sandu M. C., Drăgulănescu I.-V., Androniceanu A.-M. The Impact of Digitalization in Romanian Automotive Industry // Digital Economy and New Value Creation : 15th International Conference on Business Excellence, ICBE 2021 / ed. by M. Busu. – Cham : Springer, 2022. – P. 61–70. – (Springer Proceedings in Business and Economics). – DOI: 10.1007/978-3-031-07265-9_6. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-07265-9_6 (дата обращения: 22.09.2026)

[539] Бабкин, А. В. Методика оценки цифровой зрелости отраслевых промышленных экосистем / А. В. Бабкин, В. В. Глухов, Е. В. Шкарупета // Организатор производства. – 2022. – Т. 30, № 3. – С. 7-20. – EDN ZIQIWS..

[540] Akberdina, V. V. Efficiency of digital transition in industry: Russian experience / V. V. Akberdina // Intellect. Innovations. Investments. – 2023. – No. 1. – P. 10-18. – DOI 10.25198/2077-7175-2023-1-10. – EDN VLEOBA.

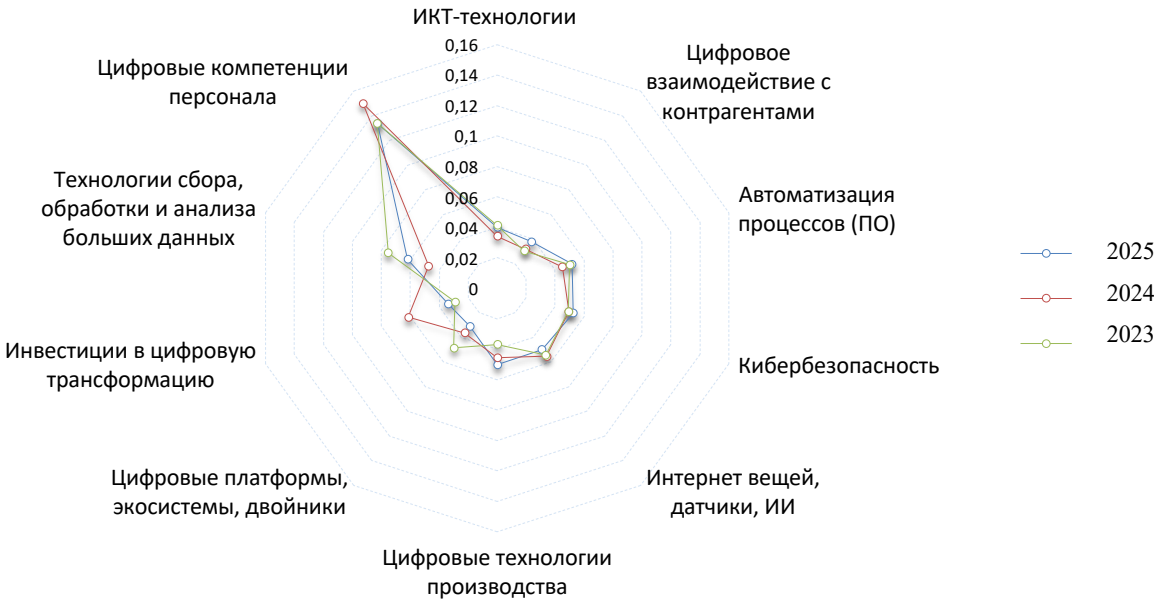
[541] Tanina A., Ivanova M., Kulkaev G., Tanin E. Model of State Support for the Digital Transformation of the Manufacturing Industry in Russian Regions // International Journal of Technology. – 2022. – Vol. 13, no. 7. – P. 1538–1547. – DOI: 10.14716/ijtech.v13i7.6219. – URL: https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6219 (дата обращения: 22.09.2026).

[542] Цехла, С. Ю. Сетевое взаимодействие как ресурс инновационного развития промышленности Крыма / С. Ю. Цехла, Н. А. Симченко, В. И. Филонов // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5 (15), № 2. – С. 69-78. – EDN TYEBFS.

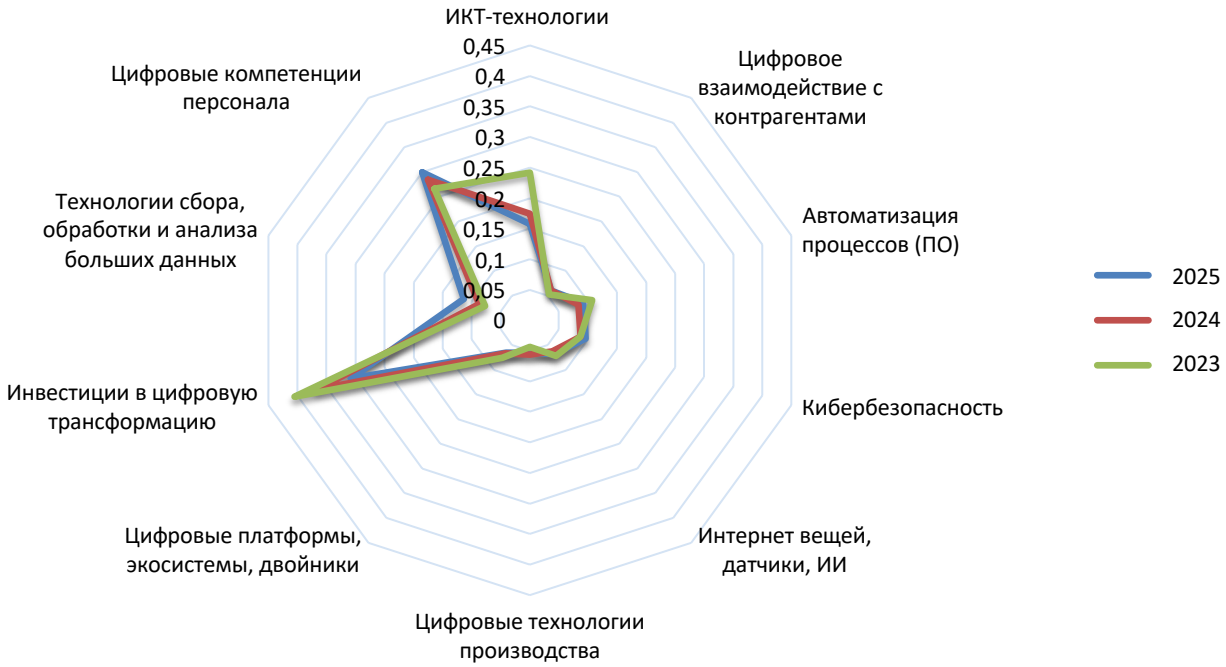
Приложение 3

Профили уровня цифровой трансформации по отраслям промышленности за 2023-2025 года

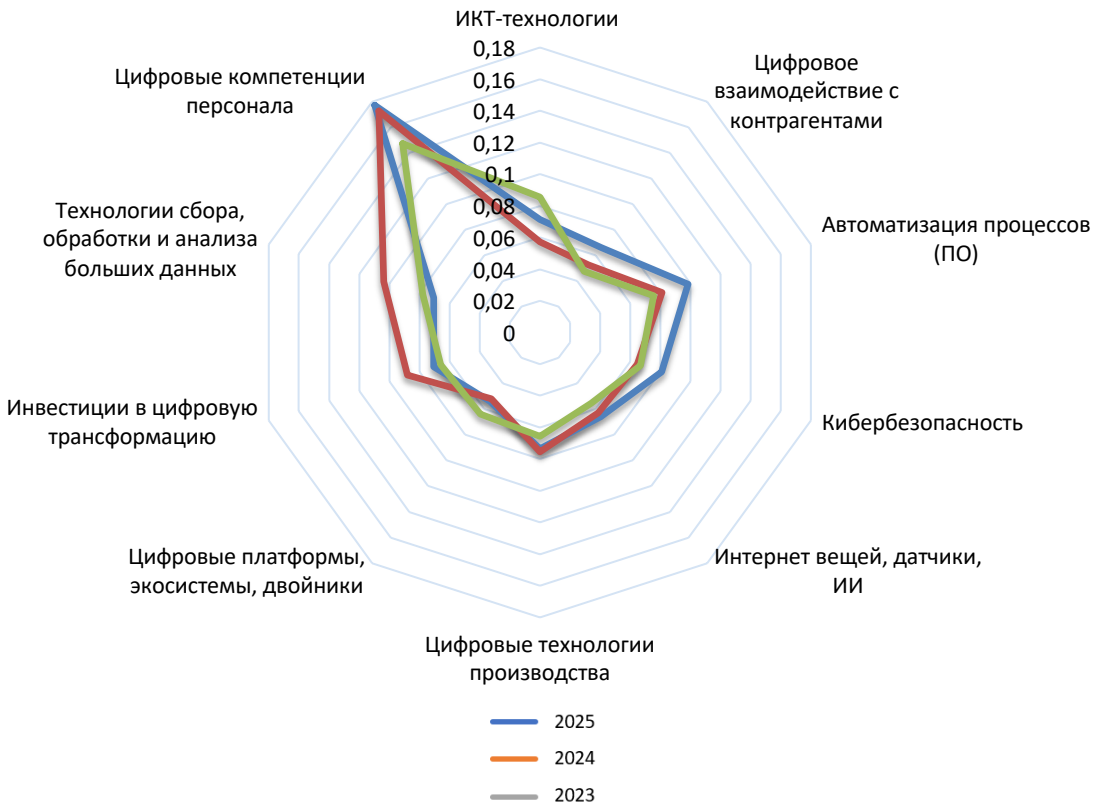
Добыча угля



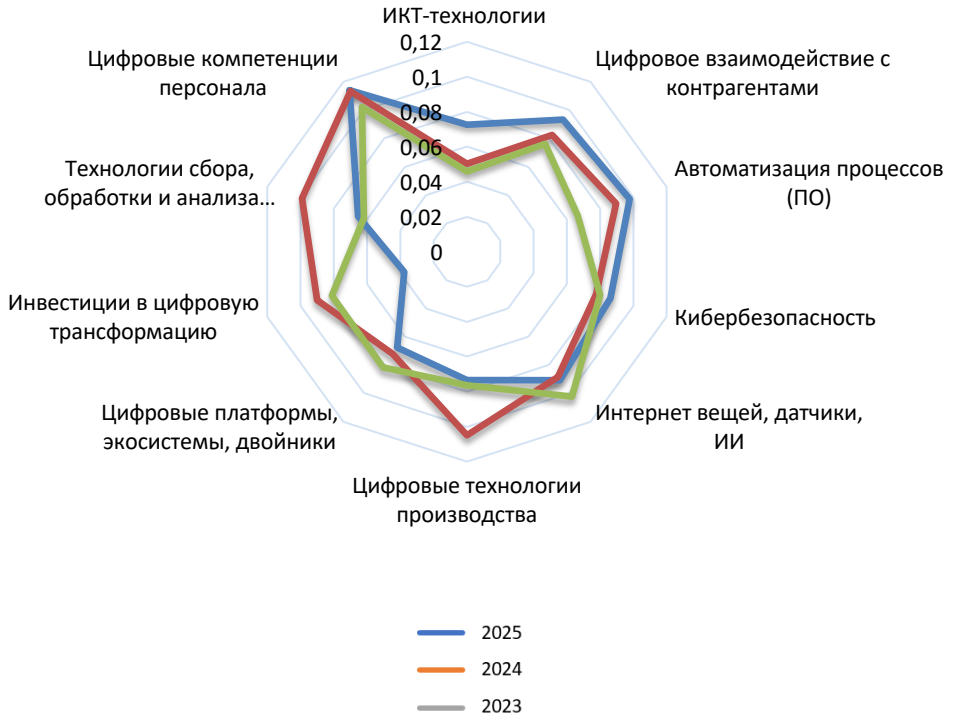
Добыча нефти и природного газа



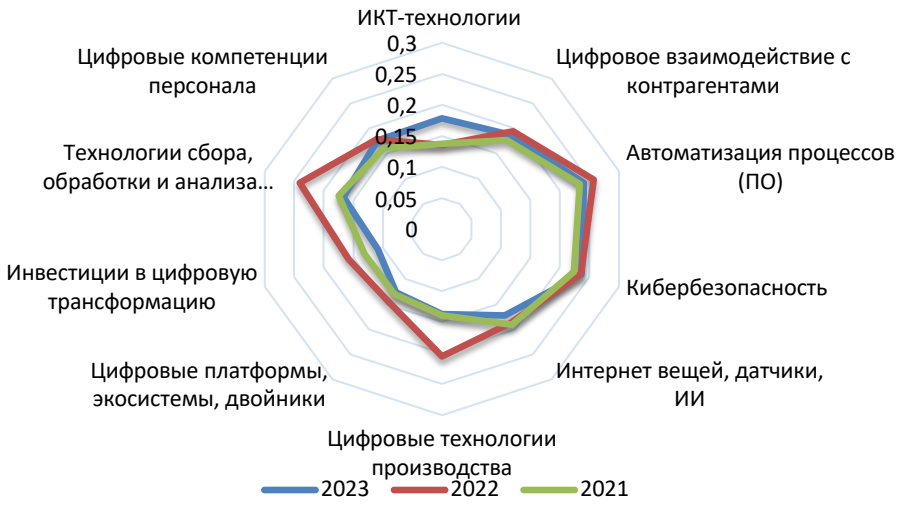
Добыча металлических руд



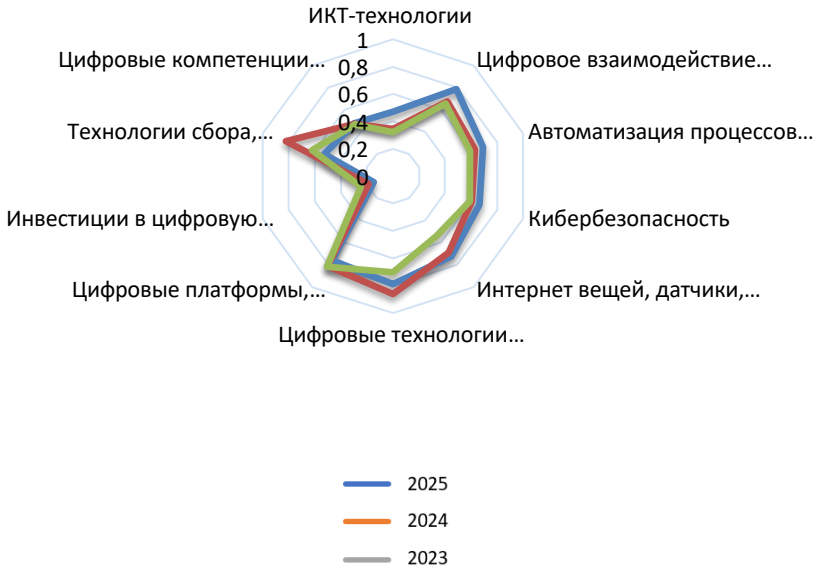
Добыча прочих полезных ископаемых



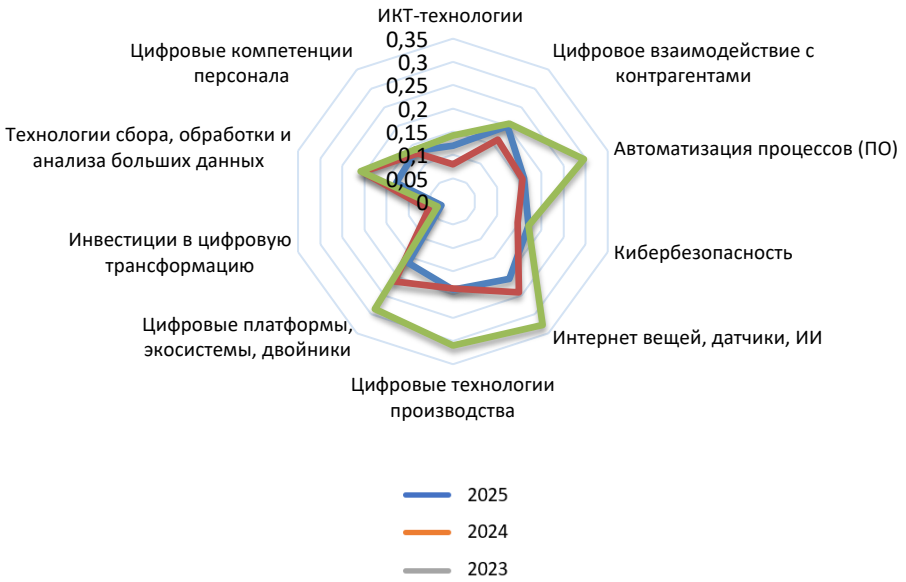
Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых



Производство пищевых продуктов



Производство напитков



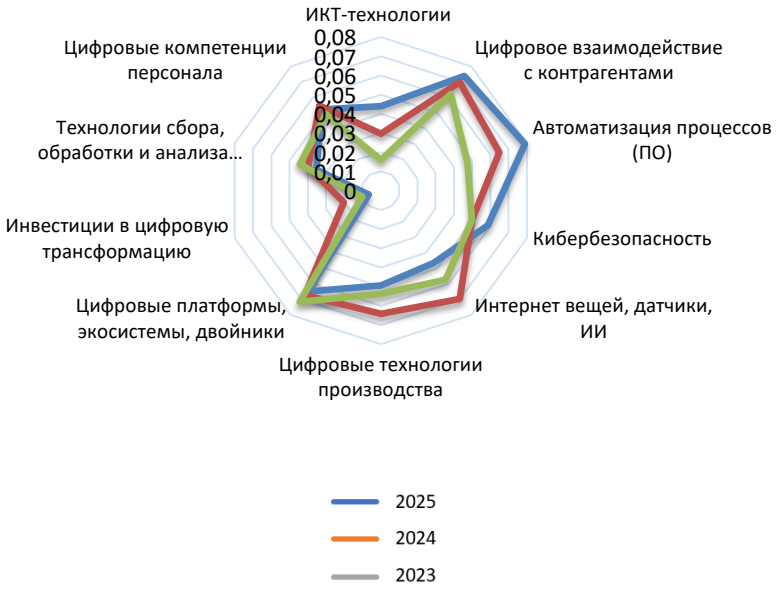
Производство табачных изделий



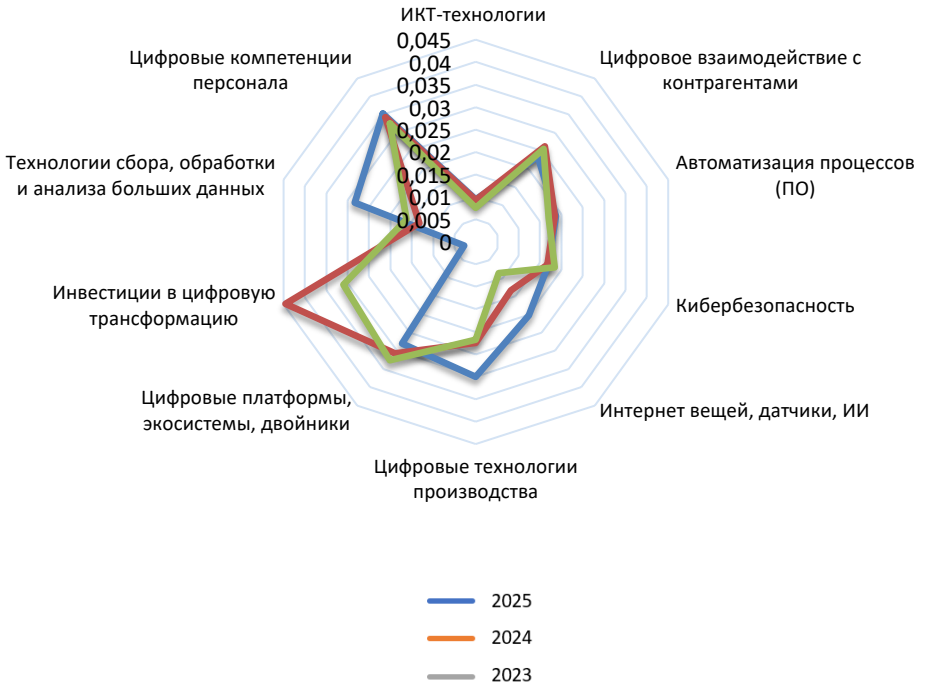
Производство текстильных изделий



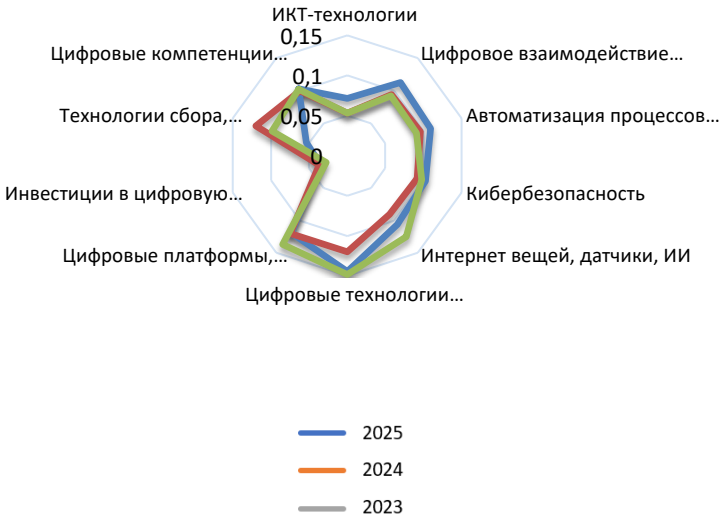
Производство одежды



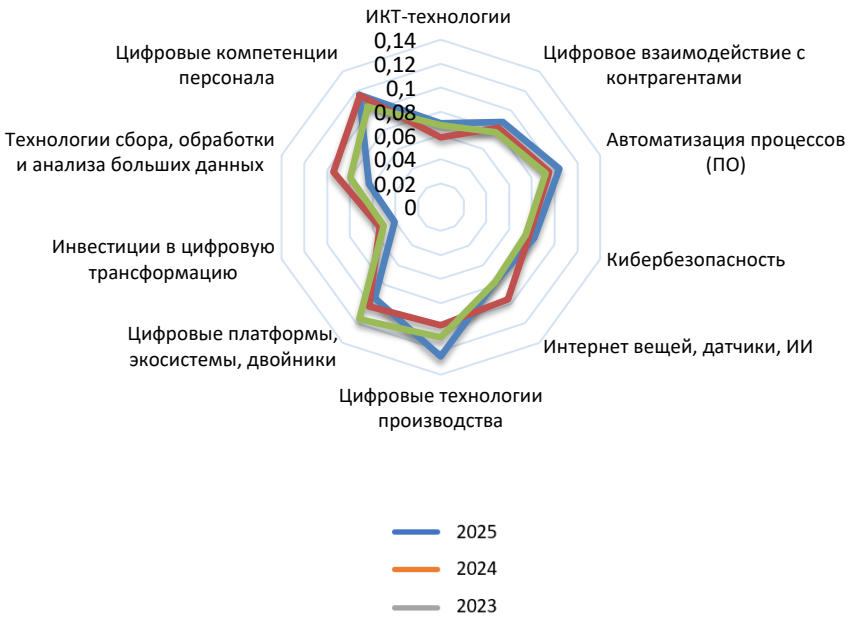
Производство кожи и изделий из кожи



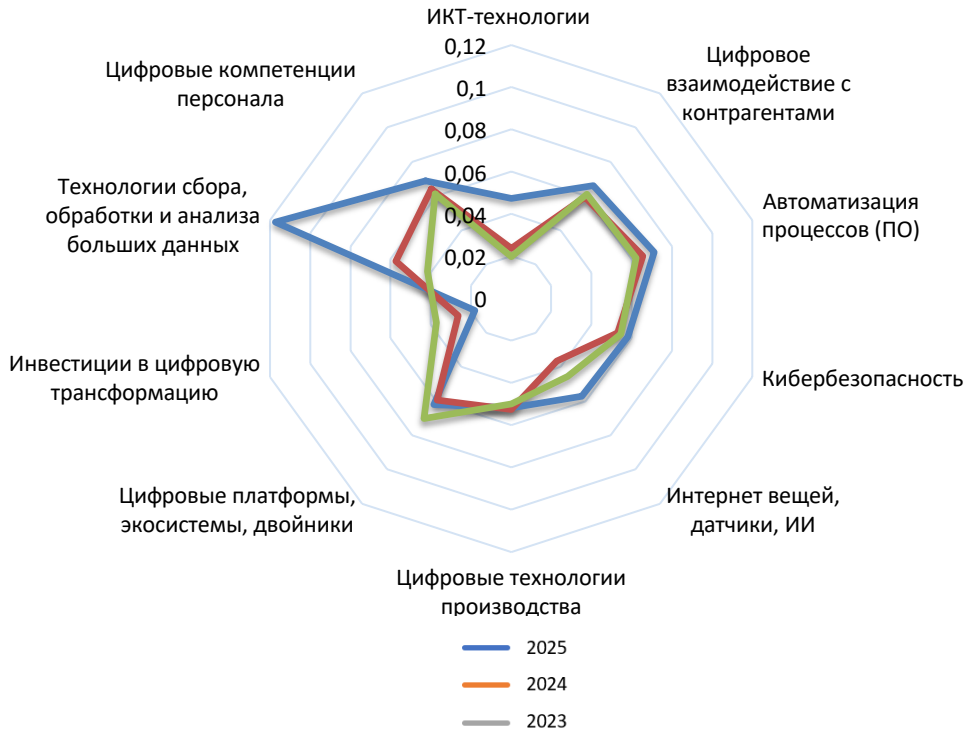
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения



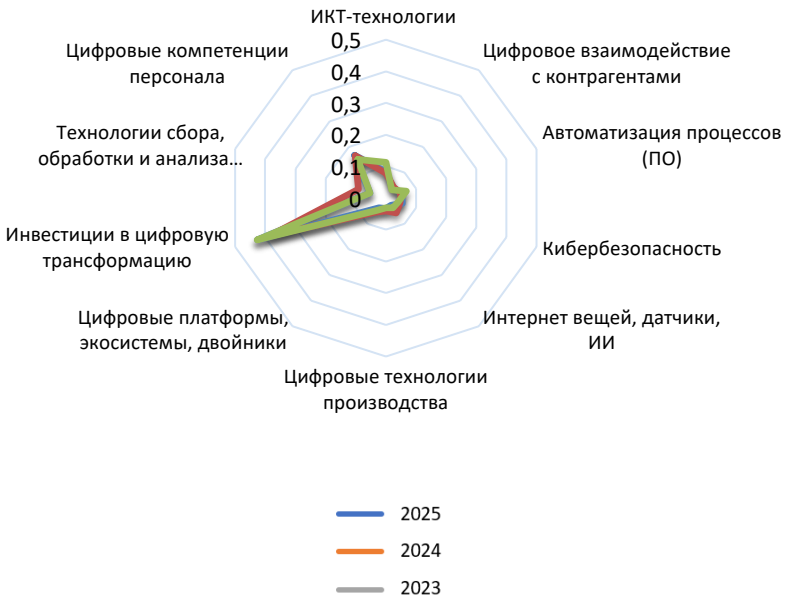
Производство бумаги и бумажных изделий



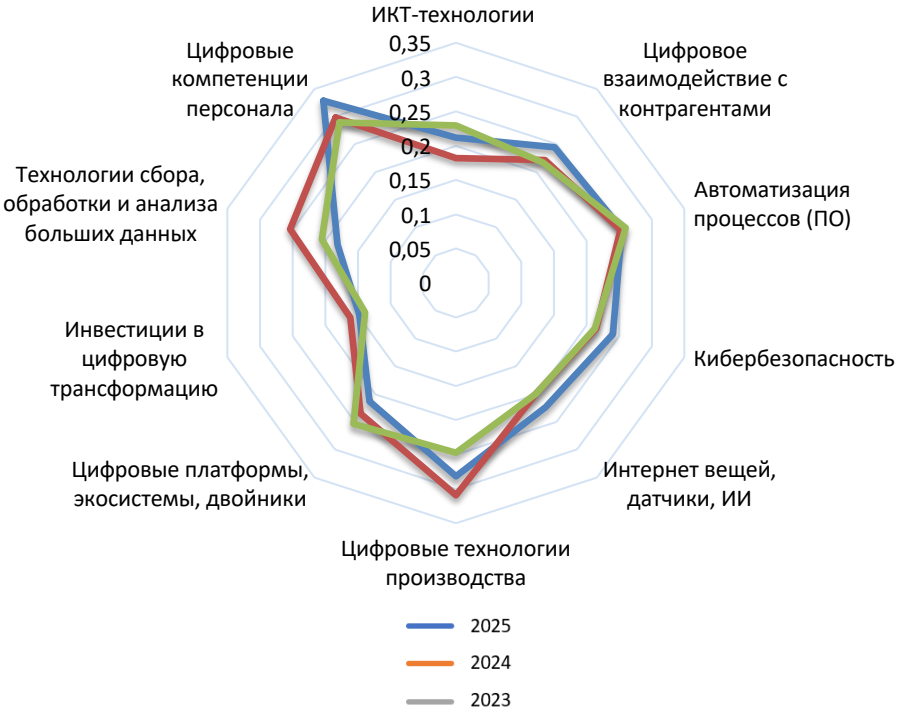
Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации



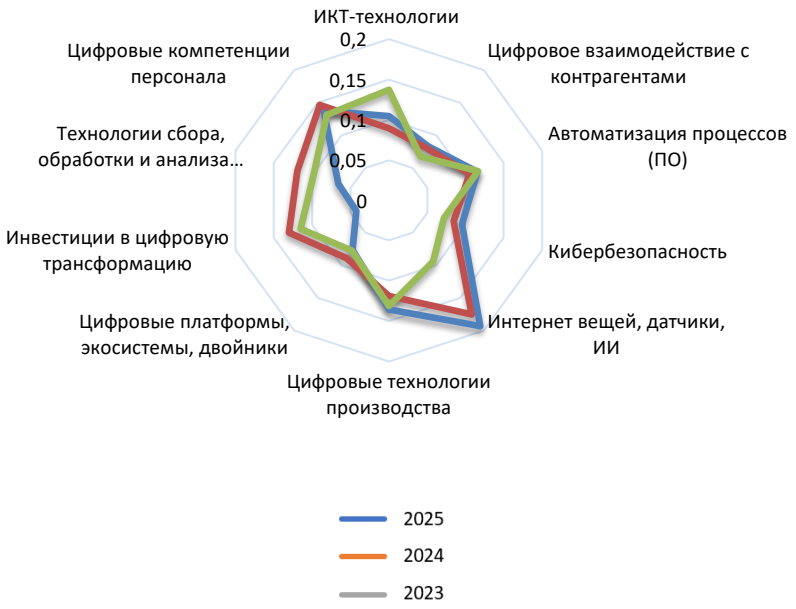
Производство кокса и нефтепродуктов



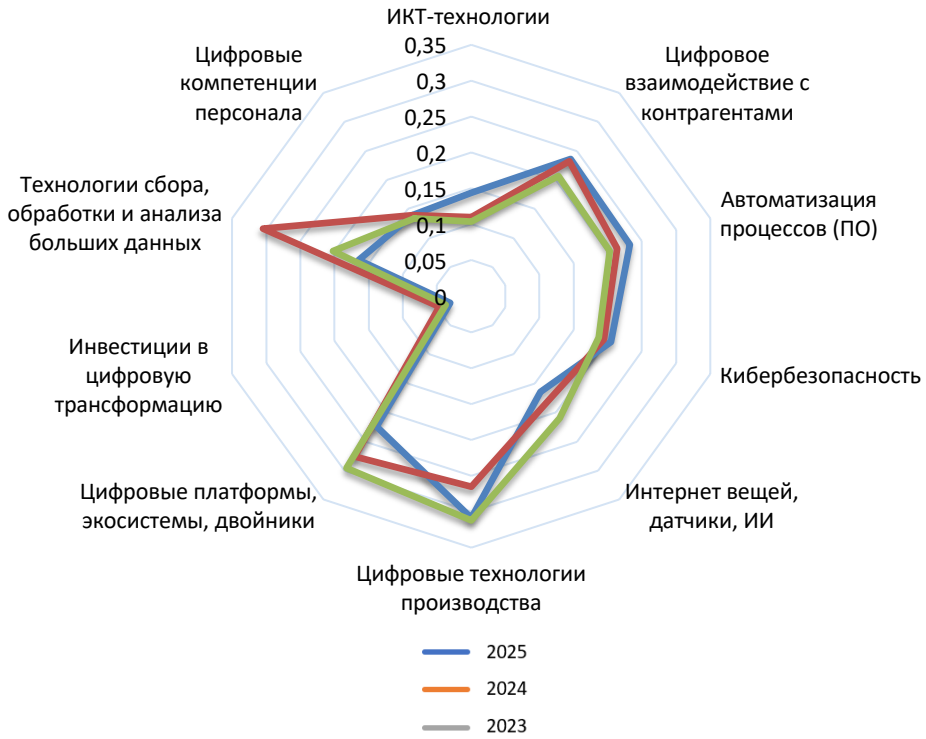
Производство химических веществ и химических продуктов



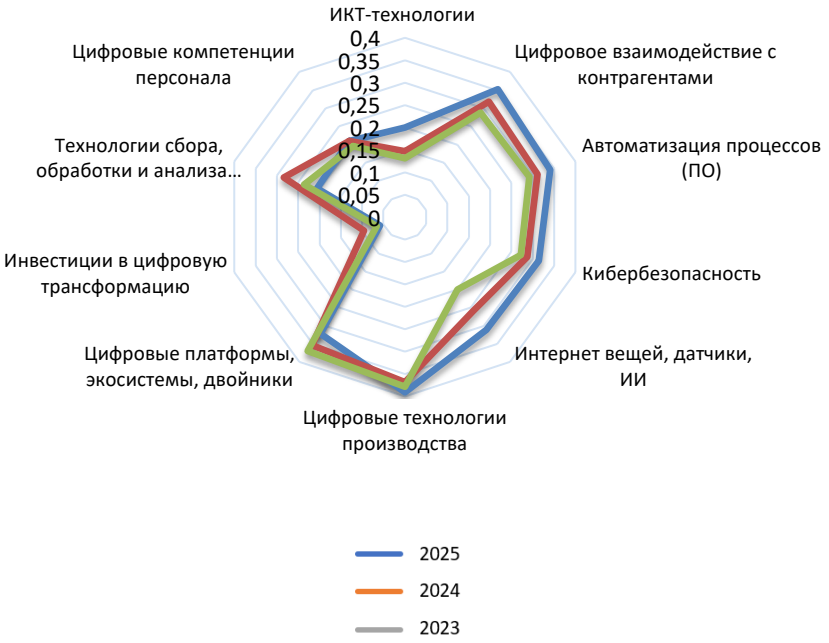
Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях и ветеринарии



Производство резиновых и пластмассовых изделий



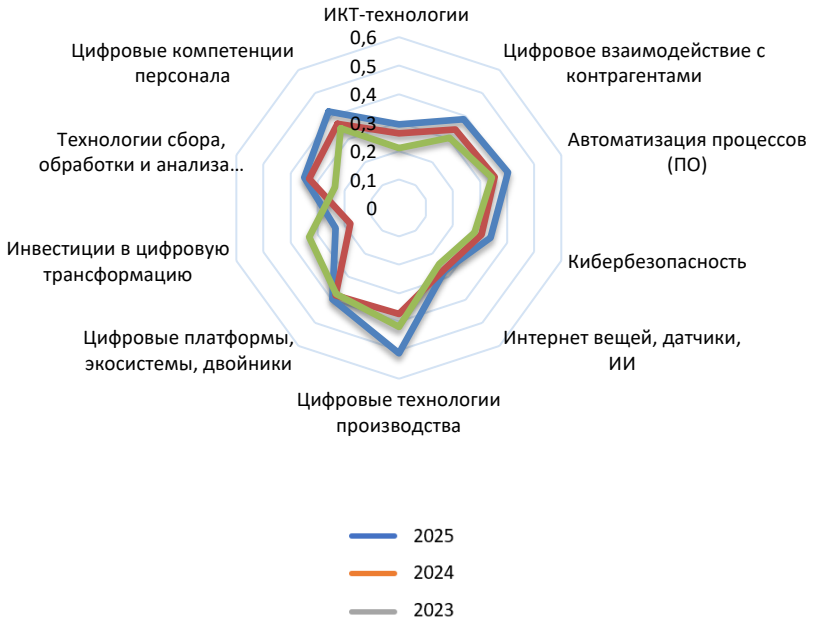
Производство прочей неметаллической минеральной продукции



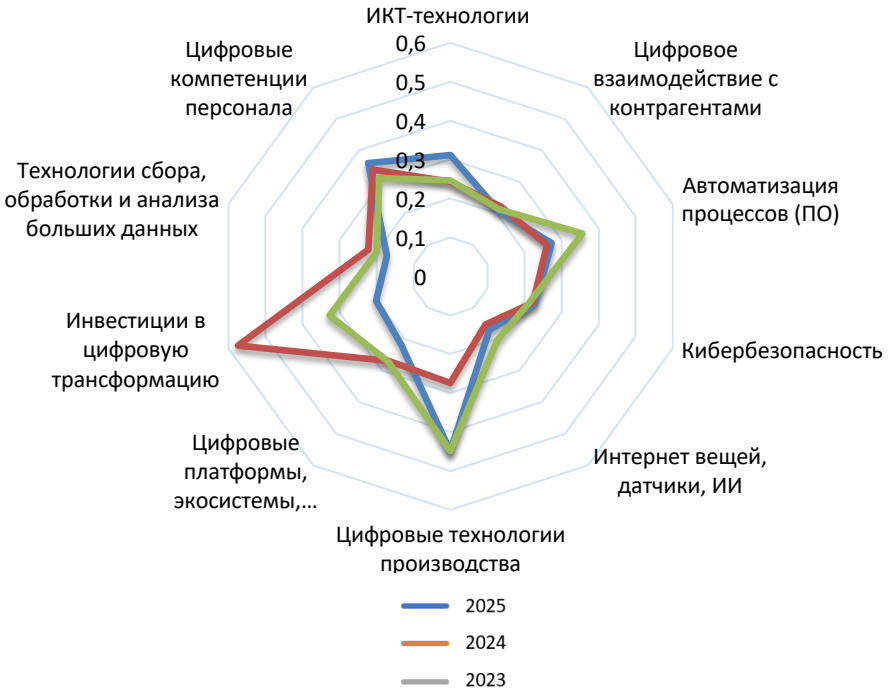
Производство металлургическое



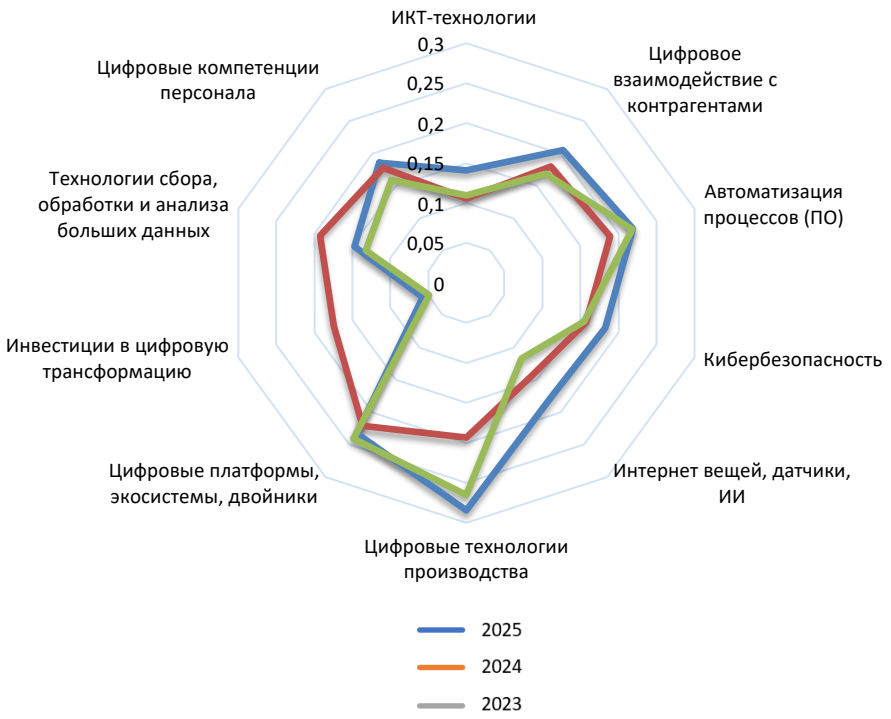
Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования



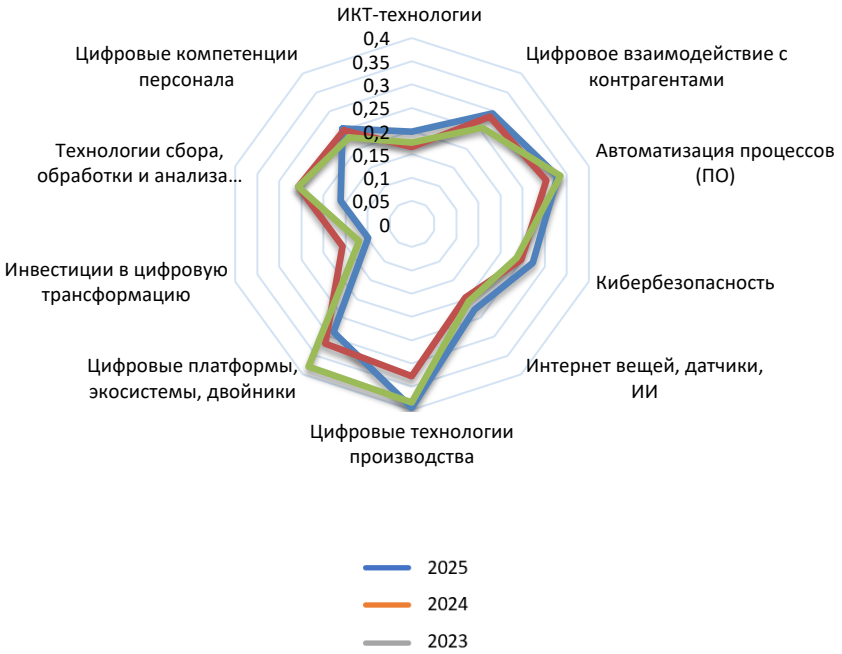
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий



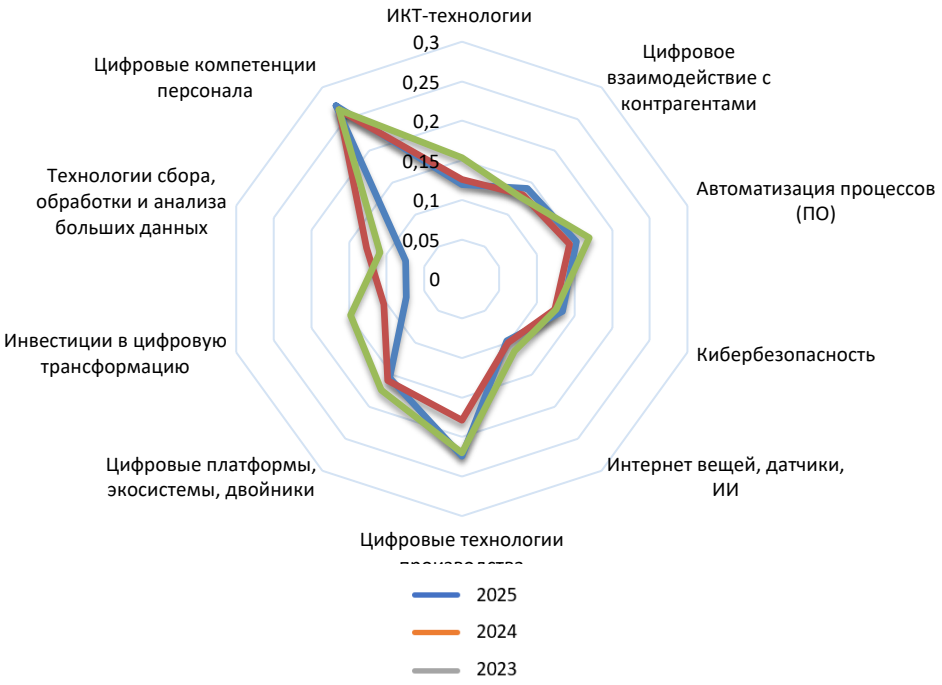
Производство электрического оборудования



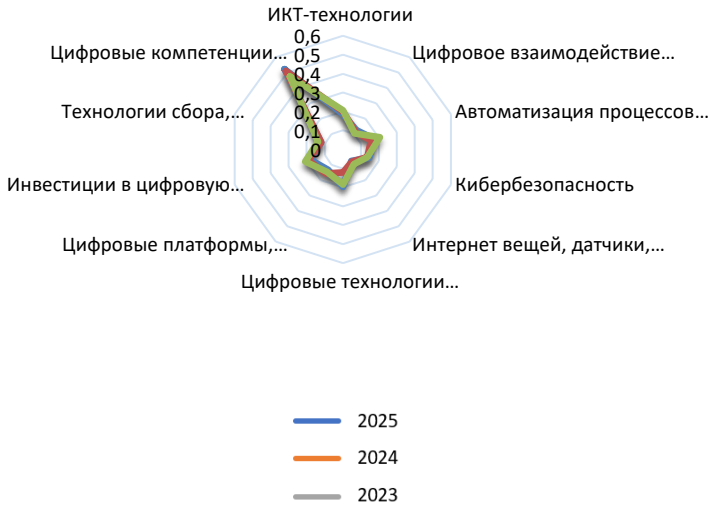
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки



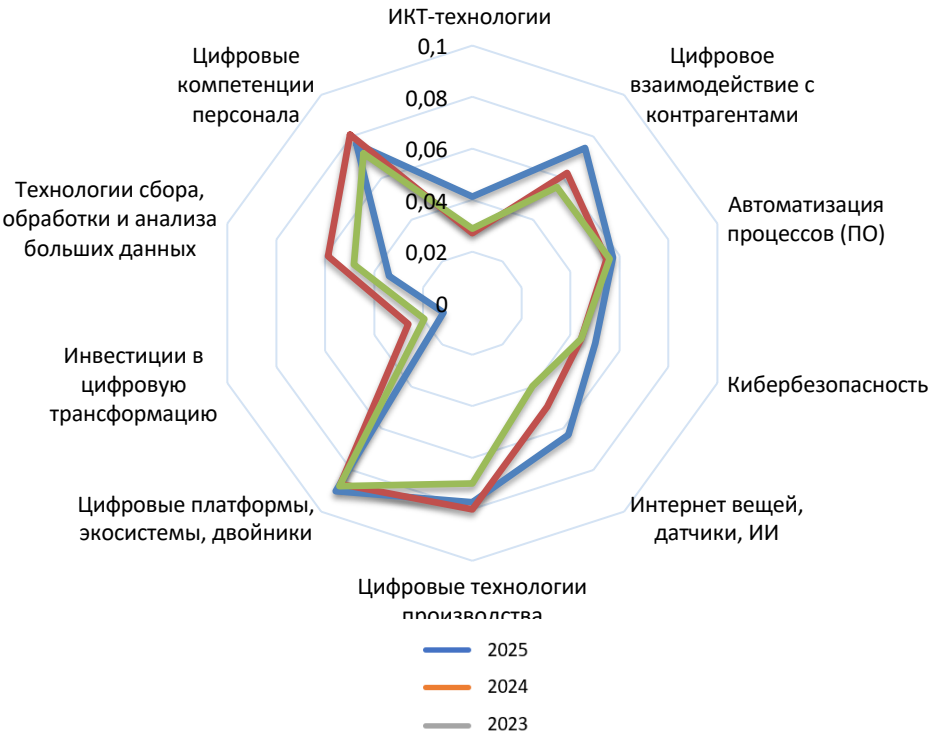
Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов



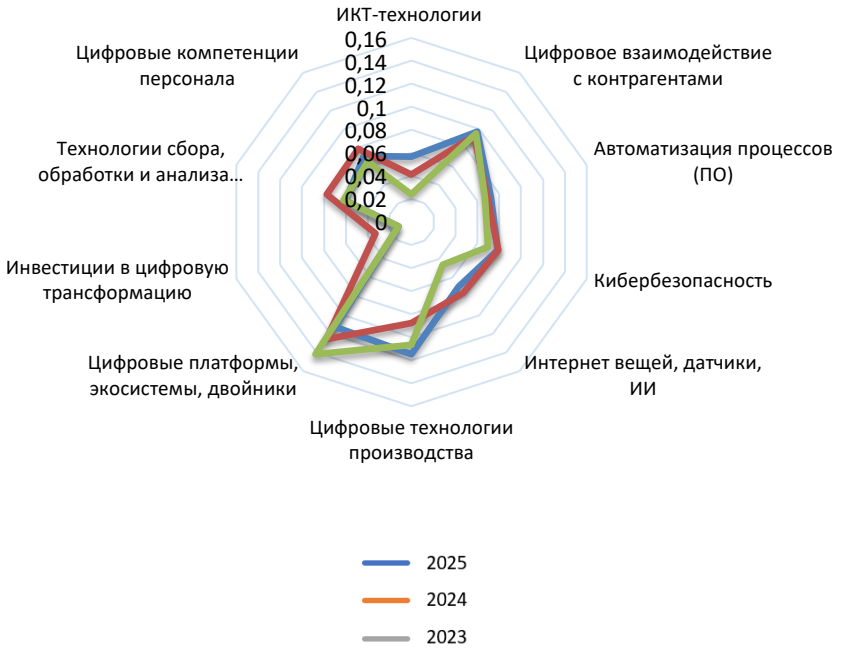
Производство прочих транспортных средств и оборудования



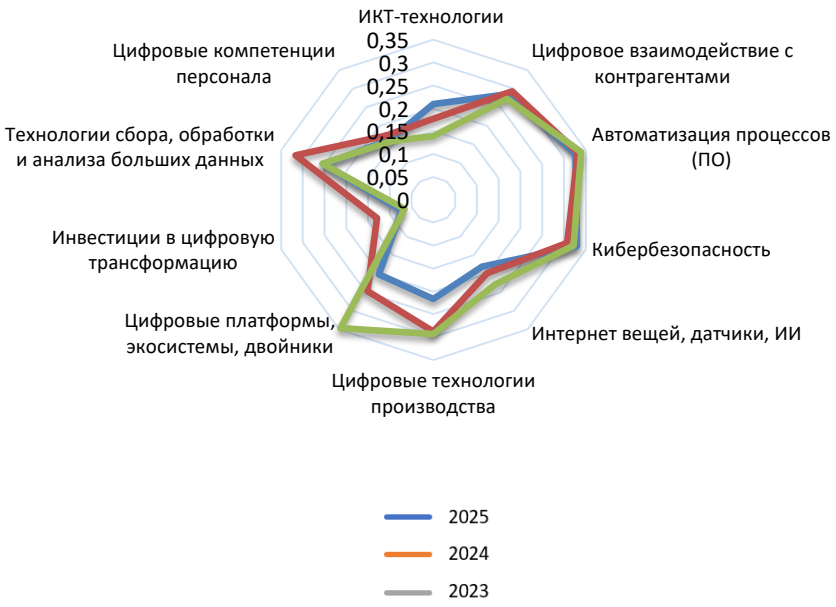
Производство мебели



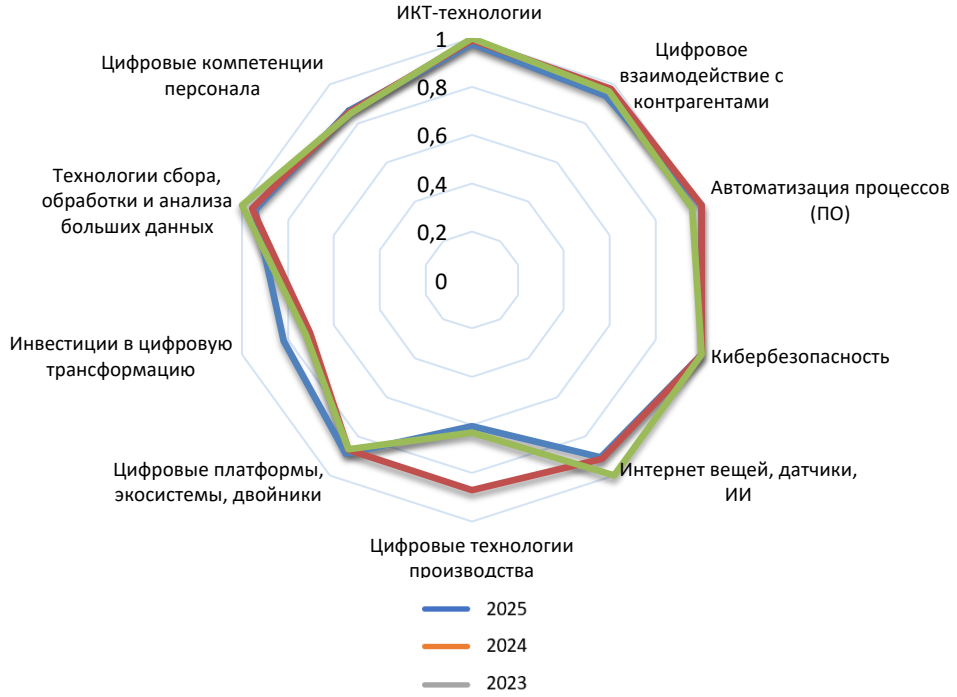
Производство прочих готовых изделий



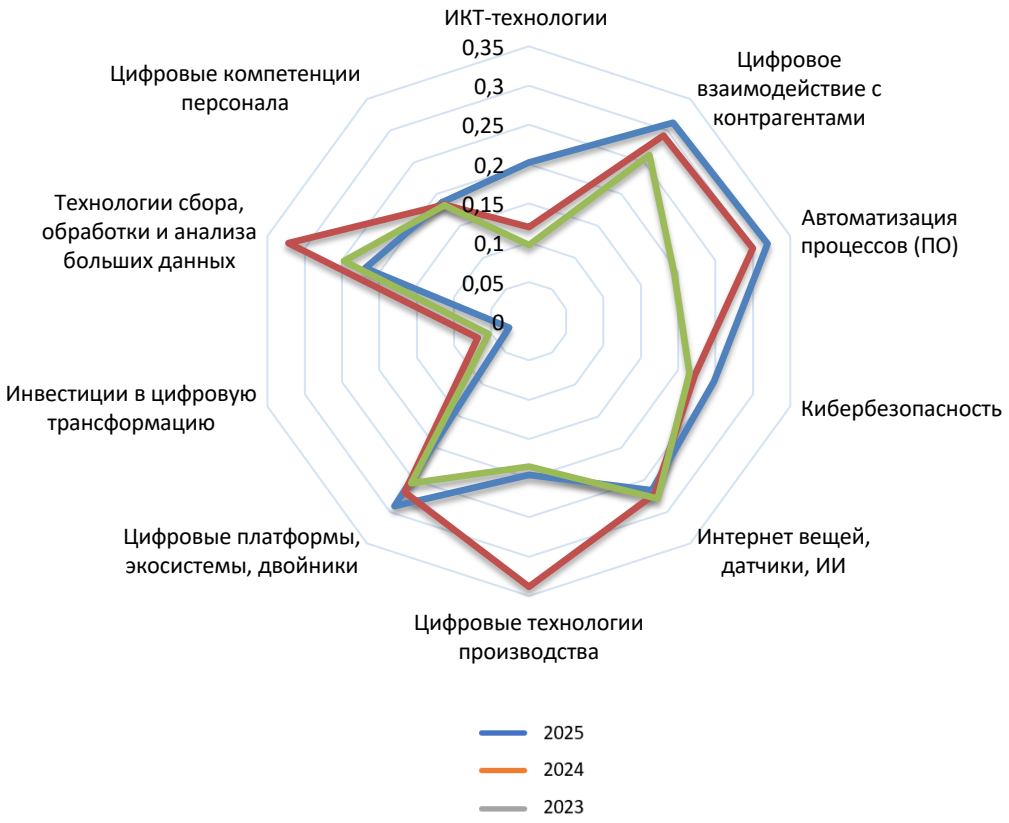
Ремонт и монтаж машин и оборудования



Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха



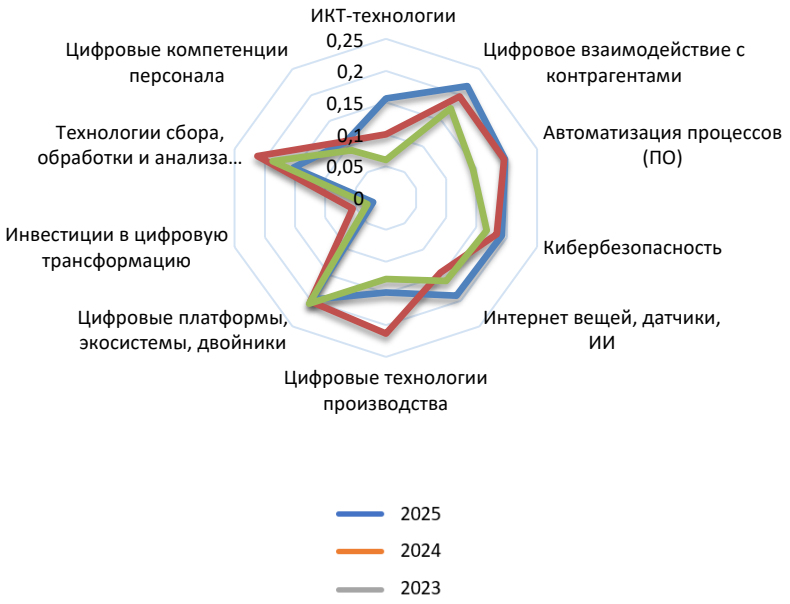
Забор, очистка и распределение воды



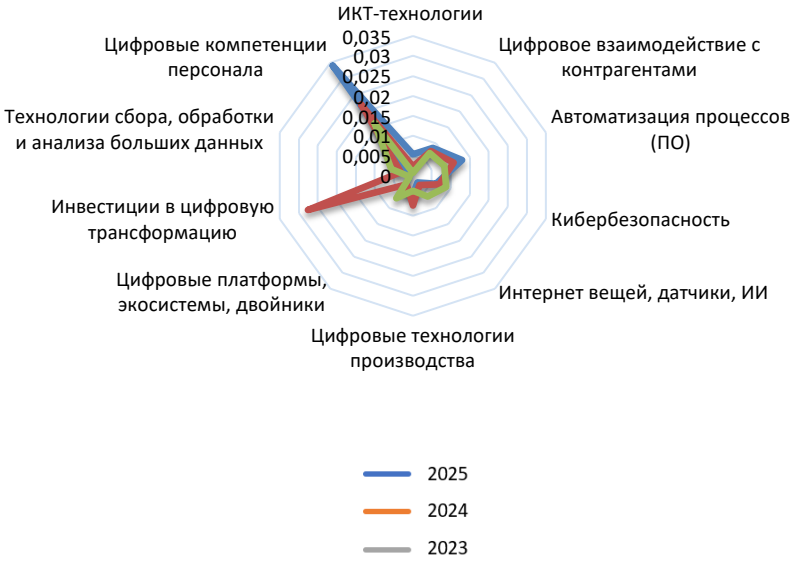
Сбор и обработка сточных вод



Сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья

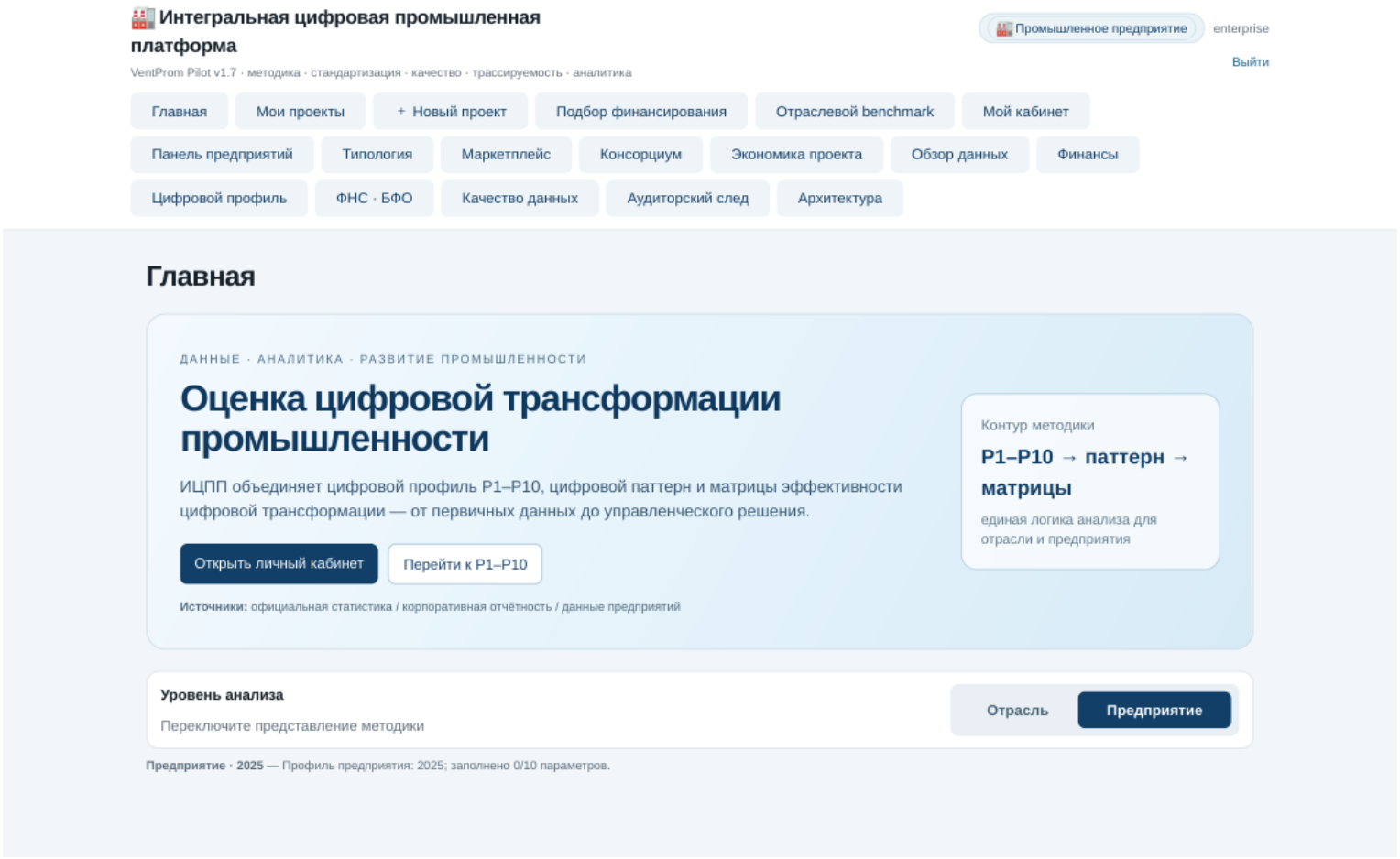


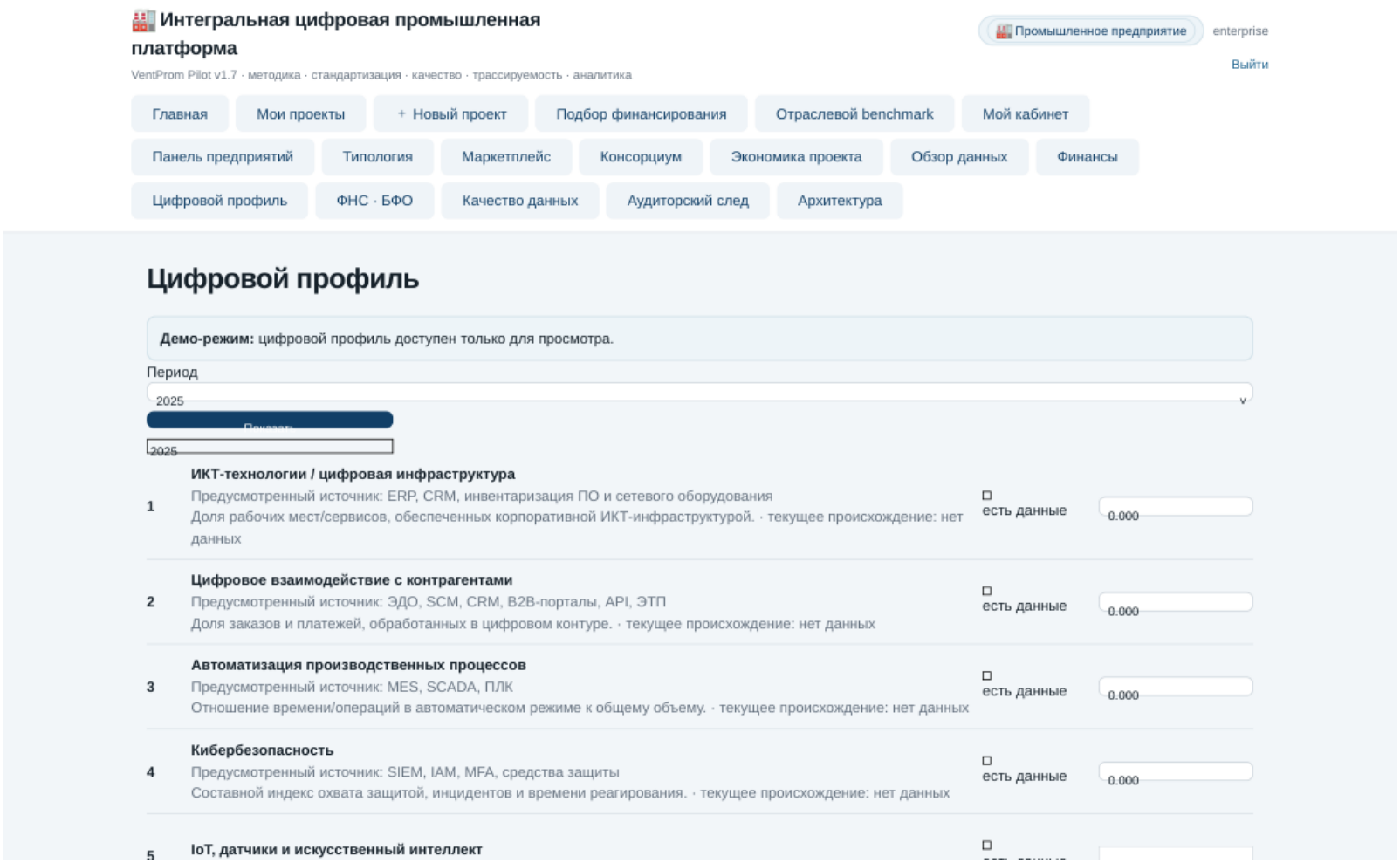
Предоставление услуг в области ликвидации последствий загрязнений и прочих услуг, связанных с удалением отходов

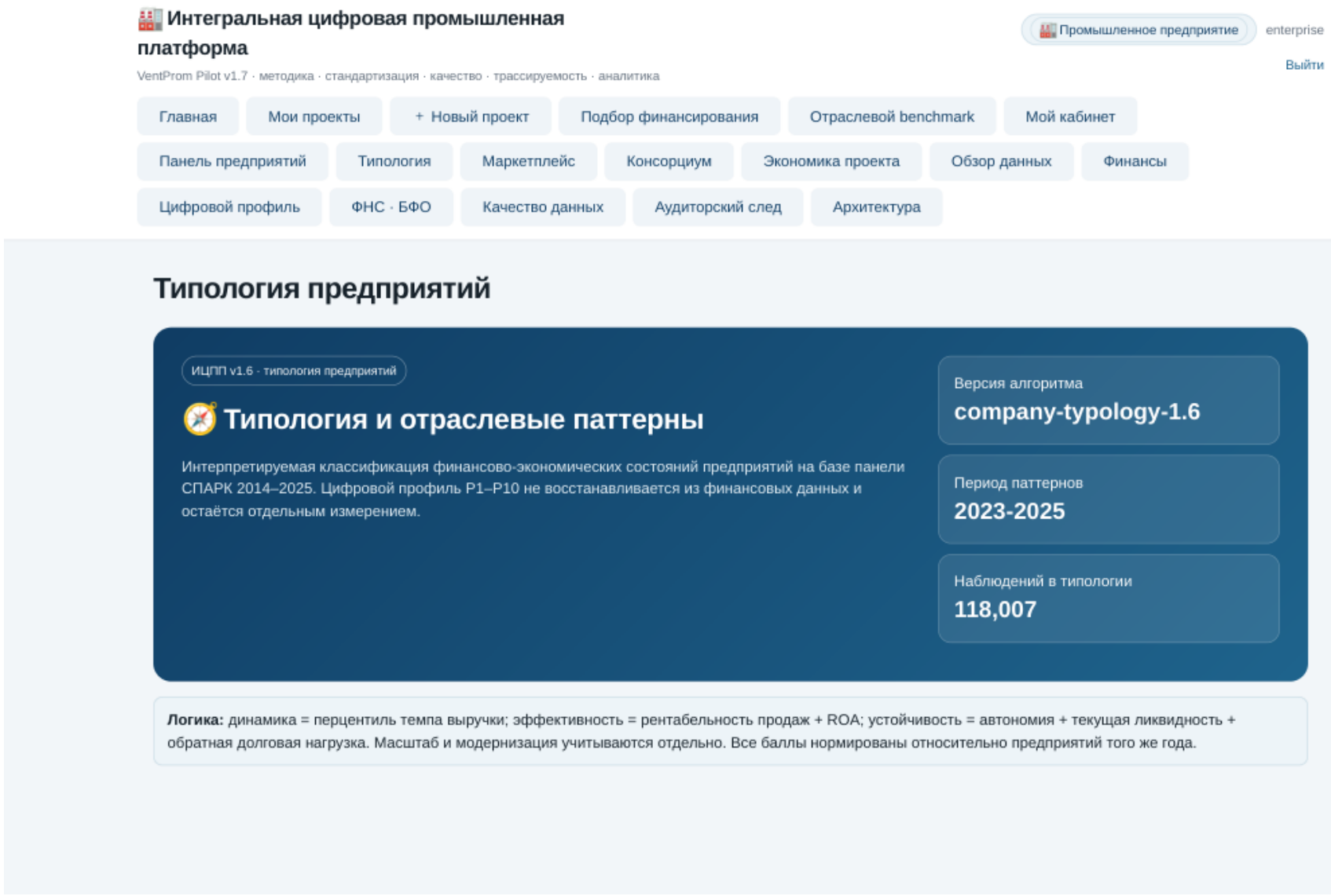


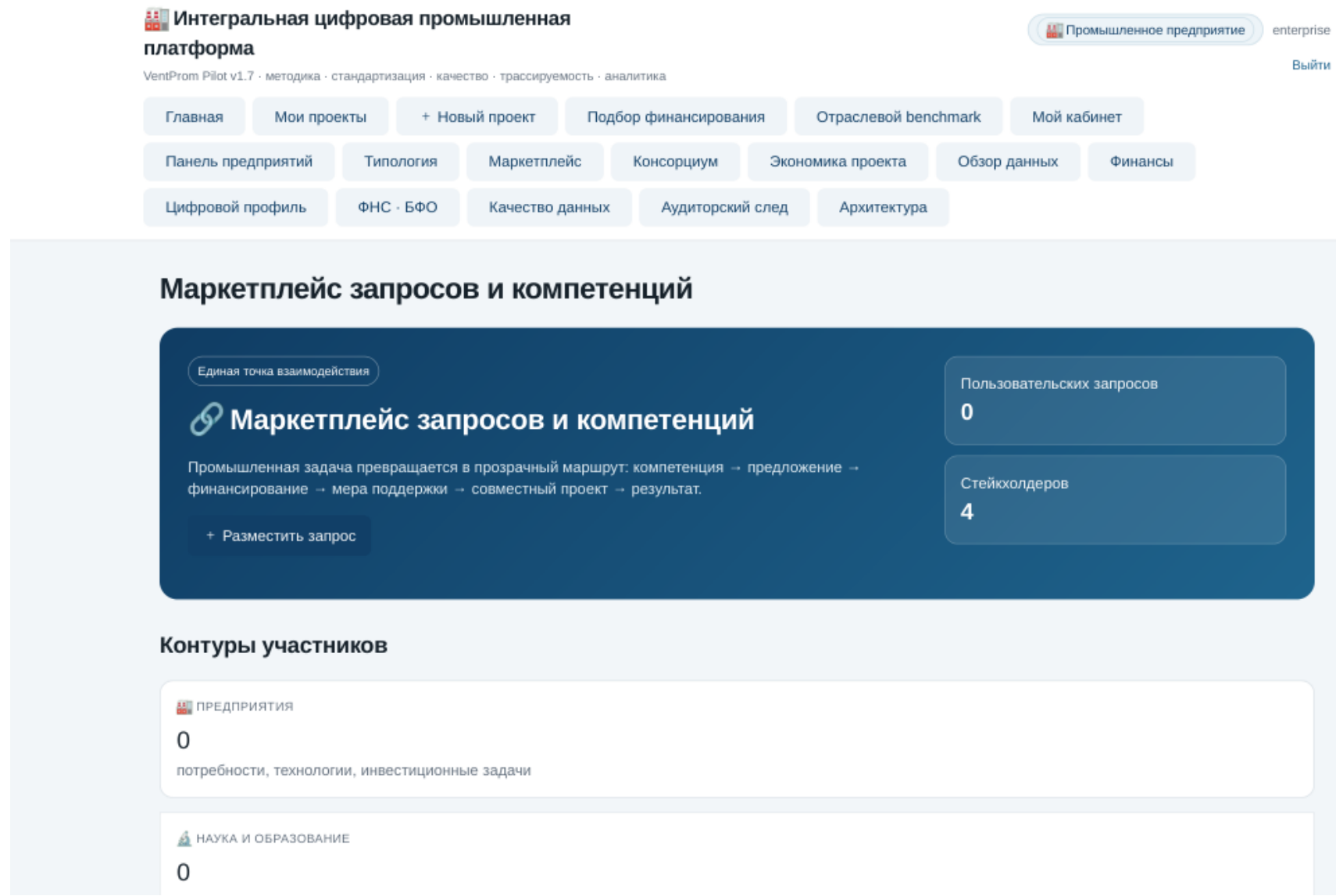
Приложение И

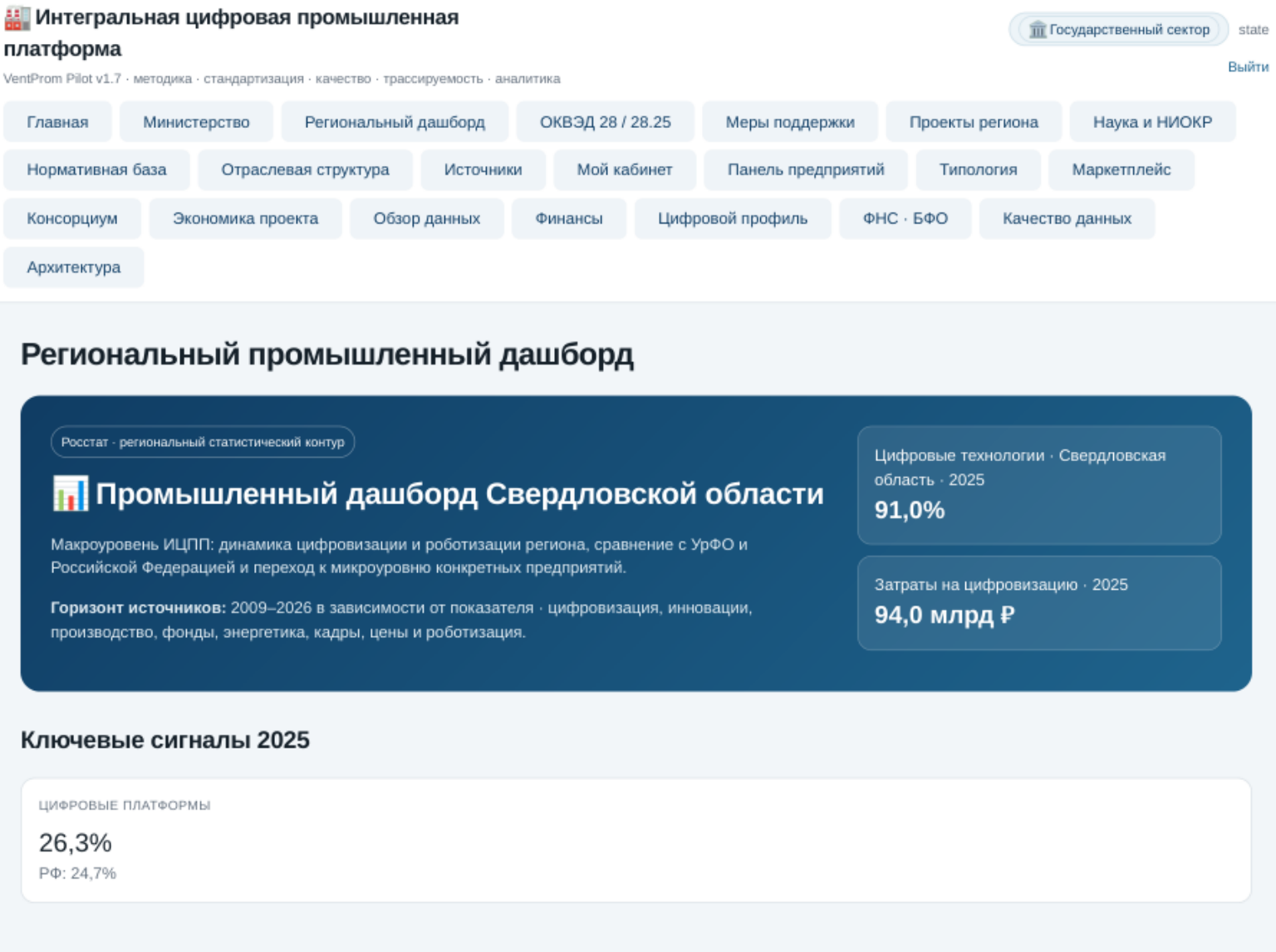
Интерфейс и функциональные контуры цифровой платформы промышленности УрФО

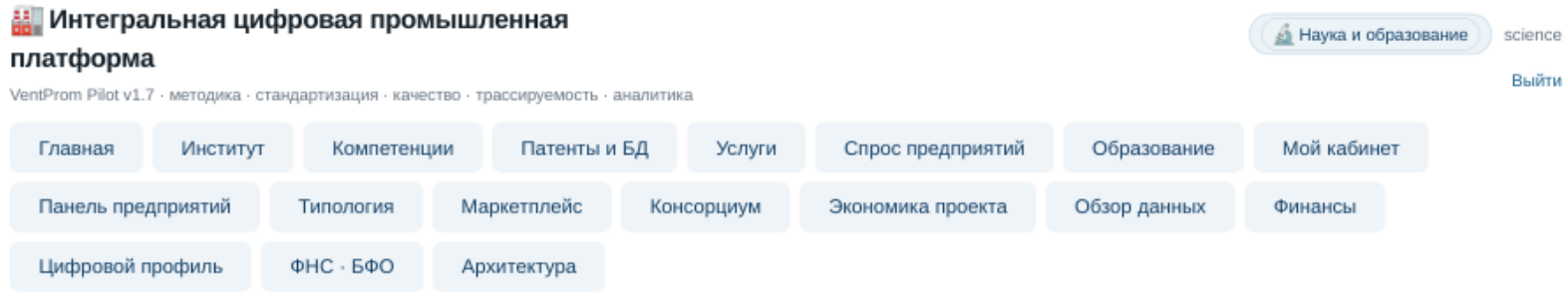



Интегральная цифровая промышленная платформа
VentProm Pilot v1.7 · методика · стандартизация · качество · трассируемость · аналитика
Промышленное предприятие
enterprise
Выйти
Главная
Мои проекты
+ Новый проект
Подбор финансирования
Отраслевой benchmark
Мой кабинет
Панель предприятий
Типология
Маркетплейс
Консорциум
Экономика проекта
Обзор данных
Финансы
Цифровой профиль
ФНС · БФО
Качество данных
Аудиторский след
Архитектура
Цифровой профиль
Демо-режим: цифровой профиль доступен только для просмотра.
Период
2025
Показать
2025
1
ИКТ-технологии / цифровая инфраструктура
Предусмотренный источник: ERP, CRM, инвентаризация ПО и сетевого оборудования
Доля рабочих мест/сервисов, обеспеченных корпоративной ИКТ-инфраструктурой. · текущее происхождение: нет данных
есть данные
0.000
2
Цифровое взаимодействие с контрагентами
Предусмотренный источник: ЭДО, SCM, CRM, B2B-порталы, API, ЭТП
Доля заказов и платежей, обработанных в цифровом контуре. · текущее происхождение: нет данных
есть данные
0.000
3
Автоматизация производственных процессов
Предусмотренный источник: MES, SCADA, ПЛК
Отношение времени/операций в автоматическом режиме к общему объему. · текущее происхождение: нет данных
есть данные
0.000
4
Кибербезопасность
Предусмотренный источник: SIEM, IAM, MFA, средства защиты
Составной индекс охвата защитой, инцидентов и времени реагирования. · текущее происхождение: нет данных
есть данные
0.000
5
IoT, датчики и искусственный интеллект


🏭 Интегральная цифровая промышленная платформа
VentProm Pilot v1.7 · методика · стандартизация · качество · трассируемость · аналитика
🏭 Промышленное предприятие
enterprise
Выйти
Главная
Мои проекты
+ Новый проект
Подбор финансирования
Отраслевой benchmark
Мой кабинет
Панель предприятий
Типология
Маркетплейс
Консорциум
Экономика проекта
Обзор данных
Финансы
Цифровой профиль
ФНС · БФО
Качество данных
Аудиторский след
Архитектура
Типология предприятий
ИЦПП v1.6 - типология предприятий
🧭 Типология и отраслевые паттерны
Интерпретируемая классификация финансово-экономических состояний предприятий на базе панели СПАРК 2014–2025. Цифровой профиль P1–P10 не восстанавливается из финансовых данных и остаётся отдельным измерением.
Версия алгоритма
company-typology-1.6
Период паттернов
2023-2025
Наблюдений в типологии
118,007
Логика: динамика = перцентиль темпа выручки; эффективность = рентабельность продаж + ROA; устойчивость = автономия + текущая ликвидность + обратная долговая нагрузка. Масштаб и модернизация учитываются отдельно. Все баллы нормированы относительно предприятий того же года.


Интегральная цифровая промышленная платформа
VentProm Pilot v1.7 · методика · стандартизация · качество · трассируемость · аналитика
Промышленное предприятие
enterprise
Выйти
Главная
Мои проекты
+ Новый проект
Подбор финансирования
Отраслевой benchmark
Мой кабинет
Панель предприятий
Типология
Маркетплейс
Консорциум
Экономика проекта
Обзор данных
Финансы
Цифровой профиль
ФНС · БФО
Качество данных
Аудиторский след
Архитектура
Маркетплейс запросов и компетенций
Единая точка взаимодействия
Маркетплейс запросов и компетенций
Промышленная задача превращается в прозрачный маршрут: компетенция → предложение → финансирование → мера поддержки → совместный проект → результат.
+ Разместить запрос
Пользовательских запросов
0
Стейкхолдеров
4
Контуры участников
ПРЕДПРИЯТИЯ
0
потребности, технологии, инвестиционные задачи
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ
0


Интегральная цифровая промышленная платформа
VentProm Pilot v1.7 · методика · стандартизация · качество · трассируемость · аналитика
Государственный сектор
state
Выйти
Главная
Министерство
Региональный дашборд
ОКВЭД 28 / 28.25
Меры поддержки
Проекты региона
Наука и НИОКР
Нормативная база
Отраслевая структура
Источники
Мой кабинет
Панель предприятий
Типология
Маркетплейс
Консорциум
Экономика проекта
Обзор данных
Финансы
Цифровой профиль
ФНС · БФО
Качество данных
Архитектура
Региональный промышленный дашборд
Росстат - региональный статистический контур
Промышленный дашборд Свердловской области
Макроуровень ИЦПП: динамика цифровизации и роботизации региона, сравнение с УрФО и Российской Федерацией и переход к микроуровню конкретных предприятий.
Горизонт источников: 2009–2026 в зависимости от показателя · цифровизация, инновации, производство, фонды, энергетика, кадры, цены и роботизация.
Цифровые технологии · Свердловская область · 2025
91,0%
Затраты на цифровизацию · 2025
94,0 млрд ₽
Ключевые сигналы 2025
ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ
26,3%
РФ: 24,7%



Институт экономики УрО РАН

Научная организация

🔬 Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук

Поставщик научных компетенций, данных, методик, экспертизы и образовательного сопровождения для промышленности, инвесторов и органов власти.

Город: Екатеринбург

Дата снимка
2026-09-11

Тип участника
Наука

Что получает участник платформы

Предприятие

Поиск исследовательской компетенции, экспертиза проекта, аналитика, сопровождение господдержки и кадрового заказа.