

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»

На правах рукописи

ГНАТЫШИНА ЕЛИЗАВЕТА ИГОРЕВНА

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ КОГНИТИВНО-ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ**

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика инноваций)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Научный консультант
доктор экономических наук, профессор
Тюкавкин Николай Михайлович

Самара – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Теоретические положения формирования и развития процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса РФ	17
1.1 Сущность и содержание когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности РФ	17
1.2 Теоретико-методологическая платформа когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса России	34
1.3 Информационная среда когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности	50
2 Методология анализа и оценки когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса РФ	63
2.1 Методологический подход к оценке развития инновационной деятельности промышленного комплекса в условиях цифровой экономики и технологического суверенитета.....	63
2.2 Методология анализа и оценки эффективности инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса в условиях когнитивно-цифровой трансформации.....	87
2.3 Методика оценки инновационной активности промышленных предприятий РФ в контексте когнитивно-цифровой трансформации	102
3 Анализ когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса РФ	121
3.1 Анализ инновационной деятельности и процессов когнитивно-цифровой трансформации промышленного комплекса РФ	121

3.2 Управление развитием цифровой среды инновационной деятельности промышленного комплекса	149
3.3 Модель и методика оценки эффективности процессов когнитивно-цифровой трансформации на предприятиях промышленного комплекса при освоении производственных мощностей	161
4 Механизм внедрения процессов когнитивно-цифровой трансформации в деятельность промышленных предприятий РФ на основе сервисной коммуникации	181
4.1 Формирование и развитие цифровых платформ как инструмента когнитивно-цифровой трансформации промышленных экосистем	181
4.2 Концепция формирования сервисных коммуникаций когнитивно-цифровой трансформации промышленного комплекса РФ на основе цифровой платформизации	198
4.3 Методология формализации процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных экосистем.....	212
5 Развитие методологии, инструментария и технологий когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности России.....	227
5.1 Методология развития инструментария институционального обеспечения платформы когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных предприятий	227
5.2 Концепция когнитивно-цифровой трансформации инноваций в промышленном комплексе РФ.....	243
5.3 Тенденции и перспективы развития методологии, инструментария и технологий когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса РФ.....	256
Заключение.....	274
Список литературы.....	282
Приложения.....	331

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Обострение зависимости российского инновационного цикла от импортных технологий произошло на фоне геополитической турбулентности последних лет. В промышленном секторе эта уязвимость проявляется наиболее отчетливо: цифровизация здесь выходит за рамки автоматизации документооборота и затрагивает ядро производственных процессов – станки с ЧПУ, промышленный интернет вещей, системы предиктивной аналитики.

Цифровая трансформация включена в число пяти национальных целей развития РФ до 2030 г. Параметры этого направления зафиксированы в Указе Президента от 7 мая 2024 г. № 309. Документ не только определяет само понятие «цифровая трансформация», но и устанавливает измеримые ориентиры на конец десятилетия. В их числе: достижение установленного уровня цифровой зрелости в базовых отраслях и социальной сфере, перевод основной массы социально значимых услуг в электронную форму, обеспечение широкополосным доступом к сети Интернет подавляющего большинства домохозяйств. По итогам 2024 г. уровень цифровой зрелости достиг 74,7% при плановом значении 64,2%; населению было оказано более 340 млн услуг; ежедневное количество посетителей цифрового портала госуслуг превысило 11 млн человек.

Переход к когнитивному производству требует применения объяснимого искусственного интеллекта для верификации решений, принимаемых нейросетевыми моделями в реальном времени.

В 2024 г. был утвержден национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства», который направлен на повышение качества жизни граждан и эффективности ключевых отраслей за счет цифровых технологий. Кроме того, глобальный переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0, а в перспективе к Индустрии 6.0 актуализирует необходимость разработки методологий, ставящих человека и его когнитивные способности в центр

производственных процессов, а цифровые технологии выступают в качестве средства их усиления, что полностью соответствует логике предлагаемой когнитивно-цифровой трансформации.

Цифровая трансформация инновационной деятельности промышленного комплекса России кардинально меняет методы функционирования предприятий. Она предоставляет возможность переосмысления производственных процессов, производимой продукции в рамках цифровой экономики; создает новые предложения в процессах функционирования, формируемых за счет внедрения цифровых технологий. Трансформационные процессы, которым подвергается промышленный комплекс, вызванные любыми факторами, представляют собой динамический процесс изменений, являющий собой значительные структурные и организационные преобразования промышленного комплекса.

В современных условиях для выполнения системных и эффективных мероприятий в сфере цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса необходима новая концепция – концепция когнитивно-цифровой трансформации создания и развития цифровых инновационных технологий с учетом реализации знаниевых компетенций, познавательных процессов обработки, хранения и использования информации, новой политики импортоопережения, наличия факторов интенсификации производств и производственного суверенитета.

Необходимость формирования методологии когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса определяется вызовами цифрового развития мировой экономики, а также необходимостью формирования новых технологических решений, создания эффективных условий для развития цифровой экономики, определяемых тем, что в настоящее время имеющиеся цифровые инновационные технологии не способны в полной мере заместить импорт, повысить технологический суверенитет и выйти на опережающее развитие государства.

Недостаточная разработанность методологического аппарата и инструментария когнитивно-цифровой трансформации инновационной

деятельности в промышленности, а также механизмов укрепления технологического суверенитета России обуславливает целевые ориентиры и круг задач настоящего диссертационного исследования.

Степень разработанности научной проблемы. *Теоретические положения формирования и развития процессов когнитивно-цифровой трансформации в промышленности РФ* отражены в научных трудах зарубежных и отечественных ученых: Дж. Гэлбрейта, Дж. Рифкина, Э. Тоффлера, В.Л. Абашкина, Г.И. Абдрахмановой, В.В. Акбердиной, О.Г. Алешиной, А.В. Бабкина, З.В. Басаева, С.Д. Бодрунова, Д.Д. Буркальцевой, Н.Ю. Бухвалова, В.Г. Варнавского, К.О. Вишневого, А.Е. Воробьева, Б.М. Гарифуллина, С.Г. Глазьева, Д.А. Голубова, Л.М. Гохберга, Ю.И. Грибанова, Н.В. Зариковской, В.В. Зябликова, С.Г. Фалько, А.А. Шатрова, А.Х. Шелеповой и др.

Вопросы формирования методологии цифровой трансформации предприятий промышленного комплекса рассматривали: И. Ансов, М. Вебер, Х. Виссем, Р. Каплан, М. Кастельс, Т.С. Колмыкова, К.М. Кристенсен, Б. Мильнер, Д.О' Нил, Д. Норт, М. Портер, К. Прахалад, Т. Стоунер, Ф. Тейлор, Г. Томас, А. Файоль, Р. Фостер, Г. Хамел, И.В. Афонин, А.О. Бианкина, Н.Д. Бублик, О.С. Виханский, О.Н. Дунаев, А.В. Зажигалкин, А.Е. Кокорева, Е.Н. Кононова, Н.А. Кравченко, С.А. Кузнецова, И.И. Лукина, В.А. Плотников, Г.В. Савицкая, Г.Н. Талашкин, А.В. Тебекин, И.Н. Тюкавкин, С.Н. Яшин и др.

Механизмам внедрения процессов цифровой трансформации в деятельность региональных промышленных предприятий посвящены работы ученых: О. Гранстранда, П. Карлборга, Д. Киндстрема, П. Кумбса, К. Мейсона, Т. Моргана, Дж. Николсона, М. Спринга, М. Хольгерссона, В.В. Акбердиной, А.В. Бабкина, Е.С. Бирюкова, Р.С. Близкого, А.Е. Ворониной, Г.А. Гилева, Т.А. Гилевой, С.П. Гусева, Е.Р. Каверзиной, О.В. Кадыровой, И.А. Калининой, В.В. Карлова, Г.В. Кедровой, К.Р. Ковальковски, В.Б. Кондратьева, В.Н. Круглова, Ю.В. Ляндау, В.Е. Малыгина, В.В. Масленникова, Е.А. Мироновой, Е.В. Попова, Ю.И. Растовой, Ю.И. Селиверстова, А.Э. Сибгатуллина и др.

Методологические вопросы формирования и развития цифровых платформ представлены в научных трудах ученых: Т.Л. Безруковой, А. Гавера, Г.Б. Медоузы, Д. Норта, К. Ченнамо, М. Якобидеса, А.Н. Арзамаскина, А.В. Бабкина, Д.Н. Бачурина, С.Н. Бобылева, А.Е. Брома, И.З. Гелисханова, А.В. Григоришина, А.И. Ивановой, В.А. Карпинской, Г.Б. Клейнера, А.В. Козлова, М.А. Крещенко, К.С. Леоновой, Е.А. Мироновой, В.А. Плотникова, Т.Э. Рахмановой, А.С. Сагынбековой, А.В. Смирнова, В.В. Степановой, Н.А. Стефановой, Ю.А. Табунщикова, А.В. Тебекина, Д.Б. Яхяева и др.

Вопросы коммуникационной сервитизации и формализации процессов когнитивно-цифровой трансформации отражены в работах Н. Айала, А.Г. Бездудной, К. Ванденбемпта, А. Гецци, Р. Капелло, П. Карлборга, Д. Киндстрема, К. Ковальковски, К. Ленцы, П. Маттиссенса, Г. Мендеса, А. Туккера, А. Франка, Г.В. Кедровой, В.Б. Кондратьева, В.Е. Малыгина, Е.В. Попова, Н.М. Тюкавкина, О.А. Черновой и многих других.

Методологические проблемы развития инструментария внедрения и формализации технологий цифровой трансформации в промышленность отражены в работах: Р. Каплана, Д. Нортон, В.В. Асаул, И.В. Афолина, Н.П. Белозеровой, Г.Я. Беякова, С.Ю. Глазьева, Е.В. Горшенина, А.А. Дынкина, А.М. Жемчугова, М.К. Жемчугова, Л.Д. Капрановой, А.Е. Карлика, П.М. Клачека, А.Е. Кокоревой, О.Н. Коротун, Б.Н. Кузыка, В.П. Куприяновского, Д.Н. Лапаева, Т.М. Леоновой, И.В. Либермана, И.И. Мазуровой, А.Ф. Мартынова, Я.И. Никонова, Е.Е. Панфиловой, С.А. Платонова, Г.В. Савицкой, А.Ю. Самохвалова, Н.В. Смородинской, А.И. Татаркина и др.

Широкий круг исследований, выполненных отечественными и зарубежными авторами, не снимает ряда вопросов. Остаются недостаточно проработанными методологические основы, механизм и инструментарий когнитивной трансформации инновационных процессов. Эти пробелы, приобретающие особую значимость в контексте современных экономических тенденций, обуславливают актуальность темы и напрямую задают цели и задачи настоящей работы.

Цель диссертационного исследования заключается в теоретическом обосновании, формировании и развитии методологии когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса России.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих основных **задач**:

– предложить уточненную трактовку и содержательное развитие теоретико-методологического аппарата когнитивно-цифровой трансформации (КЦТ) применительно к инновационной деятельности промышленного комплекса, а именно предложить понятие и раскрыть сущность КЦТ; сформировать компонентный состав КЦТ; предложить платформенный подход к цифровой трансформации; дополнить методологическую платформу цифровой трансформации перспективными технологиями осуществления производственных коммуникаций; дополнить перспективные технологии осуществления производственных коммуникаций, включенных в теоретико-методологическую платформу КЦТ; предложить «масштабную информационную технологию», интегрирующую цифровое пространство предприятия; ввести понятие «когнитивная интеллектуальная информационная среда промышленности» (КИИСП);

– разработать методический инструментарий количественной и качественной оценки: динамики инновационной деятельности в промышленности РФ с позиций цифровой экономики и задач технологического суверенитета, результативности инновационных процессов на промышленных предприятиях в условиях КЦТ, уровня инновационной активности промышленных субъектов в контексте цифровизации;

– предложить модель управления цифровой средой инновационной деятельности промышленных комплексов в условиях КЦТ, основанную на создании центра управления инновационной средой;

- разработать модель и методику оценки процессов КЦТ промышленного комплекса с основой на сравнении параметров эффективности цифровизации «до внедрения и после»;

- предложить концепцию формирования сервисных коммуникаций на основе цифровой платформизации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса и формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем;

- сформировать методологию развития инструментария институционального обеспечения платформы КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса;

- разработать «подрывной» сценарий когнитивной трансформации цифровых платформ в промышленности с использованием КЦТ;

- предложить стратегические императивы методологии экосистемного управления промышленными комплексами;

- сформировать и дополнить базовые тенденции и перспективы развития методологии, инструментария и технологий КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ.

Объектом исследования выступает методологическое обеспечение процессов формирования и развития когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности, реализуемое через совокупность подходов, методик, инструментов и методов на предприятиях промышленного комплекса РФ.

Предмет исследования – управленческие и организационно-экономические отношения, возникающие в ходе формирования и развития методологии когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса России.

Теоретическая основа исследования представлена научными трудами отечественных и зарубежных авторов по проблематике цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности, методологическим вопросам импортозамещения и опережающего развития инноваций, а также по

теоретическим аспектам построения механизма управления процессами когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности на предприятиях промышленного комплекса.

Методология и методические подходы в исследовании.

В диссертационной работе использован комплекс общенаучных и специальных методов познания. Общенаучный инструментарий представлен наблюдением, сравнением, группировкой, измерением и системным анализом. Специальный блок методов включает в себя эконометрические и индексные подходы, комплексный финансово-экономический анализ деятельности промышленных предприятий, методики оценки цифровизации и инновационной активности хозяйствующих субъектов, а также экономико-математические и статистические методы.

Соответствие содержания диссертационного исследования паспорту научной специальности. Область исследования по содержанию, объекту и предмету соответствует требованиям паспорта номенклатуры специальностей ВАК (экономические науки) по научным направлениям специальности: 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономика инноваций): п. 7.1. Теоретико-методологические основы анализа проблем инновационного развития и инновационной политики; п. 7.5. Цифровая трансформация экономической деятельности. Модели и инструменты цифровой трансформации; п. 7.9. Разработка методологии и методов анализа, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности. Оценка инновационной активности хозяйствующих субъектов; 7.12. Роль интеллектуальной собственности в инновационной деятельности.

Информационную базу диссертации составили указы Президента РФ, нормативные правовые акты Правительства РФ и региональных органов власти, статистические сборники и отчетные данные Росстата, сведения с официальных общероссийских интернет-порталов, а также другие источники, имеющие отношение к теме исследования.

Обоснованность и достоверность полученных результатов исследования обеспечены корректным анализом научных трудов отечественных и зарубежных

исследователей в области цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных предприятий. В работе использованы апробированные научные методы; выводы автора непротиворечивы и согласуются с принятыми в сфере цифровизации промышленности теоретико-методическими положениями.

Научная новизна полученных результатов состоит в теоретическом обосновании, разработке и практической апробации обновленных методологических конструктов, регламентирующих реализацию процессов когнитивно-цифровой трансформации применительно к инновационной деятельности отечественного промышленного комплекса.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Разработаны, уточнены и расширены теоретические и методологические положения реализации процессов когнитивно-цифровой трансформации (КЦТ) инновационной деятельности промышленного комплекса:

– предложено понятие и раскрыта сущность когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса, В отличие от существующих, предлагаемый подход отражает процесс интеграции когнитивных технологий и цифровых инструментов, предполагает овладение знаниевыми компетенциями и использование интеллектуальных ресурсов. Это позволяет повысить эффективность инновационной деятельности, развить интеллектуальный и творческий потенциал сотрудников, а также создать новые технологические решения, обеспечивающие оптимизацию бизнес-процессов, ускорить разработку и внедрение инноваций;

– предложен компонентный состав КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса, в отличие от существующих, включающий в себя информационный аспект (единое информационное пространство, цифровые платформы, облачные сервисы, большие данные), технологический аспект (сквозные цифровые технологии, АСУ ТП, MES, ERP, OLAP, нейросетевые модели, Edge AI), кадровый аспект (цифровые компетенции, подготовка кадров для ИИ, MLOps, LLMOps), искусственный интеллект и цифровую зрелость

(центральный интегрирующий компонент), позволяющий идентифицировать методологические подходы к цифровой трансформации;

– сформирована теоретико-методологическая платформа КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ, в отличие от существующих, представляющая собой междисциплинарный комплекс концепций, подходов и методов, направленных на переход от автоматизации к интеллектуальному управлению, позволяющий повысить эффективность осуществления производственных коммуникаций предприятия;

– дополнены перспективные технологии осуществления производственных коммуникаций, включенных в теоретико-методологическую платформу КЦТ, в отличие от существующих, позволяющие использовать сквозные и критические технологии превосходства и формирования приоритетного технологического уклада на основе цифровизации;

– предложена «масштабная информационная технология», которая объединяет цифровое пространство предприятия и обеспечивает взаимосвязь всех компонентов производственного процесса. В отличие от известных аналогов, она формирует единое информационное поле на основе существующих информационных систем, ресурсов и организационных структур;

– введено понятие «когнитивная интеллектуальная информационная среда промышленности» (КИИСП), под которой понимается распределенная многоуровневая система, управляющая производственными и инновационными процессами. В отличие от существующих аналогов, данная среда объединяет технологии интеллектуальной собственности и искусственного интеллекта. Это позволяет ей в режиме реального времени собирать, обрабатывать и анализировать данные, а также формировать проактивные управленческие решения с применением самообучающихся алгоритмов.

2. Предложены методологические подходы к оценке:

– развития инновационной деятельности промышленного комплекса РФ в условиях цифровой экономики и технологического суверенитета, в отличие от существующих, учитывающие цифровую зрелость, позволяющие оценить

эффективность цифровых бизнес-процессов, уровень использования цифровизации в инновационной деятельности, уровень кибербезопасности, уровень адаптации предприятия к изменяющимся условиям рынка;

– эффективности инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса в условиях когнитивно-цифровой трансформации. В отличие от существующих, они базируются на детерминированном подходе, позволяющем учитывать отраслевую специфику и базовые условия, необходимые для повышения эффективности инновационных процессов, а также определять ожидаемые инновационные результаты;

– инновационной активности промышленных предприятий в контексте цифровизации на основе производственной функции, в отличие от существующих, определяющиеся ростом прибыли от внедрения цифровых технологий и позволяющие отразить в оценке параметры цифровизации.

3. Предложена модель управления цифровой средой инновационной деятельности промышленных комплексов в условиях КЦТ, в отличие от существующих, основанная на создании центра управления инновационной средой, отражающего все циклы реальной схемы реализации инновационных проектов, позволяющего произвести оцифровку основных технологий его осуществления.

4. Разработаны авторские модель и методический инструментарий оценки процессов КЦТ в промышленном комплексе. Их принципиальное отличие от имеющихся аналогов заключается в использовании производственной функции в качестве теоретической основы, а также в реализации сопоставительного анализа ключевых параметров эффективности – до начала цифровой трансформации и после ее завершения. Указанный подход, в свою очередь, формирует надежную базу для последующей управленческой коррекции исследуемых процессов.

5. Предложена концепция формирования сервисных коммуникаций на основе цифровой платформизации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса и формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных

промышленных экосистем, позволяющая повысить эффективность функционирования.

6. Предложена методология развития инструментария институционального обеспечения платформы КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса. В отличие от существующих аналогов, предложенная модель ориентирована на практическую реализацию мероприятий, обеспечивающих изменение сложившейся траектории цифрового развития предприятия.

7. Предложен «подрывной» сценарий когнитивной трансформации цифровых платформ в промышленности. В отличие от существующих разработок, он строится на применении КЦТ и цифровых платформ и предполагает кардинальную перестройку управленческих подходов к производственным процессам, а также форматов взаимодействия с потребителями. Такой сценарий позволяет выйти за рамки традиционных методов, перейти к инновационным решениям и оперативно подстраиваться под рыночные изменения.

8. Предложены стратегические императивы методологии экосистемного управления промышленными комплексами, в отличие от существующих, разработанные на основе бизнес-моделей стратегий КЦТ, позволяющие определить перспективные тренды развития трансформационных процессов.

9. Сформированы и дополнены базовые тенденции и перспективы развития методологии, инструментария и технологий КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ, в отличие от существующих, основанные на достижении требуемого уровня цифровой зрелости предприятий.

Теоретическая значимость исследования определяется вкладом в развитие теории экономики инноваций применительно к вопросам формирования и эволюции процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса, а также обеспечения технологического суверенитета РФ. В работе обоснована необходимость эффективного управления указанными процессами, обусловленная нарастающей геоэкономической нестабильностью. Теоретические и методические результаты исследования

обладают достаточной степенью практической применимости. Они могут быть востребованы как в прикладной деятельности промышленных предприятий, так и в качестве теоретической основы для дальнейших научных исследований в данной предметной области.

Практическая значимость диссертационного исследования состоит в том, что предлагаемые автором модели, методические подходы, инструменты и направления реализации когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса России позволяют повысить эффективность его работы и укрепить конкурентные позиции как на внутреннем, так и на внешних рынках. Предложения по развитию цифровой трансформации инновационных процессов в промышленности нашли применение в деятельности Министерства промышленного развития и инвестиций Самарской области, на промышленных предприятиях ПАО «КуйбышевАзот», АО «Транскат», ООО «Робола», ООО «Рускат», что подтверждается справками о внедрении. Разработки автора используются в учебном процессе ФГАОУ ВО «Самарский университет» при изучении дисциплин «Инновационная экономика и технологическое предпринимательство», «Экономика инноваций» и «Цифровая трансформация бизнеса».

Апробация результатов исследования. Основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на всероссийских и международных научно-практических конференциях: «Социально-экономические особенности современного общества: оценка и тенденции развития» (Москва, 2021); «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики» (Тольятти, 2023); «Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки» (Москва, 2023); «Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития» (Курск, 2023); «Меры государственной поддержки цифровой трансформации предприятий промышленного комплекса на федеральном и региональном уровнях» (Стерлитамак, 2023); «Место и роль кластеризации в цифровой трансформации промышленности регионов» (Москва, 2024); «Развитие региональной инновационной системы на

основе импортоопережения и заделов интеллектуальной собственности» (Самара, 2024); «Влияние инновационной инфраструктуры на экономический рост и конкурентоспособность региона и направления ее совершенствования» (Курск, 2024); «Институциональные трансформации общественно-политической системы России: прошлое, настоящее, будущее» (Ростов-на-Дону, 2025); «Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы» (Симферополь, 2025); «Цифровое общество: образование, экономика, технологии» (Новокузнецк, 2025); «Актуальные вопросы публичного управления, экономики, права в современных геополитических условиях» (Киров, 2025); «Факторы, определяющие темпы инновационного развития регионального промышленного сектора» (Калининград, 2025); «Исследование корреляции рисков цифровизации и конкурентных позиций в контексте трансформации промышленного комплекса» (Донецк, 2025); «Кросс-отраслевое взаимодействие как драйвер цифровой трансформации промышленности» (Кемерово, 2025); «Формирование стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий и системы целевых показателей ее эффективности» (Санкт-Петербург, 2025) и др.

Публикации результатов исследования. По материалам диссертации соискателем опубликовано 58 научных трудов совокупным объемом 38,54 п. л. (из них лично автором – 33,62 п. л.), включая 2 монографии общим объемом 17,88 п. л. (личный вклад – 13,91 п. л.), 1 статью в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах и системах цитирования, общим объемом 0,40 п. л. (личный вклад – 0,15 п. л.), а также 21 статью в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК России общим объемом 11,72 п. л. (личный вклад – 11,02 п. л.).

Структура и объем диссертации обусловлены внутренней логикой проведенного изыскания. Рукопись включает в себя введение, пять глав, заключительный раздел, библиографический список из 383 источников и 6 приложений, размещенных на 24 страницах и включающих в себя 8 таблиц и 15 иллюстраций. Основной корпус диссертации изложен на 281 странице и содержит 39 таблиц и 88 рисунков.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ КОГНИТИВНО-ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

1.1 Сущность и содержание когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности РФ

Цифровая экономика государства не только отражает вопросы обеспечения и развития национальной безопасности, но и представляет собой потенциальный задел развития конкурентоспособности отечественной промышленности и выпускаемой ею продукции на рынках будущего.

По итогам последних статистических наблюдений доля сектора цифровых технологий в ВВП страны по методологии Росстата составила 3,9%. В более широком определении, с учетом всех аккредитованных ИТ-компаний, вклад ИТ-отрасли достиг 6% ВВП. При этом доля самой обрабатывающей промышленности в ВВП составляет 13,3%, а добывающей – 10,7%, что отражает положительную динамику, однако остается ниже целевых ориентиров технологического лидерства [121, 237].

В качестве основных предпосылок цифровой трансформации промышленности выступают: глобальный переход к Индустрии 4.0 и формирование основ Индустрии 5.0, усиление конкуренции на мировых рынках, санкционные ограничения, стимулирующие импортозамещение и развитие технологического суверенитета, а также возрастающая роль знаний и информации как ключевых факторов производства.

Цифровизация внедряет информационные технологии в производственные процессы, оптимизируя деятельность предприятия, повышая производительность

и уровень коммуникаций работников. При помощи цифровых технологий предприятия быстро адаптируются к рыночным изменениям, расширяют объемы деятельности без существенных материальных затрат.

Цифровая трансформация – это глубинная перестройка бизнес-процессов, бизнес-моделей предприятия или системы управления экономикой, направленная на качественное преобразование всей структуры организации с использованием цифровых технологий. Она затрагивает стратегии развития, инновационную и маркетинговую политику, цели, модели, процессы, операции, продукты и услуги, а также предполагает изменение корпоративной культуры, новые подходы к взаимодействию с клиентами. Целью данной трансформации является повышение эффективности и развитие конкурентоспособности предприятия, инновационной активности, создание и наращивание дополнительной стоимости в цифровой экономике, адаптация к изменяющимся рыночным условиям.

Авторское дополнение к рассматриваемому определению включает в себя системность и непрерывность процесса, отражающие, что цифровая трансформация – это не разовый акт, а непрерывный стратегический процесс, затрагивающий все сферы деятельности организации; имеет комплексный эффект – ведет к созданию новых возможностей, рынков и бизнесов; сосредоточивает фокус на клиентах – повышение качества обслуживания клиентов и улучшение их опыта взаимодействия с компанией; требует переосмысления подходов к работе, обучению сотрудников и изменения их мышления.

Автором проводится разграничение понятий: цифровизация трактуется как базис цифровой трансформации, тогда как последняя предполагает полномасштабную интеграцию цифровых технологий в бизнес-процессы [6] (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Основные различия цифровизации и цифровой трансформации в деятельности компаний

Цифровизация	Цифровая трансформация
Использование цифровых технологий для автоматизации производственных процессов	Полная перестройка бизнес-моделей предприятия на основе цифровых технологий
Повышает результативность производственных процессов	Формирует новые или преобразует имеющиеся стратегии функционирования
Увеличивает эффективность функционирования, снижает затраты, повышает безопасность деятельности	Способствует увеличению масштабов деятельности компании. Преобразует бизнес-процессы, предоставляет новые возможности
Ограничена отдельными вопросами улучшения бизнеса	Охватывает все бизнес-процессы деятельности компании. Изменяет модель и корпоративную культуру
Примечание – Разработано автором	

Как представлено в таблице 1.1, цифровая трансформация кардинально изменяет методы организации деятельности предприятия. Она предоставляет возможность переосмысления производственных процессов, производимой продукции в рамках цифровой экономики, создает новые предложения в процессах функционирования, формируемых за счет внедрения цифровых технологий [42].

Цифровая трансформация в РФ определена в качестве одной из пяти национальных целей развития государства на период до 2030 г., а также на перспективу до 2036 г. в соответствии с Указом Президента от 7 мая 2024 г. № 309. Реализация сквозных наукоемких цифровых технологий в промышленности предполагается путем достижения цифровой зрелости высокотехнологичного промышленного комплекса с учетом государственного управления в рамках национальной цели «Цифровая трансформация», определенной Указом Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474 и продленной, с корректировкой целевых показателей, Указом Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309 [6].

С 2025 г. реализуется новый национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [197], пришедший на смену национальной программе «Цифровая экономика РФ» [196]. В рамках данного проекта особое

внимание уделяется технологиям искусственного интеллекта в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» [197].

Трансформационные изменения промышленного комплекса, инициированные различными факторами, представляют собой динамичный процесс, сопровождающийся значительными структурными, организационными и институциональными сдвигами. Данные изменения находят отражение в стратегических приоритетах цифровизации и зависят от объема инвестиций в воспроизводственные циклы. Их материальным выражением выступает доля продукции наукоемких и высокотехнологичных отраслей в валовом региональном продукте (ВРП).

В рамках данного исследования под промышленным комплексом Российской Федерации подразумевается интегрированная совокупность видов экономической деятельности, относимых к сфере промышленного производства в соответствии с позициями Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД 2), включая добычу полезных ископаемых (раздел В), обрабатывающие производства (раздел С), обеспечение электроэнергией, газом и паром (раздел D), а также водоснабжение и водоотведение (раздел E). Эмпирическая база исследования включает в себя предприятия обрабатывающей промышленности как наиболее репрезентативный сегмент промышленного комплекса, однако разработанная методология носит универсальный характер и применима к предприятиям различных отраслей, входящих в промышленный комплекс.

Введено авторское понятие «когнитивно-цифровая трансформация» (КЦТ) инновационной деятельности промышленного комплекса, под которой понимается интеграция когнитивных технологий и цифровых инструментов, обеспечивающая повышение результативности инновационных процессов, развитие интеллектуального потенциала и генерацию новых технологических решений. Данная трансформация базируется на сочетании познавательной деятельности человека и информационно-технологических средств, что создает

условия для оптимизации бизнес-процессов и ускорения разработки и внедрения инноваций. Когнитивный аспект цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса представляет собой качественное изменение процессов принятия решений, обучения, мышления и взаимодействия персонала в условиях внедрения интеллектуальных технологий, перенося фокус с простой автоматизации машин на синергию между человеческим интеллектом и искусственным интеллектом (ИИ), обеспечивая повышение гибкости и производительности. В данном случае знаниевый аспект в цифровой трансформации промышленности (или знаниевый подход) рассматривает знания как ключевой, стратегический ресурс производства, превосходящий по значимости материальные и финансовые активы. В современной индустрии этот аспект переходит от простого накопления опыта к качественному управлению интеллектуальными активами для повышения эффективности и создания инноваций.

В предложенном контексте сущность когнитивной составляющей связана с развитием творческого потенциала, овладением знаниевыми компетенциями и использованием интеллектуальных ресурсов. Цифровой блок охватывает применение таких технологий, как искусственный интеллект, машинное обучение, цифровые двойники, интернет вещей, облачные вычисления и др.

Принципиальное отличие КЦТ от классической цифровой трансформации заключается в смене целевого вектора: если цифровая трансформация оптимизирует бизнес-процессы через автоматизацию, то КЦТ формирует человеко-машинный интеллект, обеспечивая переход от реактивного управления к проактивному и предиктивному на основе нейросетевого прогнозирования. Когнитивная составляющая КЦТ операционализируется через измеримые индикаторы, такие как доля предприятий, использующих нейросетевые АСУ, уровень внедрения предиктивной аналитики, а также доля предприятий, применяющих технологии компьютерного зрения. Критериальным рубежом выступает создание самообучающихся систем и когнитивных двойников,

изменяющих не только инструментарий, но и способ познания и принятия решений.

Структурно-логическое наполнение когнитивно-цифровой трансформации промышленного комплекса отражено на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Содержание когнитивно-цифровой трансформации промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

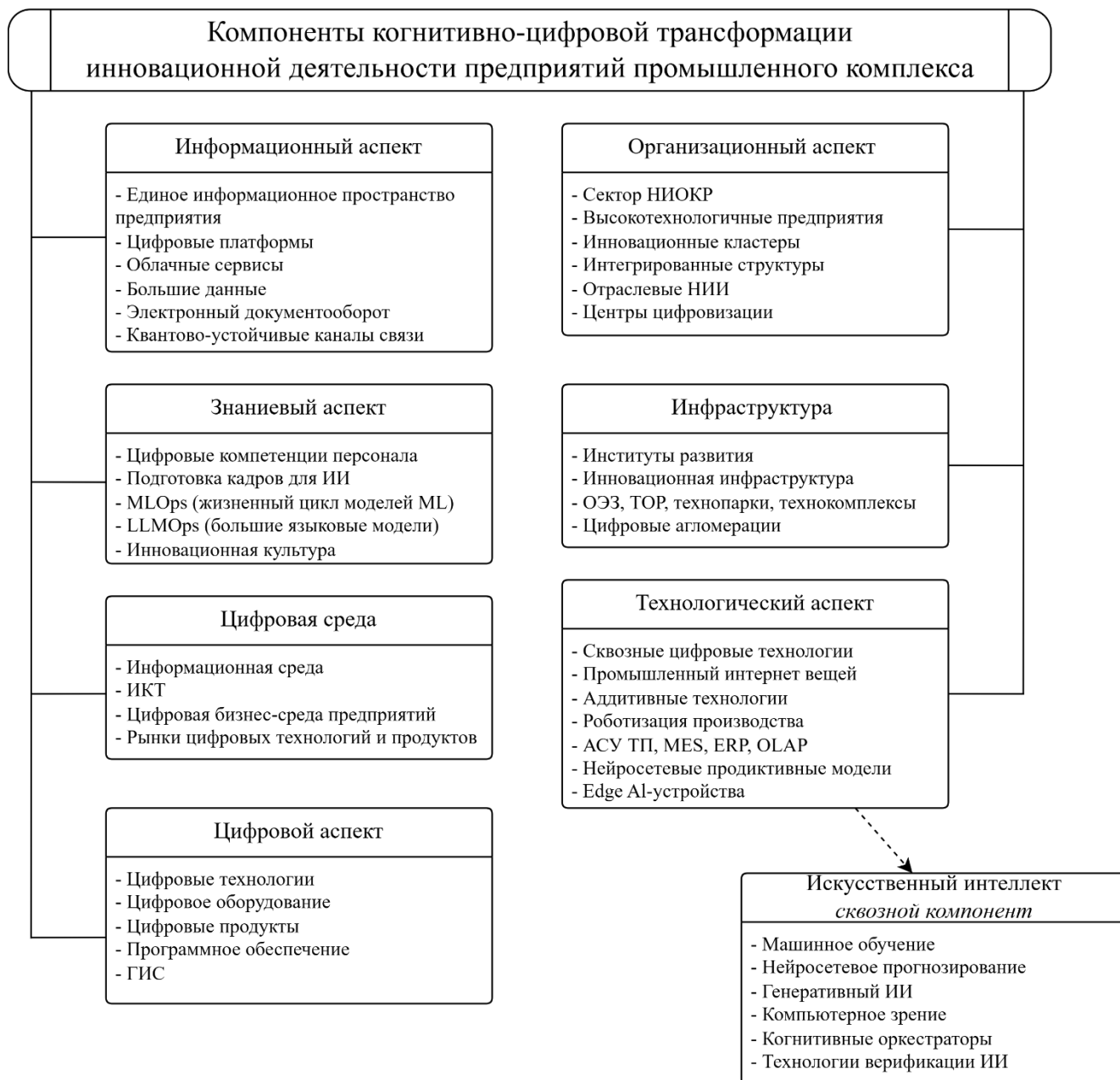
Представленное содержание отражает процессы КЦТ, выражающиеся в интеграции когнитивных технологий в инфраструктуру инновационного обеспечения, включая создание интеллектуальных систем поддержки решений, которые формализуют знания об объектах исследования, анализируют их структуру и динамику развития, а также организуют функционирование на основе моделирования и имитации поведения систем. Инструментарий технологических инноваций в контексте цифровизации промышленных предприятий представлен в таблице Приложения А.

Реализация когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса опирается на несколько базовых аспектов. В их числе – государственное регулирование промышленной сферы, осуществляемое через систему стратегий и программ, среди которых Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их цифровой зрелости; государственная информационная система промышленности (ГИСП), выполняющая функцию цифровой платформы для взаимодействия органов власти и предприятий, построения кооперационных цепочек и цифровых производственных процессов; развитие кадрового потенциала – подготовка специалистов, обладающих компетенциями в области цифровых технологий и когнитивных инструментов. Параллельно предполагается активизация инновационной деятельности, включая поддержку НИОКР, разработку критических и сквозных технологий, наращивание инвестиций в отечественные IT-решения.

Таким образом, КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ – это комплексный процесс, который требует сочетания технологических инноваций, развития интеллектуальных ресурсов, изменения подходов к управлению и подготовке кадров.

Компоненты КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса представлены на рисунке 1.2.

Понятие «когнитивная цифровая трансформация» демонстрирует преобразование деятельности промышленных предприятий в какой-либо сфере путем изменения существующих стратегий и моделей функционирования, а также производственных процессов, продукции, маркетинговых подходов, изменения целей деятельности и прочее на основе развития знаний и компетенций, использования цифровых технологий [54].



**Рисунок 1.2 – Компоненты когнитивно-цифровой трансформации
инновационной деятельности промышленного комплекса**

Примечание – Разработано автором.

Ученые рассматривают КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса как переход от простой автоматизации (Индустрия 4.0) к созданию самообучающихся, интеллектуальных производственных систем (Индустрия 5.0), способных принимать решения на основе данных, анализа и искусственного интеллекта.

Кроме того, по мнению отдельных исследователей, ключевым ориентиром трансформационных процессов должен выступать спрос со стороны конечного потребителя. В этом контексте когнитивные цифровые технологии становятся механизмом для усиления клиентоориентированности, а сама структура управления трансформируется с учетом необходимости повышения результативности коммерческой деятельности [211].

Исследованиями процессов цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса, включая переход от Индустрии 4.0 к созданию самообучающихся, интеллектуальных производственных систем (Индустрия 5.0), способных принимать решения на основе данных, анализа и искусственного интеллекта, цифровых платформ и экосистем, занимаются как российские, так и зарубежные ученые.

Так, к примеру, отечественные исследователи З.А. Васильева, А.В. Москвина, С.В. Михайлова занимаются вопросами особенностей цифровой трансформации промышленного комплекса [59].

П.А. Левчаев, Б. Хезазна в своих исследованиях отражают особенности стратегической деятельности корпораций в условиях цифровой экономики, в том числе их цифровой трансформации [169].

Исследователь Г.В. Лепеш рассматривает специфику цифровой трансформации машиностроительного комплекса, применение информационных систем и когнитивных технологий [171].

Исследователи Е.С. Решетникова, Т.В. Усатая, Л.В. Курзаева разрабатывают методы визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности [231].

Отметим, что отечественная научная литература уделяет значительное внимание различным аспектам цифровизации. Так, А.С. Мельников в своих трудах исследует изменение системной устойчивости промышленного комплекса, формирование промышленных экосистем и платформизацию [180].

Б.М. Гарифуллин и В.В. Зябриков подчеркивают амбивалентность цифровых изменений, указывая, что переход к цифровым форматам сопряжен не только с

ростом эффективности, но и с рисками, нарушающими традиционную структуру бизнес-процессов [67].

Методологические подходы к исследованию цифровой трансформации предложены В.В. Акбердиной, уделяющей внимание анализу бизнес-среды в условиях цифровизации [29].

Согласно позиции С.А. Курьянова, цифровая трансформация инновационной деятельности представляет собой формирование принципиально новых информационных архитектур, способствующих генерации инновационных потребительских сегментов и рынков через использование механизмов цифровой экономики [167].

Согласно трактовке Ю.И. Грибанова и А.А. Шатрова, под цифровой трансформацией инновационной деятельности понимается комплекс мер, направленных на встраивание цифровых решений в производственную, инновационную и управленческую сферы. Данный переход, как отмечают исследователи, требует пересмотра устоявшихся организационных форм производства, технической базы и методологических принципов разработки новых продуктов [94].

Большое внимание цифровой трансформации промышленного комплекса уделяют зарубежные исследователи и эксперты, среди которых Д. Белл – профессор, эксперт по цифровой трансформации и управлению операциями, автор стратегий достижения успеха [47].

Согласно позиции Р. Гайссбауэра, С. Шрауфа и В. Коха, развивающих концепции цифрового предприятия и Индустрии 4.0, цифровая трансформация инновационной деятельности трактуется как коренная перестройка корпоративной среды, осуществляемая через создание и диффузию интернет-ориентированных информационных решений, воздействующих на общественные процессы в целом [348].

Ученые Х. Бауэр, М. Патэль, Дж. Вейра исследуют цифровую трансформацию инновационной деятельности промышленного сектора. Основные фокусы исследований этих ученых включают в себя переход к концепции

«Индустрия 5.0», внедрение IoT (интернета вещей), искусственного интеллекта и Big Data в промышленность [330].

Исходя из изложенного, можно выделить ключевые условия, при которых КЦТ инновационной деятельности становится актуальной:

- наличие устойчивого интереса со стороны потребителей и промышленного сектора к инновационной продукции;
- наличие потребности в обновлении действующих информационных платформ и формировании новых цифровых решений;
- осуществление перехода к новой структуре производственной и инновационной деятельности или освоение иных товарных рынков;
- перестройка внутренних процессов организации с целью получения дополнительного экономического эффекта;
- актуализация задачи проектирования и реализации инновационных решений на основе знаниевых технологий [296].

В трактовке Д. Захаркина цифровая трансформация инновационной деятельности на основе развития знаниевых процессов не может рассматриваться как частная технологическая мера или механическая автоматизация отдельных процедур. Речь идет о глубоком преобразовании всей системы производственного и управленческого устройства, охватывающем как внутреннюю операционную среду, так и внешние контуры взаимодействия – с потребителями, государственными структурами и деловыми партнерами [108].

Как правило, КЦТ инновационной деятельности осуществляется в том случае, когда предприятию необходимо изменить условия деятельности на рынке, уточнить желания потребителей и, на основе анализа представленной информации, сформулировать новые ориентиры своей деятельности.

Внедрение технологий КЦТ инновационной деятельности в промышленный комплекс имеет ряд существенных преимуществ:

- процессы по использованию информации на различных стадиях инновационной деятельности ускоряются и облегчаются вследствие применения ИКТ, позволяющих передавать значительные объемы информации в сжатые сроки;

- сокращаются транзакционные издержки на переговоры, встречи, проверку качества и передачу продукции в связи с использованием ИКТ;

- использование различных коммуникационных технологий позволяет промышленным предприятиям напрямую выстраивать отношения с конкретным контрагентом и заключать с ними договоры;

- использование цифровых технологий повышает уровень эффективности деятельности предприятия;

- адаптация ИКТ под конкретное предприятие позволяет значительно экономить затраты и выявлять резервы функционирования предприятия на рынке.

Внедрение понятия цифровая зрелость привело к существенным изменениям во всех сферах деятельности: в науке, промышленности, образовании, медицине, транспорте и др. В 2024–2025 гг. в систему оценки вводится дополнительный индикатор – цифровой суверенитет промышленности. В рамках диссертационного исследования под цифровой зрелостью понимается уровень внедрения и использования цифровых технологий в бизнес-процессах предприятия, измеряемый, в свою очередь, по пяти уровням: начальный (доля автоматизированных процессов менее 20%, отсутствие интеграции ИС), базовый (20–40%, ERP на отдельных участках, ЧПУ менее 30%), развитый (40–60%, IoT, облачные сервисы, цифровой двойник процесса), продвинутый (60–80%, ИИ, компьютерное зрение, сквозная интеграция данных) и когнитивный (более 80%, нейросетевое прогнозирование, когнитивные двойники, цифровой суверенитет с долей отечественного ПО не менее 80%). Ключевые метрики включают в себя: долю ERP-систем (целевой ориентир к 2030 г. – 70%), долю ЧПУ (60%), долю организаций, использующих ИИ (50%), долю российского ПО (85% при достигнутых 67,3% в 2025 г.).

«Когнитивная зрелость» рассматривается как качественное развитие цифровой зрелости – более высокий уровень, предполагающий не просто наличие цифровых инструментов, а их интеграцию в систему интеллектуального управления: использование нейросетевых моделей, Edge AI, предиктивной аналитики, когнитивных оркестраторов. Таким образом, когнитивная зрелость

является следующим эволюционным уровнем по отношению к цифровой зрелости и отражает переход от автоматизации к интеллектуальному управлению.

Введение указанных уровней позволяет перевести описание фаз КЦТ из качественного в количественно измеримое русло, обосновывая отнесение текущего состояния российской промышленности к переходу от развитого к продвинутому уровню цифровой зрелости. Автором предлагается разделить процессы КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса на фазы реализации, базирующиеся на оценке изменений, отражающих переход функционирования предприятия на более высокое качество с более высокими показателями эффективности, формирующих инновационную модель промышленности (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Фазы осуществления процессов КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

На первой стадии цифровой трансформации (информатизация) промышленного комплекса осуществляется формирование первичной информационно-

коммуникационной среды. На данной стадии предполагается создание первичных технологий ИКТ.

На второй стадии цифровизации производятся компьютеризация, внедрение электронно-вычислительных машин (ЭВМ) в производственную сферу. На предприятиях начинается внутренний электронный обмен информацией, осуществляются информационные процессы взаимодействия. На этой фазе к числу статистических индикаторов относят долю предприятий, применяющих персональные компьютеры, локальные вычислительные сети, серверы, электронную почту, информационные сети, мобильный доступ в Интернет и другие подобные решения (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Статистические показатели оценки первых фаз цифровизации промышленного комплекса

Показатели	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Организации, использовавшие:						
персональные компьютеры	93,8	80,7	81,8	79,6	82,1	83,5
локальные вычислительные сети	68,4	54,7	54,9	53,1	55,8	57,4
мобильный Интернет	–	39,9	40,5	40,1	42,3	44,0
фиксированный (проводной и беспроводной) Интернет	–	77,0	77,9	76,2	78,1	79,3
широкополосный доступ к сети Интернет	56,7	58,1	75,6	74,1	76,0	77,2
Интранет	13,1	30,7	31,7	31,4	32,9	34,5
Экстранет	56,7	58,1	75,6	74,1	75,8	76,9
технологии сбора, обработки и анализа больших данных	–	22,4	25,8	30,4	34,1	38,7
технологии радиочастотной идентификации (RFID)	–	10,8	11,8	9,6	10,2	11,6
Организации, имевшие веб-сайт в сети Интернет	28,5	44,3	46,2	45,6	48,9	52,0
Организации, имевшие аккаунт в социальных сетях	–	33,5	34,7	36,7	39,2	42,5
Примечание – Составлено автором на основе [119]						

На третьей стадии сетевой цифровизации осуществляются электронный обмен данными с внешними партнерами, формирование электронной сетевой среды. Электронный обмен данными через сеть Интернет позволяет производить электронные транзакции в реальном режиме времени, значительно ускоряя

Показатели	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Организации, использовавшие сеть Интернет в коммерческих целях – всего, из них: для связи с поставщиками товаров (работ, услуг) по целям:	70,7	66,4	68,0	66,7	69,2	71,5
получение сведений о товарах (работах, услугах)	52,5	58,8	60,4	59,8	62,1	64,3
предоставление сведений о потребностях организации в товарах (работах, услугах)	37,6	46,4	47,7	47,3	50,2	52,4
размещение заказов на товары (работы, услуги)	35,0	40,6	42,0	41,8	44,5	47,0
оплата поставляемых товаров (работ, услуг)	23,0	43,6	45,7	45,8	48,6	51,2
получение электронной продукции для связи с потребителями товаров (работ, услуг) по целям:	21,7	32,1	33,9	–	36,5	38,9
предоставление сведений об организации, ее товарах (работах, услугах)	36,4	45,9	47,7	45,1	48,2	50,7
получение заказов на выпускаемые товары (работы, услуги)	16,9	24,7	26,4	30,6	33,5	36,0
послепродажное обслуживание	4,8	8,7	9,4	9,1	10,8	12,4
Примечание – Составлено автором на основе [108]						

Основные показатели, оценивающие данную фазу, – это объем продукции сектора ИКТ собственного производства в целом и по видам: ИКТ-оборудование, компьютерные, информационные ресурсы, базы данных, программное обеспечение, услуги, предоставляемые с помощью ИКТ (таблица 1.4).

[illegible]

Пятая фаза цифровой трансформации – автоматизация, роботизация и использование промышленного интернета вещей. На этой фазе осуществляется цифровизация «широком смысле» – организуются процесс внедрения и использования цифровых систем, обеспечивающих сбор, накопление, передачу и распределение информации в цифровом виде.

Шестая фаза знаменуется внедрением искусственного интеллекта и промышленного интернета вещей. В ее рамках складывается многоуровневая структура: промышленные объекты со встроенными датчиками, контроллерами и программным обеспечением объединяются через Интернет в общую сеть. Такое решение дает возможность собирать данные, обмениваться ими, а также удаленно контролировать и управлять процессами в автоматическом режиме. К числу основных трендов Индустрии 4.0 относят автоматизацию, роботизацию, искусственный интеллект, аддитивные и цифровые технологии, интернет вещей [7].

Седьмая фаза представляет собой укрепление технологического суверенитета на основе опережающего цифрового развития.

Далее отразим современное состояние развития процессов КЦТ промышленного комплекса, активно опирающегося на внедрение технологий искусственного интеллекта. В 2023 г., по данным НИУ ВШЭ, доля организаций предпринимательского сектора, использующих технологии ИИ, составила 6,3% [112]. При этом по темпам внедрения ИИ Россия приближается к средним показателям стран Европейского союза (где аналогичный показатель составил 8,0%), уступая лишь странам-лидерам – Дании (15,2%), Финляндии (15,1%) и Люксембургу (14,5%) [112].

Уровень инновационной активности в секторе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в 2024 г. достиг максимума за весь период наблюдений – 17,8%, а доля инновационных товаров, работ и услуг в секторе выросла на 8,5 п.п. относительно 2020 г. Вклад сектора ИКТ в ВВП России в 2024 г. составил 3,9% (за год вырос на 0,3 п.п.), что позволяет ему опережать по этому показателю сельское хозяйство, здравоохранение, образование и химическую отрасль [121].

В 2024 г. суммарные расходы российских компаний на цифровизацию составили 4,88 трлн руб. – это на 27–28% больше, чем годом ранее. Основные средства шли на развитие интернета вещей, искусственного интеллекта и автоматизированных систем управления производством [85, 313].

Положительная динамика, фиксируемая по ряду показателей, не свидетельствует о принципиальных изменениях: уровень внедрения передовых цифровых решений в отечественной промышленности остается невысоким. Согласно результатам совместного исследования Strategy Partners и ГК «Цифра» [73], по итогам 2024 г. доля промышленных предприятий, использующих отдельные цифровые технологии, составила: компьютерное зрение – 41,6%, промышленный интернет вещей (IIoT) – 7,1%, машинное обучение и большие данные (ML и Big Data) – 5,5%, генеративный искусственный интеллект (Gen AI) – 0,3%. При этом в 2025 г. наметился дальнейший рост: применение ML и Big Data расширяется на 16%, IIoT – на 2%, компьютерного зрения – на 10%, а генеративного ИИ – на 42% [85]. Среди ключевых барьеров, сдерживающих цифровую трансформацию промышленности, эксперты выделяют последствия санкционных ограничений, дефицит квалифицированных кадров и корпоративных бюджетов, ограничения со стороны служб информационной безопасности, а также ориентацию руководства предприятий на проекты с коротким сроком окупаемости [85]. Кроме того, около половины крупных и средних организаций заявляют об отсутствии потребности в технологиях ИИ, а 58% респондентов указывают на высокие затраты как основное препятствие для внедрения [223].

Таким образом, уровень проникновения большинства передовых цифровых технологий в российской промышленности остается невысоким по сравнению с развитыми странами, что требует дальнейшей активизации государственной политики в области цифровой трансформации и стимулирования инновационной активности предприятий.

1.2 Теоретико-методологическая платформа когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса России

На современном этапе промышленная политика России ориентирована на модернизацию основных фондов и цифровую трансформацию – как всего промышленного сектора, так и инновационной деятельности, в частности. Указанные процессы разворачиваются в условиях геополитической нестабильности, которая диктует необходимость поиска новых решений. В числе ключевых факторов, определяющих такие решения, – санкционное давление со стороны недружественных государств, ускоренное импортозамещение и импортоопережение, повышение конкуренции на мировых рынках, постиндустриальные изменения, обуславливающие необходимость осуществления перехода промышленного комплекса РФ на постиндустриальный путь развития – неоиндустриализацию – с ориентацией на инновационную деятельность [97].

Цифровая экономика служит обеспечивающей инфраструктурой для материального производства и инноваций. Ее главная задача – повысить эффективность работы предприятий и усилить их кооперацию в инновационной сфере. В основе такой экономики лежат данные в цифровой форме, которые формируют информационное пространство с учетом запросов бизнеса и общества. Одновременно развивается информационная инфраструктура на базе отечественных ИТ-решений, что в совокупности закладывает основы нового технологического уклада [7]. Позиции России в международных рейтингах цифрового развития представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Позиции России в международных рейтингах цифрового развития за период 2022–2024 гг.

Индексы	Количество стран	Позиция России		
		2022	2023	2024
Индекс готовности к сетевому обществу	131	40	Данные отсутствуют	Данные отсутствуют
Индекс инклюзивного Интернета	100	30	Данные отсутствуют	6
Индекс развития электронного правительства	193	42	–	43
Индекс мобильной готовности	170	92	47	48
Индекс готовности правительства к искусственному интеллекту	181	40	Данные отсутствуют	Данные отсутствуют
Примечание – Составлено автором на основе [120]				

Анализ данных таблицы 1.5 позволяет сделать вывод о неоднородной динамике позиций России в международных рейтингах цифрового развития. С одной стороны, сохраняется отставание по индексу развития электронного правительства (42-е, 43-е места) и ряду других позиций. С другой стороны, отмечается положительная динамика: по индексу инклюзивного Интернета Россия поднялась с 30-го места в 2022 г. до 6-го в 2024 г., а по индексу мобильного взаимодействия – с 92-го места в 2022 г. до 47-го в 2023 г. с последующей стабилизацией на 48-м месте в 2024 г.

Институциональные ориентиры нормативно-правового обеспечения цифровой повестки в РФ трансформировались в 2024–2025 гг. Первоначально вектор развития задавала Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 7 от 4 июня 2019 г.). К концу 2024 г. программный документ исчерпал свой ресурс, охватив шестилетний период планирования.

С 1 января 2025 г. нормативная архитектура трансформируется: Указ Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309, закрепляющий национальные цели развития до 2030 г. и на перспективу до 2036 г., инициирует новый проектный цикл. Его содержание раскрывается через национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства», реализация которого рассчитана

на 2025–2030 гг. В состав национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» входят следующие федеральные проекты [17]:

- «Инфраструктура доступа к информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”» – создание низкоорбитальной спутниковой группировки для обеспечения высокоскоростного доступа к сети Интернет на всей территории РФ, в том числе на подвижных объектах;

- «Цифровые платформы в отраслях социальной сферы» – предполагает переход к платформенной модели взаимодействия граждан, бизнеса и государства, а также расширение перечня массовых социально значимых услуг, предоставляемых в электронной форме;

- «Искусственный интеллект» – направлен на внедрение технологий ИИ в экономику, социальную сферу и государственное управление. Предусматривается переход к предоставлению персонализированных государственных услуг по принципу «жизненных ситуаций»;

- «Цифровое государственное управление» – полная цифровизация государственного управления, переход на безбумажный документооборот, развитие портала государственных услуг;

- «Отечественные решения» – достижение технологической независимости, замещение импортного программного обеспечения и оборудования, включая базовые станции стандартов 4G и 5G;

- «Прикладные исследования и перспективные разработки» – освоение квантовых и телекоммуникационных технологий, наращивание вычислительных мощностей квантового компьютера;

- «Инфраструктура кибербезопасности» – обеспечение сохранности ключевых государственных информационных систем и создание унифицированной платформы, предназначенной для противодействия мошенническим операциям;

- «Кадры для цифровой трансформации» – целевая подготовка кадрового резерва в сфере информационных технологий и искусственного интеллекта;

- «Государственная статистика» – разработка цифровой аналитической платформы, обеспечивающей сбор, обработку и анализ больших массивов данных в режиме реального времени.

Анализ постиндустриальной динамики экономики строится вокруг нескольких базовых категорий: «постиндустриальное общество», «деиндустриализация», «реиндустриализация» и «неоиндустриализация» промышленности. Указанные понятия утвердились в научном обороте с середины XX в.

Постиндустриализация промышленности тесно связана с информатизацией, инновационной активностью и ростом сектора услуг. В совокупности эти процессы отражают макроэкономический сдвиг в сторону цифровых сервисов [32]. Фактически речь идет о переходе от «индустриальной формации», где основой ВВП служило производство товаров, к постиндустриальной стадии – «экономике знаний», опирающейся на цифровые технологии, услуги и сервисы [272].

Деиндустриализация экономики остается основным препятствием для неоиндустриализации и модернизации промышленности. Данный процесс имеет глобальную природу и сопровождается сокращением промышленного производства в странах с традиционно развитым индустриальным сектором [232].

Сырьевая направленность российской экономики – прямое проявление деиндустриализации. В основе такого положения лежат несколько факторов: отход промышленной политики от ориентиров научно-технического прогресса, технологическое отставание отечественной науки и НИОКР в промышленности, а также практика «отверочной» сборки и лизинга импортного оборудования и технологий.

Преодоление деиндустриализации и переход к индустриальному развитию возможны через реиндустриализацию. Данный курс предполагает ставку на отечественные технологии, импортозамещение и последовательное укрепление технологического суверенитета. Понятие «реиндустриализация» закрепилось в научно-технической лексике в начале 1980-х гг., вводясь параллельно с термином «деиндустриализация». Содержательно реиндустриализация трактуется как процесс, направленный либо на возрождение утраченного промышленного потенциала, либо на создание нового взамен утраченного в конце XX столетия [383]. Она рассматривается как новая модель экономического роста, где увеличение доли добавленной стоимости промышленного производства в ВВП становится ключевым драйвером. Такой подход позволяет решить ряд задач, актуальных для

становления цифровой экономики: преодолеть последствия деиндустриализации, запустить инновационные проекты в промышленности, повысить производительность труда при одновременном снижении его трудоемкости и активизировать интеграционные процессы [51].

Неоиндустриализация экономики – это следующий этап социально-экономического развития общества. Институциональную основу неоиндустриализации составляет инструментарий государственной промышленной политики. Он охватывает регулирование воспроизводственных процессов, совершенствование рынка труда и капитала, а также стимулирование инновационной активности в промышленности [74].

В рамках неоиндустриализации большинство исследователей акцентируют внимание на ряде характерных черт. Среди них – цифровая трансформация общества, инновационная деятельность, интеллектуальная собственность, а также формирование и укрепление технологического суверенитета. Эти аспекты представлены на рисунке 1.4.

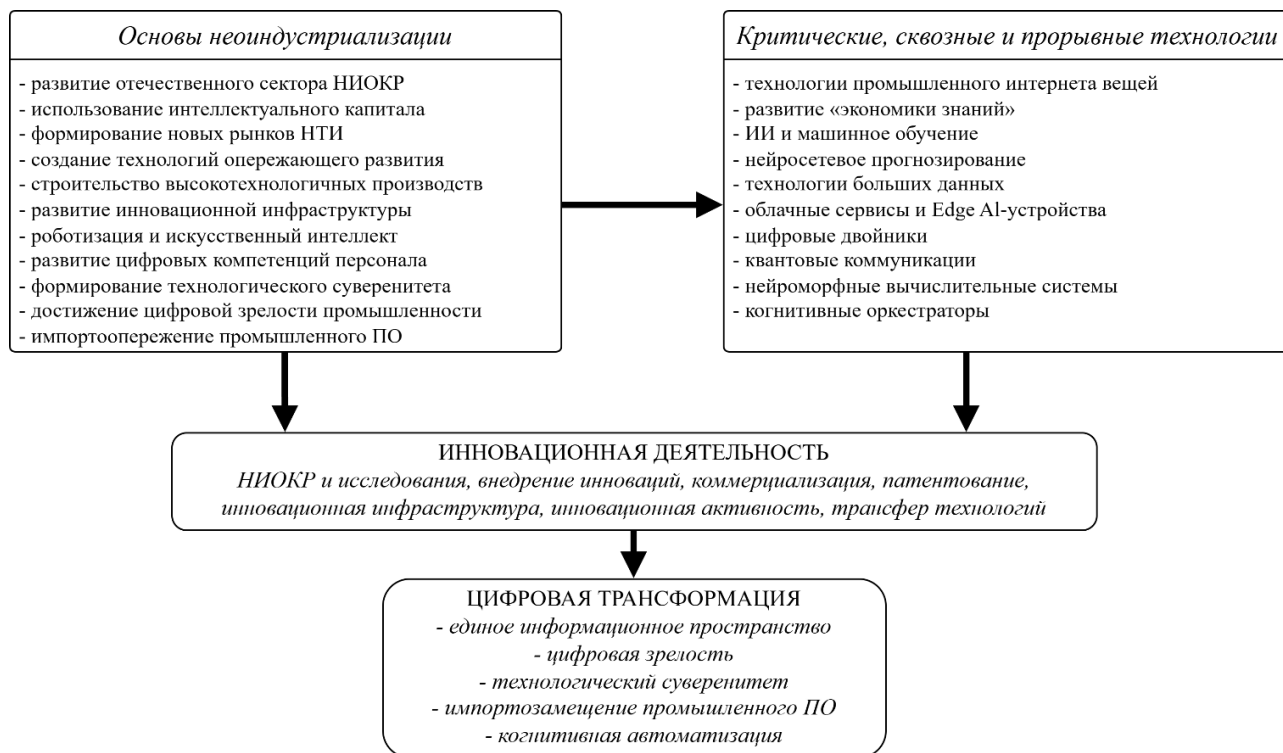


Рисунок 1.4 – Особенности неоиндустриализации промышленного комплекса, связанные с процессами когнитивно-цифровой трансформации

Примечание – Разработано автором.

Контуры неоиндустриальной экономики в значительной мере очерчены развитием четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0), в рамках которой формируются инновационные бизнес-модели, использующие цифровые технологии в качестве ключевых интеграторов производственных процессов. Эстафету от Индустрии 4.0 принимает Индустрия 5.0 – парадигма человекоцентричной цифровой трансформации, где в качестве переходного этапа от автоматизации к интеллектуальному управлению реализуется когнитивно-цифровая трансформация (КЦТ).

В долгосрочной перспективе эволюция КЦТ формирует фундамент для перехода к Индустрии 6.0, представляющей собой когнитивное производство с нейросетевыми автоматизированными системами управления. В рамках данного уклада технологии выходят за рамки анализа данных, приобретая способность к моделированию когнитивных функций человека [265].

Цифровая трансформация инновационной деятельности не является прямым переходом к когнитивному производству, но может рассматриваться как этап, который создает основу для более глубокого перехода к когнитивным моделям в производстве и экономике. КЦТ представляет собой масштабные изменения в бизнес-процессах или способах осуществления экономической деятельности, вызванные внедрением цифровых технологий. Она затрагивает бизнес-модели, операции, клиентский опыт и требует культурных и технологических изменений в организациях. Базис когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности образуют технологии искусственного интеллекта, машинного обучения, интернета вещей, расширенной аналитики и робототехнических систем.

Когнитивное производство на основе цифровой трансформации – это следующий уровень развития, который предполагает использование когнитивных технологий для обработки информации, моделирования мысленных процессов и когнитивных функций человека. Когнитивные цифровые технологии работают с познанием, анализируют внимание, работу мозга, стремятся «понять» человека. Они могут включать в себя создание когнитивных ассистентов, виртуальных интерфейсов «мозг – компьютер», систем адаптивной помощи. Инструментарий

технологических инноваций в контексте цифровизации промышленных предприятий отражен в таблице 3 Приложения А.

Переход к когнитивному производству предполагает встраивание когнитивных технологий в инновационные бизнес-процессы, применение когнитивных двойников, трансформацию бизнес-моделей и стратегических установок, а также наращивание компетентностной базы. Цифровая трансформация выступает платформой для последующего движения в направлении когнитивного производства. Однако сам этап перехода требует внедрения когнитивных технологий и пересмотра сложившихся подходов к организации бизнеса и производственной деятельности.

В процессе осуществления Индустрии 3.0 были созданы информационно-коммуникационные технологии, сформировав платформу для масштабных промышленных коммуникационных сетей, инновационного сетевого производства и инновационной деятельности на базе гибридных, конвергентных технологий (Индустрия 4.0), результатом которых является создание автоматизированного цифрового производства с интеллектуальными системами управления в онлайн-режиме.

Реализация сетевых (цифровых) коммуникаций между оборудованием, машинами, технологиями и информационными системами предоставляет возможность для осуществления мониторинга производственных процессов и анализа окружающей среды в реальном режиме времени с делегированием функции управления и принятия управленческих решений интеллектуальным системам, что приводит к смене парадигмы технологического развития на цифровое развитие [56].

Ключевыми признаками неоиндустриального производства являются:

- модульность построения и функционирования, в отличие от масштабности производственных процессов в границах одного предприятия;
- территориальная рассредоточенность производства, в отличие от существующего в настоящее время иерархического уклада построения;

– виртуальные и цифровые коммуникации в организации производственных процессов.

С методологической точки зрения КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса в условиях неоиндустриального развития предполагает формирование и использование в производственных процессах цифровых и знаниевых технологий, таких как автоматизация производственных процессов, технологии больших данных и машинного обучения, аддитивные технологии, промышленный Интернет, роботизация и пр. Данные технологии, используемые в промышленном комплексе, вызывают применение цифровых инструментов планирования и прогнозирования, анализа неопределенностей, принятия обоснованных решений.

В зависимости от уровня развития цифровых технологий на промышленных предприятиях выделяют теоретико-методологические подходы к цифровой трансформации (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Теоретико-методологические подходы к цифровой трансформации промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

Теоретико-методологическая платформа КЦТ представляет собой теоретико-методологический базис (совокупность концепций, подходов и методов), который служит основой для разработки прикладных моделей, методик и инструментов когнитивно-цифровой трансформации, не являясь при этом программно-аппаратным решением (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Теоретико-методологическая платформа КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ

Примечание – Разработано автором.

Начиная с 2024 г. этот процесс базируется на использовании технологий искусственного интеллекта, больших данных и цифровых двойников для обеспечения технологического суверенитета.

Теоретико-методологическая платформа КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ в условиях неоиндустриализации – это комплексный подход, объединяющий технологии, когнитивные способности и

новые производственные парадигмы, отражая смену технологического уклада, где ключевую роль играет искусственный интеллект.

Теоретической основой (базисом) платформы КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ, представленной на рисунке, выступают: теория неоиндустриализации, концепции Индустрии 4.0, 5.0 и 6.0 (когнитивное производство с нейросетевыми АСУ, выступающее долгосрочным ориентиром для КЦТ), теория нового индустриального общества, концепция цифровой зрелости, теория сетевых взаимодействий (экосистемный подход), когнитивный подход (использование ИИ для принятия управленческих решений), теория технологического суверенитета (импортозамещение и создание независимых производственных цепочек).

Методологическая основа платформы КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ базируется на сочетании нескольких подходов: когнитивного (моделирование познавательных способностей человека в алгоритмах ИИ), системно-структурированного подхода, институционального подхода, синтетического (интегративного) подхода, диалектического подхода.

Ключевые компоненты когнитивной инновационной деятельности включают в себя цифровое проектирование, использование интеллектуальных цифровых двойников, предиктивной аналитики, роботизацию и искусственный интеллект, нейросетевые модели.

Особенностями реализации данной платформы являются: укрепление технологического суверенитета, импортозамещение и импортоопережение, государственная поддержка, акцент на развитии технологий «Технет 4.0». Отсюда следует, что теоретико-методологическая платформа КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ направлена на создание «умной специализации», способной к самоорганизации, высокой кастомизации продукции и быстрому внедрению инноваций на основе анализа данных.

Методология КЦТ инновационной деятельности базируется на трансформации бизнес-моделей и инновационных процессов:

- создание виртуальных копий физических активов для оптимизации проектирования и производства;
- использование интеллектуальных систем управления и алгоритмов машинного обучения для оптимизации цепочек поставок, предиктивного обслуживания оборудования и снижения себестоимости;
- создание промышленных цифровых платформ для интеграции участников производственной экосистемы;
- управление знаниями, а именно оцифровка инженерного опыта и компетенций персонала (когнитивная составляющая).

Экосистемный подход цифровой трансформации основывается на том, что цифровая экосистема представляет собой более высокую степень кооперации промышленных предприятий, предполагающую объединение участников на цифровой платформе при помощи цифровых технологий. Цифровые экосистемы промышленного комплекса создают основу для перехода к шестому технологическому укладу, однако их формирование относится к этапу Индустрии 5.0, в рамках которого реализуется КЦТ как подготовительный этап к когнитивному производству.

В методологической платформе автором вводится когнитивный подход (см. рисунок 1.6), отражающий когнитивную сервитизацию, которая, в отличие от процессного или технологического подходов, предполагает, что управление инновационной деятельностью осуществляется на основе нейросетевого прогнозирования и предиктивной аналитики, что позволяет перейти от реактивного управления (реагирование на изменения) к проактивному (формирование трендов). Суть когнитивного подхода заключается в имитации когнитивных функций человека с помощью искусственных нейронных сетей, что обеспечивает способность системы самостоятельно обучаться, выявлять скрытые закономерности в больших массивах данных и формировать прогнозные сценарии развития инновационных процессов.

Предлагаемая автором методологическая платформа КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса (рисунок 1.7) предназначена для

осуществления производственных коммуникаций предприятия и включает в себя 6 базовых методологий, которые в дальнейшем можно расширить перспективными. Экосистемный подход рассматривается как составная часть методологической платформы КЦТ, интегрирующая участников инновационной деятельности на основе цифровых платформ.



Рисунок 1.7 – Методологии КЦТ, используемые в инновационной деятельности промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

Методология когнитивной сервитизации, дополняемая автором, предполагает трансформацию инновационной деятельности с использованием интеллектуальных сервисов и обратной связи на основе искусственного интеллекта, обеспечивающей адаптивное обучение системы и интерпретируемость принимаемых решений – ХАИ. Данная методология вводится для перехода от разовых инновационных решений к непрерывному интеллектуальному сопровождению производственных процессов, обеспечивающему адаптацию инновационной деятельности в реальном времени на основе анализа данных и обратной связи от ИИ.

Таким образом, методологическая платформа цифровой трансформации инновационной деятельности в функционировании промышленного комплекса РФ направлена на выполнение следующих задач:

1. Экономико-математическое моделирование деятельности сетевых промышленных комплексов. Решение данной задачи предполагает использование интегративной методологии, сочетающей различные исследовательские векторы: институциональный, технологический, информационный, когнитивный и инновационный. Моделирование осуществляется с использованием когнитивных карт, нейросетевых моделей, логистических функций перехода и алгоритмов кластеризации, позволяющих анализировать динамику инновационных процессов и прогнозировать их развитие.

В условиях 2024–2025 гг. акцент смещается на использование нейросетевых моделей для прогнозирования инновационной активности. Основное внимание уделяется формированию единого цифрового контура, объединяющего технологические элементы производственной сферы в рамках сквозной сетевой системы. Целью моделирования является проектирование новой логики технологического роста, в которой координация участников осуществляется через цифровую сеть. В рамках данной модели:

- научно-исследовательские центры трансформируют свою структуру, переходя к сетевому формату взаимодействия с бизнесом;
- высокотехнологичные организации отказываются от централизованных моделей в пользу сетевой децентрализации, ориентируясь на выпуск инновационных решений малыми сериями и координируя действия с контрагентами через цифровые инструменты;
- предприятия средней технологической зрелости, действующие в составе кластеров, интегрируются в цифровые сети управления производством.

2. Формирование адаптивной инновационной политики, ориентированной на опережающий вектор развития и устойчивость индустриальной системы, представляющей собой стратегическую линию, основанную на опережающем росте и направленную на переход к сетевым архитектурам в производственной сфере, сопровождаемый цифровым преобразованием институтов и адаптацией

инструментов промышленной политики. С 2024–2025 гг. данная задача трансформируется в политику импортоопережения 2.0 – опережающего создания технологий, превосходящих мировые аналоги.

Импортоопережение 1.0 (2022–2024 гг.) нацелено на экстренное замещение критического импорта (программное обеспечение, оборудование, компоненты).

Импортоопережение 2.0 (с 2025 г.) предполагает опережающее создание технологий, превосходящих мировые аналоги в области промышленного искусственного интеллекта, когнитивной роботизации и нейросетевых автоматизированных систем управления.

Автором предлагается выделить следующий этап – импортоопережение 3.0 (2027–2028 гг.), который должен обеспечить формирование национальных технологических стандартов, распространяемых на дружественные страны, и создание экспортно ориентированных интеллектуальных промышленных экосистем, задающих глобальные тренды в области киберфизических производств и когнитивных технологий.

3. Анализ, оценка и прогноз эффективности цифровой трансформации на базе количественных параметров. Применение численных методов в исследовании КЦТ инновационной деятельности позволяет зафиксировать фактические изменения в производственном секторе и сформировать научно обоснованные выводы.

В настоящее время особое значение приобретает использование нейро-цифровых двойников – гибридных моделей, объединяющих цифровые двойники оборудования и нейросетевые модели поведения инновационных систем. Существенное внимание уделяется новому витку научно-технологического развития, отраженному в слиянии цифровых технологических платформ, создающем качественно иную производственную среду. При этом масштабы воздействия охватывают не только экономику, но и социальную и экологическую сферы, что требует инструментов мониторинга и контроля рисков, сопряженных с технологическими сдвигами.

В арсенал методов анализа включаются: расчет устойчивости производственных систем, прогнозные модели темпов трансформации,

диагностика экономических эффектов от цифровизации, а также инструментарий моделирования безопасности цифрово-интегрированных промышленных структур. Особое место занимает оценка динамики результативности цифровых решений на основе ключевых количественных показателей.

4. Оценка инновационной активности промышленных предприятий по показателям применения цифровых технологий. Уровень такой активности определяется через анализ экономических результатов, которые дает цифровое обновление, при этом исследование строится на связи между внедрением новых решений и изменением структуры издержек и доходности.

По данным 2024 г., уровень инновационной активности в секторе ИКТ достиг 17,8% – максимума за весь период наблюдений [121].

5. Методологическим основанием выступает модифицированная производственная функция, позволяющая построить зависимость между инновационными процессами и экономическими результатами.

Модель демонстрирует, что при отказе от цифровых инноваций расходы компаний последовательно увеличиваются под воздействием инфляционных факторов, устаревания производственной базы, ограниченности масштабов выпуска и роста затрат на труд. В противоположность этому, цифровизация способствует снижению совокупных затрат и стабилизации экономических показателей.

6. Анализ и оценка процессов импортозамещения и развития технологического суверенитета промышленных предприятий, использующих цифровые технологии. Продвижение политики внутренней технологической самостоятельности требует активной государственной поддержки и выстраивания механизмов стимулирования вложений в инновационные разработки.

В условиях санкционного давления 2022–2026 гг. данное направление становится приоритетным в рамках государственной политики импортоопережения. Отбор перспективных направлений осуществляется с опорой на потенциал импортонезависимого производства, а также на оценку уровня коммерческой реализации инновационных решений.

Система оценки включает в себя расчеты объемов продукции, не имеющей зарубежных аналогов, с применением цифровых технологий, анализ экспортного

потенциала, определение степени зависимости от внешних поставщиков. Уровень технологической автономии может быть представлен через удельный вес продукции, основанной на собственных разработках. В 2025 г. доля российского программного обеспечения в общих затратах на ПО составила 67,3% [121]. Коммерческий эффект измеряется через долю инновационных товаров в совокупной структуре отгрузки промышленных предприятий.

Перспективные технологии осуществления производственных коммуникаций, включенных в методологическую платформу КЦТ инновационной деятельности, представлены: анализом и оценкой сквозных и критических технологий превосходства на основе цифровизации, формирующих основу технологического доминирования; технологиями развития интеллектуальной собственности, человеческого потенциала и материальной базы производства Индустрии 5.0. и Индустрии 6.0; анализом формирования нового технологического уклада и переосмыслением роли нематериальных активов и подготовки трудового ресурса, способного функционировать в условиях гибридной цифровой среды; развитием инструментов оценки интеллектуальной собственности, которые представлены не только элементами системы инновационного мониторинга, но и средствами фиксации эффективности управленческих решений на государственном уровне; анализом механизмов актуализации перечня ключевых направлений, составляющих технологический каркас цифровой трансформации.

Как отмечалось в параграфе 1.1, в 2024 г. завершилась реализация национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (действовавшей в редакции 2019–2024 гг.). С 1 января 2025 г. в качестве ее преемника запущен новый национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (срок реализации – 2025–2030 гг.), ключевые направления которого включают в себя: развитие инфраструктуры сбора и обработки данных, внедрение искусственного интеллекта в приоритетных отраслях, обеспечение кибербезопасности, формирование отечественных цифровых платформ, а также достижение цифровой зрелости промышленности и социальной сферы к 2030 г.

1.3 Информационная среда когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности

В условиях интенсивных процессов развития мировой экономики, перехода к Индустрии 5.0 и Индустрии 6.0 наблюдаются значительные изменения в использовании целого ряда факторов производства, происходящие за счет интеллектуализации традиционно применяемых факторов, таких как земля, труд, капитал, способность к предпринимательской деятельности, на фоне резко повышающейся роли знаний и информации в деятельности субъектов хозяйствования.

В 2022–2026 гг. информационная среда промышленных предприятий претерпела качественные изменения, связанные с внедрением технологий сбора и обработки больших данных, цифровых платформ, облачных сервисов и искусственного интеллекта, однако уровень проникновения большинства передовых цифровых технологий в российской промышленности остается невысоким. Согласно совместному исследованию Strategy Partners и ГК «Цифра» (2025 г.), по итогам 2024 г. доля промышленных предприятий, использующих машинное обучение и большие данные (ML и Big Data), составила 5,5%, промышленный интернет вещей (IIoT) – 7,1%, генеративный искусственный интеллект – 0,3%. Исключение составляет технология компьютерного зрения, уровень внедрения которой достиг 41,6% (рост более чем вдвое с 2020 г.). При этом в 2025 г. прогнозировался дальнейший рост: расширение применения ML и Big Data на 16%, IIoT – на 2%, компьютерного зрения – на 10%, а генеративного ИИ – на 42%. Приведенные показатели относятся непосредственно к промышленному производству. В более широком секторе ИКТ (включающем в себя телекоммуникации, IT-разработку и цифровые сервисы) уровень инновационной активности в 2024 г. достиг 17,8%, что не противоречит относительно низкому внедрению ИИ в промышленности в силу отраслевой специфики [73].

Информационное пространство представляет собой один из определяющих компонентов в системе инновационной деятельности современных промышленных

организаций. Его структура формируется на основе процессов получения, трансформации, распространения и использования как внутренней, так и внешней информации, охватывающей инструменты цифровой коммуникации, методы обработки и технологические каналы передачи данных.

Возрастающее значение информационного ресурса в экономике нового типа обусловлено его прямым влиянием на устойчивость и развитие производственной и инновационной деятельности. При этом эффективность информационного обеспечения определяется не количеством доступных данных, а уровнем их структурной упорядоченности, аналитической обработки и соответствием реальному состоянию внешней и внутренней среды. Таким образом, ключевым становится не объем информации, а знания, создающие условия для принятия обоснованных управленческих решений и рациональной организации деятельности.

Внутренняя структура инновационной системы промышленного комплекса включает в себя совокупность специализированных подразделений, каждое из которых выдвигает собственные требования к способам планирования, контроля и информационного обеспечения. При отсутствии координации между структурными единицами и неэффективной работе с большими объемами данных нарушается целостность управленческой модели и снижается результативность функционирования предприятия.

Для обеспечения этих целей требуется масштабная «информационная технология», способная создать инновационное пространство предприятия, обеспечивающая связь всех элементов инновационных процессов, данных о производимом изделии, его реализации, сопровождении, утилизации. Единое информационное пространство предприятия формируется из следующих элементов: информационных ресурсов, организационных структур, средств информационного взаимодействия, интеллектуального капитала. В условиях 2023–2026 гг. к указанным элементам добавляются: нейросетевые модели, базы знаний (онтологии), MLOps-отделы для управления жизненным циклом моделей машинного обучения, а также квантово-устойчивые каналы связи.

Базисным элементом информационного ландшафта промышленности выступают государственные информационные системы (ГИС). Их

функциональное назначение состоит в обеспечении полномочий органов государственной власти и организации информационного обмена между ними и субъектами предпринимательской деятельности. На современном этапе данные системы проходят полный жизненный цикл – от создания и актуализации до промышленной эксплуатации – в контуре процессов цифровой трансформации. Указанные процессы регламентируются нормативно-правовыми требованиями российского законодательства и опираются на статистические данные, а также на иные официально документированные источники информации.

В Российской Федерации функционирует более 4 тыс. отдельных цифровых платформ и более 30 экосистем. Под платформой понимается программно-аппаратный комплекс для взаимодействия участников, а под экосистемой – совокупность взаимосвязанных платформ и сервисов, объединенных общими бизнес-процессами и единым управлением данными [132].

Важно отметить, что ГИСП является государственной информационной системой общедоверального уровня. В отличие от нее, предлагаемая автором ниже когнитивная интеллектуальная информационная среда промышленности (КИИСП) представляет собой информационную среду конкретного промышленного предприятия, интегрирующую его внутренние и внешние информационные потоки при реализации инновационной деятельности.

Инструментарий ГИСП позволяет использовать аналитические данные для объективной оценки эффективности действующих мер поддержки, отслеживания степени их востребованности и результатов применения в рамках производственной инфраструктуры.

Отсюда, ключевыми задачами ГИСП являются:

- содействие эффективному функционированию промышленных комплексов РФ и освоению производства инновационной продукции;
- развитие инновационной деятельности и стимулирование внедрения результатов интеллектуальной собственности в промышленность;
- формирование и развитие современной промышленной инфраструктуры;
- поддержка модернизации и технологического перевооружения основных производственных фондов промышленности.

Для реализации указанных задач в ГИСП формируются информационные фонды (базы данных) и обеспечивается их целевое наполнение [87].

Помимо ГИСП, в структуру информационного пространства промышленного предприятия входят информационные технологии, программно-аппаратный комплекс, средства АСУ, сетевые связи предприятия, аналитические системы, а также локальные сети. Информационная среда обеспечивает деятельность предприятий. Структура информационной среды отражена на рисунке 1.8.

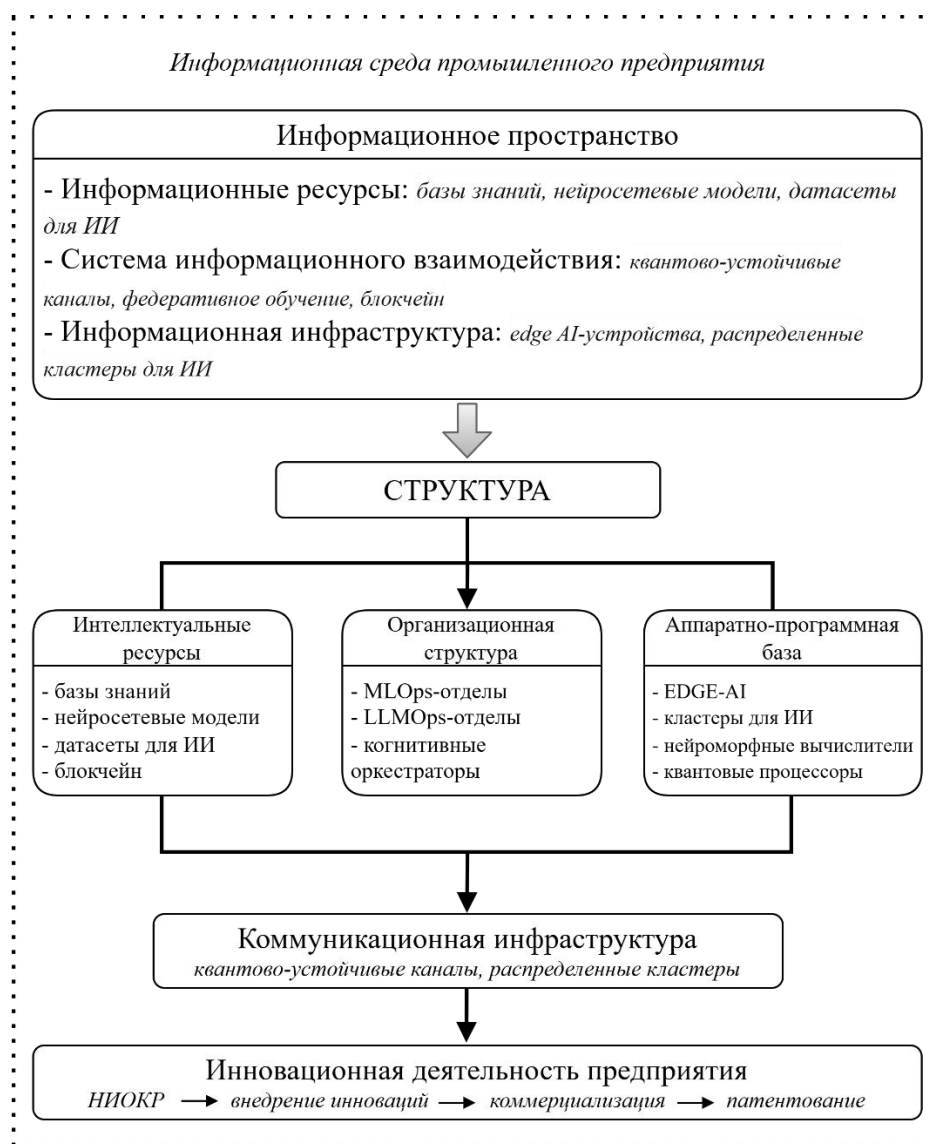


Рисунок 1.8 – Структура информационной среды предприятия

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 1.8 структура информационной среды предприятия представлена четырьмя взаимосвязанными блоками: техническим (программно-аппаратный

комплекс, средства АСУ, локальные сети), информационным (базы данных, системы управления данными), организационным (нормативно-правовое обеспечение, регламенты информационного взаимодействия) и коммуникационным (каналы передачи данных, сетевые связи, протоколы обмена). Взаимосвязи производственной, инновационной и цифровой структуры предприятия отражены в таблице 1 Приложения А.

На основании данных таблицы 1 Приложения А можно заключить, что в условиях КЦТ предприятие осуществляет переход к использованию передовых цифровых инструментов, включая технологии искусственного интеллекта и разработку цифровых решений, что ведет к структурному преобразованию его информационного пространства [284].

Таким образом, автором предлагается переход на цифровую информационную среду Индустрия 5.0, отражающую совокупность цифровых сервисов и технологий, используемых для оптимизации инновационных процессов и структурной организации информационной среды предприятия. Другими словами, при формировании информационной среды в промышленности перейти от технологий, процессов и сервисов Индустрии 4.0 (технологическая революция производства, киберфизических систем, производственных экосистем, умные фабрики) на цифровые сервисы Индустрии 5.0 (создание интеллектуальных киберэкосистем, синергетических социальных фабрик; развитие ценностных инициатив и творческого потенциала человека; интеграция производственных процессов с интеллектуальными системами; роботизация и гиперавтоматизация предприятий) [354].

В рамках данного перехода автором вводится понятие «когнитивная интеллектуальная информационная среда промышленности» (КИИСП) – распределенная многоуровневая система управления производственными и инновационными процессами, интегрирующая технологии искусственного интеллекта, нейросетевого прогнозирования, когнитивной автоматизации и гиперавтоматизации, обеспечивающая непрерывный сбор, обработку и анализ

данных в реальном времени, а также принятие проактивных управленческих решений с использованием самообучающихся алгоритмов.

Состав ключевых элементов КИИСП детально представлен в таблице 1 Приложения А. Новые функции КИИСП в инновационной деятельности включают в себя: ускорение НИОКР за счет нейросетевого моделирования и виртуальных испытаний; прогнозирование успеха инновационных проектов на основе анализа больших данных; автоматизацию процессов коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности; обеспечение интерпретируемости и верификации решений, принимаемых нейросетевыми моделями; формирование инновационной инфраструктуры на основе цифровых платформ и экосистем; повышение инновационной активности предприятий за счет снижения транзакционных издержек и ускорения обмена информацией.

Для оценки эффективности КИИСП предлагаются следующие целевые ориентиры:

- сокращение времени вывода новой инновационной продукции на рынок за счет нейросетевого моделирования – виртуальные испытания сокращают цикл в несколько раз по сравнению с натурными;
- снижение транзакционных издержек благодаря автоматизации коммерциализации и цифровой координации;
- уменьшение затрат на НИОКР за счет предиктивного отсева бесперспективных проектов на ранней стадии;
- рост инновационной активности персонала вследствие снижения рутинной нагрузки и высвобождения времени для творческих задач.

Указанные ориентиры подлежат уточнению по результатам внедрения КИИСП на конкретных промышленных предприятиях с учетом их отраслевой специфики и текущего уровня цифровой зрелости.

Долгосрочным ориентиром развития КИИСП является Индустрия 6.0, предполагающая когнитивную автоматизацию и нейросетевые АСУ, что нашло отражение в актуализированной Стратегии цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности на период до 2030 года [12].

Системный анализ технологических трансформаций от 4.0 к 6.0 представлен в таблице 2 Приложения А.

Интеллектуальная платформа киберфизического уровня функционирует как связующее звено между данными, поступающими от физических компонентов и цифровых источников, формируя целостную информационную среду. Управление осуществляется посредством адаптивных алгоритмических структур, обеспечивающих непрерывную коррекцию процессов в соответствии с изменяющимися условиями внешней и внутренней производственной динамики. Подобная архитектура выступает основой для реализации автономных сценариев функционирования в высокотехнологичных отраслях [370]. На рисунке 1.9 представлены основные элементы КИИСП предприятия, включая блоки сбора данных, аналитической обработки, принятия решений и когнитивной обратной связи, интегрированные в единую распределенную архитектуру.



Рисунок 1.9 – Основные элементы КИИСП предприятия

Примечание – Разработано автором.

Таким образом, на предприятии создается когнитивное информационное пространство, отражающее специфику его деятельности, необходимые информационные ресурсы, систему взаимодействия и информационную инфраструктуру для осуществления инновационной деятельности, отвечающее

производственным и инновационным потребностям его функционирования и устойчивого развития.

Разработка стратегии внедрения процессов цифровой трансформации, информационных технологий и технических средств автоматизации ее осуществления в КИИСП начинается с формулирования целей и задач цифровизации предприятия, использования CALS-технологий, представляющих собой специфические для данного предприятия методы и технологии организации деятельности предприятия с информацией о выпускаемой продукции, процессах и среде в границах, определенных международными стандартами (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Процессы внедрения CALS-технологий при формировании КИИСП

Сфера использования CALS-технологий на предприятии	Описание функционала
Бизнес-аналитика и оптимизация процессов	Проектирование рациональной цифровой архитектуры и соответствующей информационной базы
Применение сетевых принципов проектирования	Расщепление комплексных изделий на модули и организация распределенной реализации
Логистическое сопровождение производственной деятельности	Повышение управляемости и гибкости сложных технологических систем
Использование элементов IoT	Организация передачи данных посредством цифровых каналов связи
Конструирование интегральных цифровых моделей продукции	Формирование полифункциональных и многогранных цифровых представлений изделий
Электронное сопровождение документооборота	Повышение прозрачности и скорости административных процедур
Стимулирование инноваций	Технологическая поддержка нововведений на всех фазах производственного цикла
Примечание – Составлено автором	

Формирование единой цифровой архитектуры КИИСП на основе CALS-технологий предполагает реализацию интеграционного подхода по следующим направлениям: создание единой базы данных производственного и инновационного проекта в целях поддержки этапов жизненного цикла создания продукции, цифрового управления проектированием, подготовкой производства и персонала на основе использования PDM-систем; организация сквозной компьютеризации производственных задач с выбором базовых CAD/CAM/CAE-систем и технологий

поддержки форматов данных для обмена технологической и конструкторской информацией.

В таблице 1.7 представлена систематизация основных типов цифровых решений, применяемых в управлении КИИСП различными уровнями промышленного предприятия.

Таблица 1.7 – Цифровые автоматизированные системы управления КИИСП предприятия (ЦАСУП)

Объекты управления предприятия	Автоматизированные системы управления
Технологические процессы предприятия	Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП): Scada (Supervisory Control And Data Acquisition)
Технологическое оборудование	Numerical Control (NC) – системы числового управления (ЧПУ)
Бизнес-процессы структурных подразделений предприятия	АСУ ТП цехового уровня – MES (Manufacturing Execution System) – системы управления потоками работ; Workflow – системы управления бизнес-процессами
Ресурсная база	Автоматизированные системы управления предприятием (АСУП) – Enterprise Resource Planning (ERP)
Документооборот	Автоматизированные системы управления документооборотом (АСУД)
База данных	Системы управления данными (PDM) – (Product/Project/Process Data Management)
Технологическая подготовка производства	Автоматизированные системы управления технологической подготовкой производства – АСУ ТПП
Технологические проекты	Интегрированные системы управления проектами – ИСУП (Project Management – PM)
Процессы поставок	Автоматизированные системы управления цепочками поставок (Customer Relationship Management – CRM)
Примечание – Составлено автором на основе [107]	

Таким образом, системная реализация цифровых подходов в управлении инновациями позволяет выстраивать целостную цифровую экосистему, адаптированную к современным вызовам и обеспечивающую устойчивое технологическое развитие.

В последнее время особое внимание уделяется интеграции систем на основе искусственного интеллекта: MLOps для управления жизненным циклом моделей машинного обучения, LLMOps для больших языковых моделей, а также системам предиктивной аналитики на основе трансформеров.

Исходя из вышеизложенного, автором предлагается структурная схема КИИСП, понятие которой было введено выше, на основе выделения отдельных ее составляющих, используемых на предприятии. Структурная схема КИИСП представлена на рисунке 1.10.

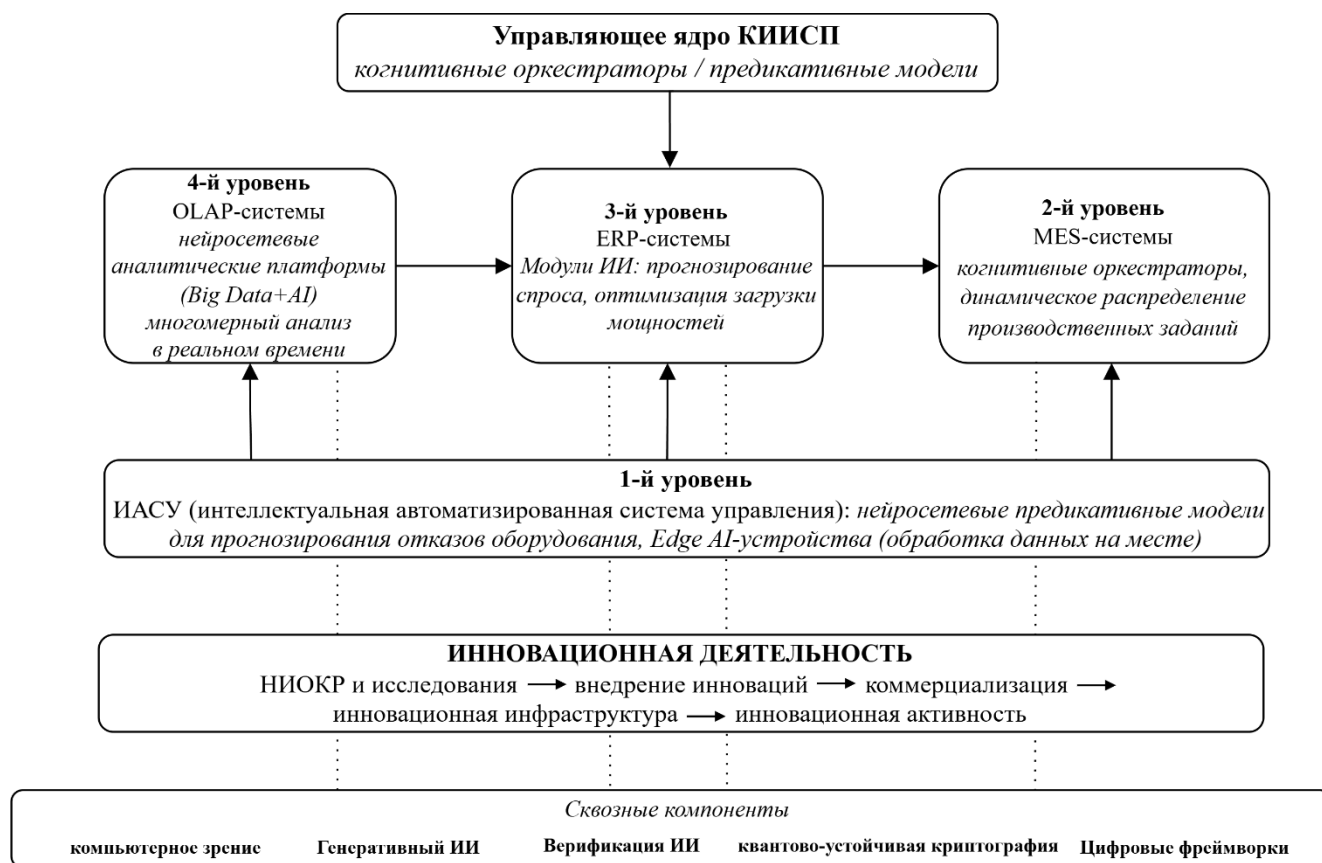


Рисунок 1.10 – Структурная схема когнитивной интеллектуальной информационной среды промышленности (КИИСП)

Примечание – Разработано автором.

С помощью интеллектуальной составляющей организована система управления, включающая в себя 4 уровня.

Первый уровень представлен автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП), которые дополнены нейросетевыми предиктивными моделями для прогнозирования отказов оборудования и Edge AI-устройствами для обработки данных на месте.

Второй уровень представлен MES-системами, включающими в себя исполнительную автоматизированную систему управления производством и

информационно-вычислительную систему, решающими задачи координации, анализа и оптимизации производства продукции. Автором предлагается внедрение когнитивных оркестраторов для динамического распределения производственных заданий на основе искусственного интеллекта.

Третий уровень представляют ERP-системы – системы планирования ресурсов предприятия, управления финансовой и хозяйственной деятельностью. На данном уровне предлагается использовать модули искусственного интеллекта для прогнозирования спроса и оптимизации загрузки мощностей.

Четвертый уровень предполагает применение OLAP-систем. Они обеспечивают многомерный анализ данных и их обработку в реальном времени, включая формирование и динамическую публикацию отчетности. В рамках исследования предлагается переход к нейросетевым аналитическим платформам, объединяющим технологии Big Data и искусственного интеллекта для выполнения аналогичных задач на качественно ином уровне.

Каждый уровень КИИСП вносит вклад в реализацию инновационной деятельности: АСУ ТП предоставляет данные для инновационного анализа; MES-системы обеспечивают когнитивную оркестрацию инновационных заданий; ERP-системы прогнозируют спрос на инновационную продукцию; OLAP-системы осуществляют нейросетевую аналитику эффективности инноваций. Управляющее ядро КИИСП (когнитивные оркестраторы и предиктивные модели) координирует инновационную деятельность, а сквозные компоненты (компьютерное зрение, генеративный ИИ, верификация ИИ, квантово-устойчивая криптография, цифровые фреймворки) обеспечивают ее инструментальную поддержку.

Предлагаемая КИИСП сопоставима с зарубежными промышленными платформами (Siemens MindSphere, PTC ThingWorx, GE Predix) по использованию IoT, Big Data и цифровых двойников. Однако ее отличительными особенностями выступают: когнитивная направленность (нейросетевое прогнозирование, когнитивные оркестраторы), реализация парадигмы Индустрии 5.0 (человеко-машинная синергия), учет требований технологического суверенитета (квантово-

устойчивая криптография, верификация ИИ). Преимуществом зарубежных аналогов является большая степень отраслевой апробации и масштабируемости.

Реализация данного подхода на уровне отдельных промышленных предприятий создает технологическую основу для формирования в перспективе общенациональной цифровой экосистемы, обеспечивающей технологический суверенитет и конкурентоспособность отечественной промышленности (при условии масштабирования предложенных решений на отраслевом и межотраслевом уровнях).

Выводы по главе 1:

1. Исследованы сущность и содержание когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленном комплексе РФ.

2. Введено понятие когнитивно-цифровой трансформации (КЦТ) инновационной деятельности промышленного комплекса, представляющей собой процесс интеграции когнитивных технологий и цифровых инструментов, направленной на повышение эффективности инновационных процессов, развитие интеллектуального потенциала и создание новых технологических решений.

3. Раскрыты сущностно-содержательные характеристики КЦТ инновационной деятельности, определены принципиальные отличия цифровизации от цифровой трансформации в деятельности компаний. Зафиксировано, что цифровая трансформация сопряжена с кардинальной реконфигурацией бизнес-моделей и управленческих практик.

4. Определены основные компоненты КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса, раскрыты ее преимущества.

5. Исследованы особенности неоиндустриализации промышленного комплекса, связанные с процессами КЦТ. Предложена теоретико-методологическая платформа КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса, учитывающая переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 и формирование основ Индустрии 6.0.

6. Предложены методологические подходы к КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса: процессный, системный, технологический, отраслевой, экосистемный, платформенный; введен когнитивный подход, основанный на нейросетевом прогнозировании и предиктивной аналитике, обеспечивающий переход от реактивного управления к проактивному. Разработана методологическая платформа цифровой трансформации, включающая в себя 6 базовых методологий, дополненная когнитивной сервитизацией.

7. Введено понятие «когнитивная интеллектуальная информационная среда промышленности» (КИИСП), представляющее собой распределенную многоуровневую систему управления производственными и инновационными процессами предприятия, интегрирующую технологии искусственного интеллекта, нейросетевого прогнозирования, когнитивной автоматизации и гиперавтоматизации, а также принятие проактивных управленческих решений с использованием самообучающихся алгоритмов.

2 МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ КОГНИТИВНО-ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

2.1 Методологический подход к оценке развития инновационной деятельности промышленного комплекса в условиях цифровой экономики и технологического суверенитета

Цифровая трансформация оказывает заметное воздействие на инновационное развитие региональных промышленных комплексов, что, в свою очередь, влечет за собой изменения в самой инновационной деятельности. Рост числа и масштабов внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях – одно из ключевых условий повышения их социально-экономического уровня и конкурентоспособности. Эти же показатели выходят на первый план в международной конкурентной борьбе. В связи с этим методологические подходы к оценке инновационной деятельности промышленного комплекса в условиях цифровой экономики приобретают особую актуальность: они позволяют не только зафиксировать текущее состояние дел, но и наметить направления дальнейшего совершенствования цифровых инструментов в промышленности.

В данной связи требуется провести оценку уровня развития процессов цифровой трансформации промышленного комплекса РФ, выявить основные тенденции и закономерности цифровизации бизнес-процессов на предприятиях. В настоящее время широко применяются методологии НИУ ВШЭ и Ассоциации инновационных регионов России (АИРР).

Предлагаемый автором методологический подход к оценке развития инновационной деятельности промышленного комплекса РФ в условиях цифровой экономики и технологического суверенитета представляет собой комплексный анализ технологических, экономических, институциональных и социальных факторов. Он учитывает как современные технологические тренды, так и стратегические цели

обеспечения независимости и конкурентоспособности страны. Основные компоненты методологического подхода представлены на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Компоненты методологического подхода к оценке развития инновационной деятельности промышленного комплекса РФ в условиях цифровой экономики и технологического суверенитета

Примечание – Разработано автором.

Трактовка технологического суверенитета зафиксирована в Концепции технологического развития на период до 2030 года (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1215-р). Согласно ее положениям, под данным понятием понимается наличие критических и сквозных технологий, сохраняющих национальный контроль, располагающих собственными линиями разработки и производственными условиями для их выпуска. Именно данный комплекс условий, как подчеркивается в документе, обеспечивает государству возможность достижения установленных национальных целей развития.

При оценке технологического суверенитета важно учитывать критерии, такие как стандартизация (наличие и актуальность национальных и международных стандартов), инфраструктура (наличие ресурсов для развития технологии) и проекты (присутствие отечественных компаний на рынке, потенциальный объем рынка) [5].

Оценка интеграционных процессов цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса предполагает перевод производственных и инновационных процессов на новый технологический уклад с использованием цифровых технологий. Для оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий разработана методика, которая позволяет анализировать основные и вспомогательные процессы на предприятии, оценивать готовность интегрировать программно-аппаратные комплексы, снижать издержки и повышать эффективность производственных цепочек.

Аналитика показателей инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса включает в себя оценку технологических, организационных и управленческих инноваций. В условиях цифровой экономики важно учитывать не только технологические изменения (диджитализацию), но и новые методы организации производства, управления предприятием и персоналом.

При проведении анализа и оценки инновационной деятельности используются комплексные индикаторы и методы анализа. Применимый методический инструментарий охватывает как количественные, так и качественные методы исследования. К числу статистических методов отнесены анализ динамических рядов, компаративный и регрессионный анализы, процедуры нормирования и индексации. Экспертный блок представлен методом экспертных оценок и методом коэффициентов. Дополнительно задействованы методы структурно-функционального анализа, мониторинговые процедуры, прогностические модели, инструменты аналитической визуализации и технологии формирования баз данных. При анализе и оценке инновационной деятельности необходим учет региональных и отраслевых особенностей. В условиях цифровой экономики и технологического суверенитета важно анализировать региональные диспропорции в инновационной активности, разрабатывать дифференцированные региональные стратегии инновационного развития с учетом специфики территориального развития.

Анализ иницируемых и трансфертных инноваций – это механизм коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, вовлечения исследователей в решение технологических задач компаний и корпораций. В Концепции технологического развития на период до 2030 года упоминается

развитие инновационной инфраструктуры, направленной на обеспечение технологического суверенитета, включая центры трансфера технологий.

В рамках методологического подхода к оценке инновационного развития промышленного комплекса РФ в условиях цифровой экономики и технологического суверенитета мониторинг государственной поддержки выделяется в качестве дополнительной составляющей. Стратегия цифровой трансформации предусматривает реализацию комплекса соответствующих мер, среди которых субсидирование разработки цифровых платформ и программных продуктов, проекты внедрения отечественных решений на основе «сквозных» цифровых технологий и другие направления.

Мероприятиями оценки являются консалтинг и внешняя экспертиза, а также долгосрочное планирование. Привлечение независимых консалтинговых компаний может повысить рациональность инвестиций в инновации, помочь в оценке текущего положения предприятия, статуса внедрения технологий и уровня цифровой зрелости.

Долгосрочное планирование инновационной деятельности промышленного комплекса России представляет собой подход к разработке модели технологического суверенитета, который учитывает долгосрочный горизонт планирования и все направления технологического развития, обозначенные в нормативных правовых документах.

Таким образом, методологический подход к оценке инновационной деятельности промышленного комплекса в условиях цифровой экономики и технологического суверенитета требует междисциплинарного анализа, учета стратегических приоритетов и использования современных инструментов оценки и поддержки.

Инструментарий анализа и оценки развития инновационной деятельности промышленного комплекса включает в себя набор методов, показателей, методик и инструментов, которые позволяют оценить инновационный потенциал, активность, эффективность и динамику развития (рисунок 2.2). В рамках настоящего исследования под методологическим инструментарием понимается консолидированная совокупность методов, оценочных показателей, расчетных методик и практических инструментов, объединенных общими методологическими установками – системностью, комплексностью и ориентацией

на конечные цели инновационного развития. Системность предполагает анализ инновационной деятельности как целостного образования, в котором все элементы находятся в неразрывной взаимосвязи. Комплексность, в свою очередь, требует одновременного учета экономических, технологических и институциональных факторов, определяющих ход и результаты инновационных процессов. Целевая ориентация задает стратегический вектор, направленный на достижение технологического суверенитета и требуемого уровня цифровой зрелости предприятий промышленного комплекса.

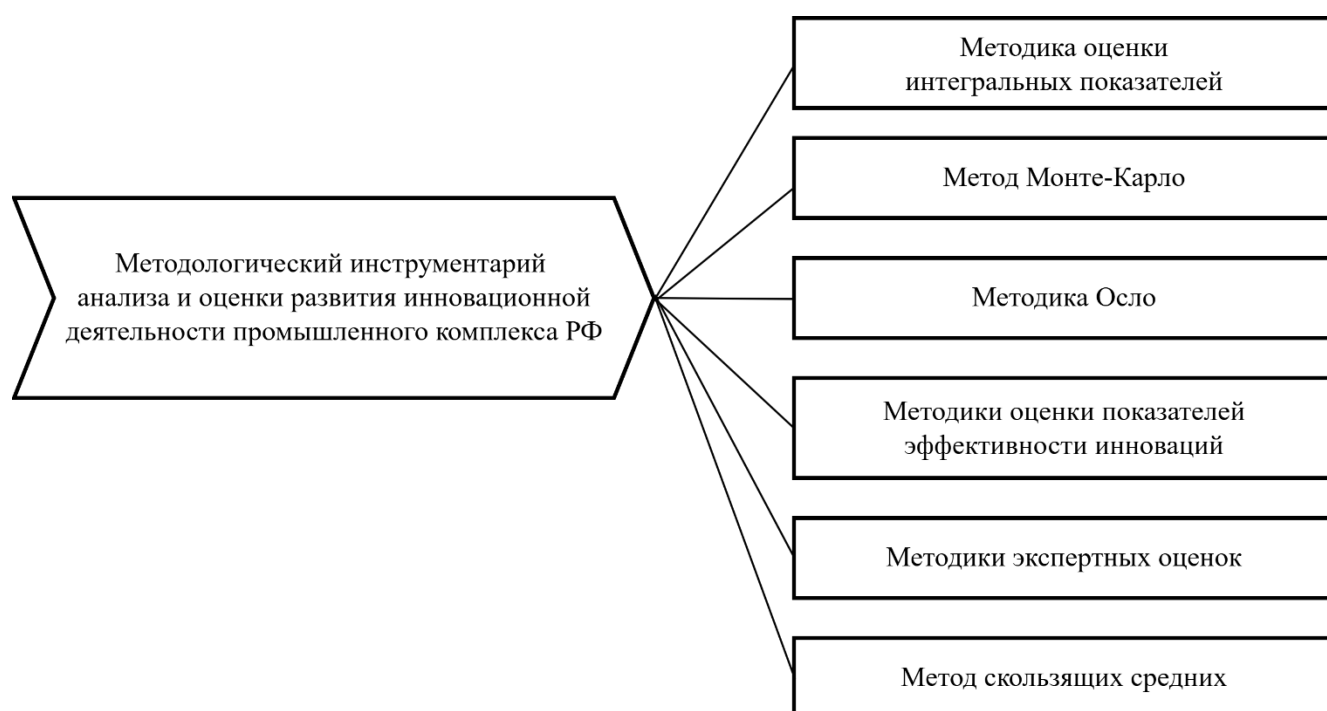


Рисунок 2.2 – Методологический инструментарий анализа и оценки развития инновационной деятельности промышленного комплекса РФ

Примечание – Разработано автором.

В рамках реализуемого подхода опишем методы оценки, представленные на рисунке 2.2:

– методика оценки интегральных показателей осуществляется с расчетом формирования комплексного показателя на основе совокупности экономических показателей, отражающих различные аспекты инновационной деятельности (научно-технический, ресурсный, экономический, финансовый и социальный эффекты);

– метод скользящих средних позволяет проанализировать динамику уровня инновационного развития предприятия по годам и определить возможные спады или рост в инновационной деятельности;

– метод Монте-Карло используется для определения пороговых значений уровня инновационного развития на основе интегрального показателя;

– методика оценки инноваций, зафиксированная в положениях Ословского руководства, выполняет функцию международного стандарта. Данный документ регламентирует анализ внедрения новых технологических решений, модернизации производственных процедур, обновления каналов дистрибуции продуктов и сервисов, а также стратегий их вывода на рыночные сегменты.

В условиях цифровизации методика включает в себя анализ использования цифровых платформ, цифровой трансформации бизнес-процессов, разработки цифровых продуктов и услуг, инвестиций в цифровые технологии и др.;

– методика оценки показателей эффективности инвестиций используется для оценки отдельных инновационных проектов. Сюда относятся прибыль от реализации проекта, норма рентабельности, срок окупаемости, чистый приведенный доход, индекс рентабельности, внутренняя норма прибыли;

– методика экспертных оценок основана на субъективном мнении экспертов, которые оценивают инновационную активность предприятий с учетом профессионального опыта и знаний.

Системы показателей анализа и оценки развития инновационной деятельности включают в себя группы показателей, учитывающие различные аспекты инновационной деятельности. Выделяют отдельные группы, связанные с материально-технической базой, организационно-экономическим уровнем производства, инновационным потенциалом.

Среди показателей присутствуют критериальные значения и статистические данные. Для каждого показателя определяются критериальные значения, которые служат базой для сравнения. В качестве базы могут использоваться средние или пороговые значения показателей по отрасли, прогнозные значения, значения аналогичных показателей у конкурентов.

В России используется система статистических показателей, например, форма «Сведения об инновационной деятельности организации», утвержденная приказом Росстата. Также применяются данные форм № 2 «Наука», № 1 «Технология», № 5 «Приложение к бухгалтерскому балансу» и др.

Среди инструментов и технологий оценки отметим программно-аналитические системы. Так, используются системы нейро-кластерного анализа полиформатных данных с применением алгоритмов прогнозирования нечетких данных на основе нелинейной авторегрессивной экзогенной модели. Помимо этого, в практике финансового планирования и оценки эффективности инвестиционных проектов задействованы специализированные программные комплексы, среди которых – «ТЭО-ИНВЕСТ».

Информационное обеспечение своевременного анализа и принятия управленческих решений выстраивается на основе данных мониторинга по различным направлениям.

В России инновационная деятельность регулируется комплексом нормативных актов, включая федеральные законы («О науке и государственной научно-технической политике», «О промышленной политике в Российской Федерации» [1] и др.), указы Президента РФ, постановления Правительства РФ и другие документы.

Особенностями методологического инструментария анализа и оценки развития инновационной деятельности промышленного комплекса РФ являются:

- отсутствие единого универсального подхода к выбору показателей для оценки инновационной деятельности;
- необходимость учета отраслевых особенностей, характеристик производственной системы, типа производства;
- важность интеграции качественных и количественных показателей для получения объективной оценки;
- потребность в адаптации методик к динамичным технологическим изменениям и условиям цифровизации.

Таким образом, выбор конкретного инструментария и методики зависит от целей анализа, специфики промышленного комплекса, доступных данных и других факторов. Систематизация методологического аппарата, ориентированного на анализ и оценку траекторий развития инновационной деятельности промышленного комплекса в условиях цифровой трансформации, представлена автором на рисунке 2.3.

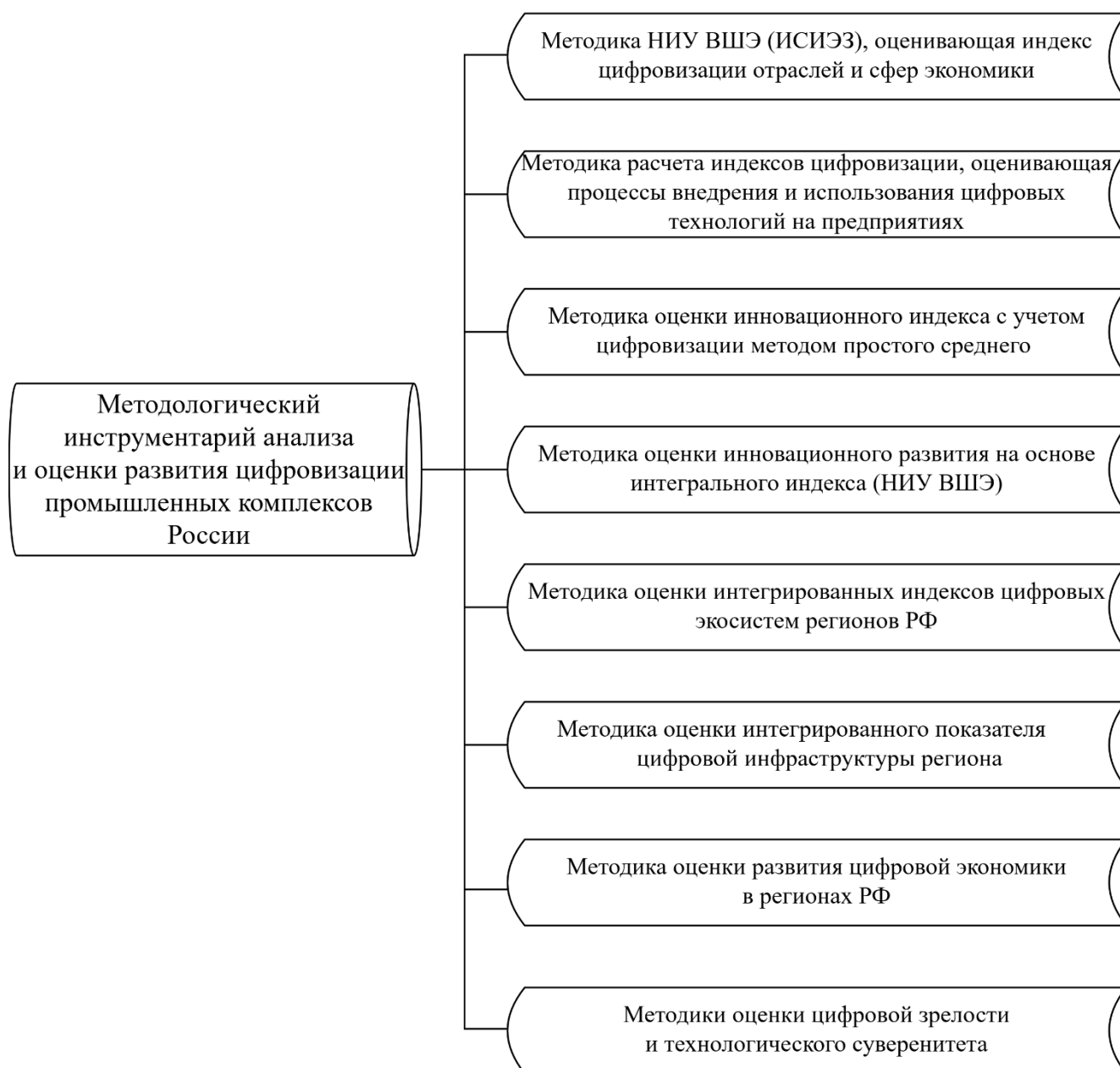


Рисунок 2.3 – Систематизация методологического инструментария анализа и оценки развития инновационной деятельности промышленного комплекса РФ в условиях цифровой трансформации

Примечание – Разработано автором.

1. Рассмотрим первую методику, предлагаемую Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ (ИСИЭЗ), который разработал собственную методологию оценки инновационной деятельности экономики, в том числе по ее отраслям и субъектам в цифровой экономике. В целях комплексной оценки, фиксирующей динамику цифровой трансформации экономики, в рамках методики вводится индекс цифровизации отраслей и сфер экономической деятельности. Данный показатель аккумулирует информацию о масштабах внедрения цифровых технологий, степени проникновения цифровизации в бизнес-процессы, уровне цифровых компетенций персонала, а также объеме затрат, направляемых на внедрение и сопровождение цифровых решений. По оценкам автора, основанным на официальных данных Росстата и ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, интегральный индекс цифровизации отраслей и сфер экономики в 2024 г. составил 26,5 пункта.

Устойчивый восходящий тренд интегрального индекса обеспечен приростом значений по всем пяти субиндексам; данный факт находит эмпирическое подтверждение в официальных статистических данных:

– субиндекс «Применение цифровых технологий»: удельный вес организаций, эксплуатирующих персональные компьютеры, увеличился с 79,6% в 2022 г. до 83,5% в 2024 г.; доля предприятий, использующих широкополосный интернет-доступ, возросла с 74,1% до 77,2% за тот же период [120];

– субиндекс «Цифровизация бизнес-процессов»: доля организаций, внедривших цифровые платформы, повысилась с 14,9% в 2022 г. до 19,4% к 2024 г. [121];

– субиндекс «Кибербезопасность»: удельный вес организаций, применяющих средства защиты информации, вырос с 76,2% в 2022 г. до 79,3% в 2024 г. [121];

– субиндекс «Цифровые компетенции кадров»: доля сотрудников, использующих цифровые инструменты в профессиональной деятельности, увеличилась с 36,7% в 2022 г. до 42,5% в 2024 г. [121];

– субиндекс «Инвестиции во внедрение цифровых решений»: внутренние затраты на цифровую трансформацию в обрабатывающей промышленности по итогам 2024 г. составили 480 млрд руб. [121].

Методический аппарат расчета индексов цифровизации отраслей (включая промышленность) формируется как агрегирование пяти субиндексов: использование цифровых технологий (ИЦТ), цифровизация бизнес-процессов (ЦБП), цифровые навыки персонала (ЦНП), затраты на внедрение и использование цифровых решений (ЗЦТ), кибербезопасность (КБ). Итоговый индекс вычисляется по следующей формуле:

$$\text{ИЦ} = 0,3 \times \text{ИЦТ} + 0,2 \times \text{ЦБП} + 0,2 \times \text{ЦНП} + 0,2 \times \text{ЗЦТ} + 0,1 \times \text{КБ}. \quad (2.1)$$

Весовые коэффициенты (0,3; 0,2; 0,2; 0,2; 0,1) определены экспертно-аналитическим методом разработчиками методики – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ – на основе оценки значимости каждого направления цифровой трансформации, корреляционного анализа показателей и международной практики построения композитных индексов. Значения субиндексов – это среднеарифметическое его показателей. Расчеты индекса основываются на данных Росстата по форме № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг» [18].

Структура индекса цифровизации по отраслям экономики и социальной сферы представлена в таблице 1 Приложения Б.

2. Предложенная автором модификация методики расчета индекса «Цифровая Россия» использует в качестве информационной базы обобщенные открытые статистические данные. Базовый вариант данной методики ориентирован на исчисление индекса цифровизации, позволяющего на основе общедоступной информации оценить охват и глубину внедрения цифровых технологий на предприятиях. В первоначальной конфигурации модель включала в себя семь субиндексов, каждый из которых акцентировал определенную область применения цифровых решений. С целью установления меры их воздействия на инновационную активность и адаптации методики к задачам обеспечения

технологического суверенитета автором произведена корректировка субиндексов: отдельные показатели исключены, их место заняли новые позиции:

- «Нормативное регулирование и административные показатели цифровизации в контексте инновационной деятельности и технологического суверенитета» (изменен автором);
- «Специализированные компетенции и учебные программы инновационной деятельности и подготовки кадров для ИИ-отраслей» (изменен автором);
- «Наличие и формирование исследовательских компетенций и технологических заделов, включая уровень НИОКР» (без изменений);
- «Развитие информационной инфраструктуры предприятий промышленного комплекса» (без изменений);
- «Инновационная инфраструктура и цифровые платформы промышленности» (изменен автором);
- «Информационная безопасность и киберустойчивость» (без изменений);
- «Социально-экономический эффект от внедрения инноваций» (изменен автором);
- «Уровень цифрового суверенитета и импортозамещения промышленного ПО» (добавлен автором).

Каждый из перечисленных субиндексов строится на основе субфакторов – так обозначена информация из открытых источников, сгруппированная по тематическому признаку. Для каждого субиндекса проводится экспертная оценка по специально разработанным критериям, которые характеризуют определенные эффекты и их согласованность с нормативно-правовыми требованиями. Интегральный критерий для расчета индекса «Цифровая Россия» представлен следующим образом:

$$K_0(t) = \alpha_1 \times K_{НПР}(t) + \alpha_2 \times K_{СК}(t) + \alpha_3 \times K_{НИОКР}(t) + \alpha_4 \times K_{ИИ}(t) + \alpha_5 \times K_{ИНИ}(t) + \\ + \alpha_6 \times K_{ИБ}(t) + \alpha_7 \times K_{СЭЭ}(t) + \alpha_8 \times K_{ЦС}(t), \quad (2.2)$$

где $K_0(t)$ – результирующее значение индекса, отражающего степень влияния цифровых технологий на инновационную активность промышленного комплекса;

$K_{НПР}(t)$ – субиндекс, предназначенный для оценки состояния нормативно-правового регулирования и административных индикаторов в сфере цифровизации применительно к инновационной деятельности хозяйствующих субъектов;

$K_{СК}(t)$ – субиндекс, используемый для оценки уровня сформированности профильных компетенций и степени обеспеченности образовательными программами, направленными на поддержку инновационной активности промышленных предприятий;

$K_{НИОКР}(t)$ – субиндекс, предназначенный для мониторинга наличия и динамики исследовательских компетенций, а также технологических заделов, включая объемы и результативность выполняемых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

$K_{ИИ}(t)$ – субиндекс, применяемый для оценки текущего состояния и развития информационной инфраструктуры предприятий промышленного комплекса;

$K_{ИНИ}(t)$ – субиндекс, применяемый для оценки инновационной инфраструктуры предприятий промышленного комплекса;

$K_{ИБ}(t)$ – субиндекс оценки информационной безопасности предприятий промышленного комплекса;

$K_{СЭЭ}(t)$ – субиндекс оценки социально-экономического эффекта от внедрения инноваций;

$K_{ЦС}(t)$ – субиндекс оценки уровня цифрового суверенитета и импортозамещения промышленного ПО (добавлен автором);

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8$ – весовые коэффициенты оценки уровня влияния цифровых технологий на инновационную деятельность предприятий по направлениям исследования (соответственно, для $K_{НПР}$, $K_{СК}$, $K_{НИОКР}$, $K_{ИИ}$, $K_{ИНИ}$, $K_{ИБ}$, $K_{СЭЭ}$, $K_{ЦС}$).

3. Методика исчисления инновационного индекса, скорректированного с учетом цифровизации, строится на принципе простой средней арифметической. Базой для расчета выступает совокупность 29 индикаторов, характеризующих деятельность промышленных предприятий и распределенных по четырем группам:

- «Научно-исследовательский и опытно-конструкторский блок»;
- «Инновационная деятельность предприятия»;
- «Социально-экономические условия реализации инноваций»;
- «Показатели инновационной активности предприятия».

Итоговая величина индекса выводится как среднее арифметическое всех 29 индикаторов – весовые коэффициенты при этом не задействуются. Подобный алгоритм дает возможность выделять предприятия, демонстрирующие высокий уровень инновационной активности, однако его диагностические возможности сужены в сегменте, касающемся оценки процессов внедрения и реальной эксплуатации цифровых технологий.

4. Методика оценки инновационного развития, предложенная исследовательским коллективом НИУ ВШЭ, базируется на интегральном индексе, который агрегирует 55 показателей, сгруппированных по пяти тематическим направлениям. Первый из них – «Социально-экономические условия инновационной деятельности» (ИСЭУг) – охватывает совокупность внешних факторов, определяющих ход и результаты инновационных процессов. Второй – «Научно-технический потенциал» (ИНТПг) – характеризует ресурсную и интеллектуальную базу инновационной системы. Третий – «Инновационная деятельность» (ИИДг) – непосредственно отражает интенсивность и продуктивность инноваций. Четвертый – «Экспортная активность» (ИЭАг) – ориентирован на оценку присутствия инновационной продукции на зарубежных рынках. Пятый – «Качество инновационной политики» (ИКИПг) – дает представление об институциональных условиях и эффективности управленческих решений в инновационной сфере.

Интегральный индекс «Российский региональный инновационный индекс» (РРИИ) рассчитывается как взвешенная сумма пяти субиндексов по формуле (2.3):

$$P_{РИИг} = \alpha_1 \times I_{СЭУг} + \alpha_2 \times I_{НТПг} + \alpha_3 \times I_{ИДг} + \alpha_4 \times I_{ЭАг} + \alpha_5 \times I_{КИПг}, \quad (2.3)$$

где $P_{РИИг}$ – величина российского регионального инновационного индекса, рассчитанная для г-го субъекта РФ;

$I_{СЭУг}$ – субиндекс, отражающий социально-экономические условия инновационной деятельности в г-м регионе;

$I_{НТПг}$ – субиндекс научно-технического потенциала г-го региона;

$I_{ИДг}$ – субиндекс инновационной деятельности г-го субъекта РФ;

$I_{ЭАг}$ – субиндекс экспортной активности г-го региона;

$I_{КИПг}$ – субиндекс качества инновационной политики в г-м субъекте РФ.

Весовые коэффициенты ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$) определяются разработчиками методики (ИСИЭЗ НИУ ВШЭ) на основе экспертно-аналитического метода и могут корректироваться по мере совершенствования методологии расчета индекса.

Данная методика представляет собой уровень развития инновационной деятельности регионов РФ с учетом цифровизации в целом. Она охватывает вопросы инновационного развития в цифровой экономике регионов, содержит ряд индикаторов, отражающих состояние цифровизации промышленного комплекса регионов.

Рейтинг инновационного развития субъектов РФ формируется Институтом статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ с 2012 г. По итогам 2025 г. лидером рейтинга признана Москва (в восьмой раз за 10 лет), на втором месте – Республика Татарстан, на третьем – Нижегородская область, на четвертом – Санкт-Петербург, на пятом – Томская область [282].

5. Методический подход, обоснованный в исследовании В.В. Степанова, А.В. Ухановой, А.В. Григоришина и Д.Б. Яхяева, предполагает исчисление двух агрегированных индексов [209]. В основе предложенной авторами системы оценки региональных цифровых экосистем лежит их интерпретация как «полиструктурной взаимосвязи основных акторов цифровизации экономики (государство, бизнес и общество) и базовых условий их функционирования».

В основу расчетной модели заложены два интегральных показателя – индекс активности субъектов цифровизации и индекс условий цифровизации. Согласно позиции разработчиков, одновременное применение данных индексов дает

возможность оценивать не только текущую степень сформированности цифровых экосистем, но и совокупные векторы их дальнейшей эволюции.

Вычислительный алгоритм включает в себя четыре последовательных этапа.

Первый этап вычислительной процедуры – определение индекса показателя «Активность субъектов цифровизации» (Q_{mij}):

$$Q_{mij} = x_j / k_{\max}, \quad (2.4)$$

где x_j – значение показателя цифровизации по j -му региону РФ;

$k_{\max}$ – максимальное значение показателя цифровизации, зафиксированное среди всех рассматриваемых регионов.

Второй этап – вычисление индекса активности субъектов цифровизации для региона ($I_{aцij}$):

$$I_{aцij} = Q_{aцj} / \sum Q_{aцi}, \quad (2.5)$$

где $Q_{aцj}$ – значение показателя активности для j -го субъекта цифровизации;

$\sum Q_{aцi}$ – сумма значений показателя активности, зафиксированных по всем рассматриваемым регионам.

Третий этап – расчет индекса условий цифровизации региона ($I_{yцij}$):

$$I_{yцij} = H_{aцj} / \sum H_{aцi}, \quad (2.6)$$

где $H_{aцj}$ – значение показателя условий цифровизации для j -го субъекта;

$\sum H_{aцi}$ – сумма значений показателей условий цифровизации по всем исследуемым регионам.

В качестве дополнения к рассмотренной методике автором диссертации предлагается четвертый этап – расчет индекса инновационной активности регионов.

Формула для его вычисления (I_{aij}) имеет следующий вид:

$$I_{aij} = I_{aj} / \sum I_{ai}, \quad (2.7)$$

где I_{aj} – значение показателя инновационной активности для j -го субъекта РФ;

$\sum I_{ai}$ – сумма значений показателя инновационной активности по всем субъектам РФ.

Предложенный подход дает возможность оценить регионы РФ одновременно по двум направлениям: уровню цифровизации и уровню инновационной активности.

6. А.В. Козловым (2019) представлена методика, в основе которой лежит оценка интегрального показателя, характеризующего уровень развития цифровой инфраструктуры региона [147]. Данный подход предполагает анализ совокупности показателей, сгруппированных по двум направлениям. Первая группа включает в себя общие материальные условия и технические предпосылки становления цифровой экономики. Вторая группа концентрирует данные об уровне развития и фактическом применении информационно-коммуникационных технологий и программного обеспечения.

Расчетный алгоритм методики предполагает вычисление интегрального показателя как средней арифметической нормированных частных индикаторов:

$$I_{\text{цифр}} = \frac{1}{n} \times \sum \frac{(P_i - P_{\min})}{P_{\max} - P_{\min}}, \quad (2.8)$$

где $I_{\text{цифр}}$ – интегральный индекс развития цифровой инфраструктуры региона (значение в интервале от 0 до 1);

P_i – фактическое значение показателя для i -го региона;

$P_{\min}$ и $P_{\max}$ – соответственно минимальное и максимальное значения данного показателя по всей совокупности регионов;

n – общее число учитываемых показателей.

7. Методика оценки развития цифровой экономики в регионах РФ, предложенная С.Н. Бобылевым, В.С. Тикуновым и О.Ю. Черешней (2018), базируется на расчете международного индекса «International Digital Economy and Society Index» (I DESI) [50]. Данный подход представляет собой адаптацию методологии Европейской комиссии, изначально предназначенной для межстрановых сопоставлений, к условиям российских регионов. Использование индекса I DESI на уровне субъектов РФ позволяет проводить сравнения как между регионами, так и с зарубежными странами. Ввиду ограниченности региональной статистической информации (данные Росстата не в полной мере соответствуют

методологии I DESI) расчетная модель ограничена тремя факторами: инфраструктура, человеческий капитал и цифровое правительство.

Для получения интегральной оценки уровня развития цифровой экономики в субъектах РФ все показатели предварительно нормализуются с использованием следующей формулы:

$$X_{ij0} = (X_{ij} - X_{i0}) / (X_j - X_{j0}); i = 1, 2, 3 \dots n; j = 1, 2, 3 \dots m, \quad (2.9)$$

где x_0 – минимальные значения каждого показателя по всей совокупности рассматриваемых регионов;

n – число исследуемых субъектов РФ;

m – количество показателей, принимаемых к расчету ($m = 3$).

Для синтеза интегрального показателя авторы используют метод оценки «Математические расстояния» (d_0) до условного минимального уровня показателей (x_0). Полученные значения d_0 в дальнейшем нормируются по формуле:

$$d_{0i} = (d_0 - d_{0max}) / (max_{d_0} - min_{d_0}), i = 1, 2, 3 \dots n. \quad (2.10)$$

Главный итог применения данной методики – обнаружение значительного цифрового неравенства между российскими регионами, которое по своему масштабу сопоставимо с разрывом между развитыми и развивающимися государствами. Вместе с тем рассматриваемый подход сопряжен с существенным ограничением: оценка уровня цифрового развития регионов осуществляется лишь по трем индикаторам, что обусловлено дефицитом региональных статистических данных. В связи с этим применение данной методики не позволяет в полной мере охватить все аспекты цифровизации.

8. Автором предлагается методика оценки цифрового суверенитета и импортозамещения промышленного программного обеспечения.

В условиях санкционных ограничений 2022–2025 гг. и курса на обеспечение технологического суверенитета РФ возникает объективная потребность в методическом инструментарии, позволяющем оценить уровень зависимости промышленных предприятий от импортного программного обеспечения и динамику импортозамещения. Автором предлагается методика оценки цифрового

суверенитета и импортозамещения промышленного ПО, основанная на системе показателей, сгруппированных по трем направлениям: импортозамещение ПО, цифровой суверенитет и технологическая независимость.

Интегральные показатели методики:

- «Индекс цифрового суверенитета» (ИЦС) – средневзвешенное значение показателей трех направлений;
- «Индекс импортозамещения ПО» (ИИП) – отношение доли отечественного ПО в критической инфраструктуре к целевому показателю (85% к 2030 г.).

Алгоритм расчета интегрального индекса цифрового суверенитета (ИЦС):

$$\text{ИЦС} = \alpha_1 \times \text{ИИП} + \alpha_2 \times \text{ИЗ} + \alpha_3 \times \text{ИТН}, \quad (2.11)$$

где ИИП – индекс импортозамещения ПО (доля отечественного ПО в общих затратах на ПО);

ИЗ – индекс зависимости от иностранных ИКТ-компонентов (обратный показатель: 1 – доля импортных компонентов);

ИТН – индекс технологической независимости (доля организаций, использующих отечественные ОС и СУБД);

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – весовые коэффициенты, нормированные так, что $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ (рекомендуемые значения: $\alpha_1 = 0,5$; $\alpha_2 = 0,3$; $\alpha_3 = 0,2$).

Значения индексов ИЦС и ИИП находятся в интервале от 0 до 1, где 1 соответствует полному цифровому суверенитету (100% импортозамещение критического ПО). Рекомендуемая периодичность расчета – ежегодно.

Рассмотрим расчетные данные по России за 2024–2025 гг. На основе официальных данных [3, 131, 302, 322] установлены следующие значения: ИИП = 0,673 (доля отечественного ПО в общих затратах – 67,3% в 2025 г.); ИЗ = 0,58 (доля импортных ИКТ-компонентов – 42%, обратный показатель: $1 - 0,42 = 0,58$); ИТН = 0,52 (доля организаций, использующих отечественные ОС и СУБД, – 52%). Подстановка в формулу (2.11) с весами $\alpha_1 = 0,5$; $\alpha_2 = 0,3$; $\alpha_3 = 0,2$ дает значение $\text{ИЦС} = 0,5 \times 0,673 + 0,3 \times 0,58 + 0,2 \times 0,52 = 0,3365 + 0,174 + 0,104 = 0,6145$.

Интерпретационная шкала уровня цифрового суверенитета:

– 0,00–0,25 – критически низкий уровень (высокая зависимость от импорта, угроза техногенной уязвимости);

– 0,26–0,50 – низкий уровень (сохраняется высокая зависимость по критическим компонентам);

– 0,51–0,75 – средний уровень (частичный суверенитет, требуется дальнейшее импортозамещение);

– 0,76–0,90 – высокий уровень (минимальная зависимость от импорта, устойчивость к санкциям);

– 0,91–1,00 – полный цифровой суверенитет (полная независимость по критическому ПО и компонентам).

На основе расчетного значения ИЦС = 0,6145 текущий уровень цифрового суверенитета РФ оценивается как средний (частичный суверенитет). Целевой ориентир на 2030 г. в соответствии с Указом Президента № 309 – достижение ИЦС не менее 0,85 (высокий уровень).

Сравнительный анализ рассмотренных методик оценки инновационной деятельности промышленных комплексов с учетом цифровизации проведем по следующим критериям (таблица 2.1):

- доступность показателей в разрезе всех объектов исследования;
- обоснованность состава показателей с точки зрения целей анализа;
- простота вычислительной процедуры и доступность исходных данных;
- легкость интерпретации и наглядность получаемых результатов;
- возможность оценить влияние цифровизации на эффективность функционирования объекта.

**Таблица 2.1 – Характеристики методик оценки инновационной деятельности
в зависимости от уровня цифровизации объекта**

№ п/п	Наименование методики	Доступность показателей	Объективность набора показателей	Простота методики и доступность информации	Наглядность результатов	Ориентация методики на оценку эффективности деятельности
1	Методика оценки индекса цифровизации отраслей и сфер экономики	+	+	–	+	+
2	Методика расчета индекса «Цифровая Россия» на основе открытых источников	–	–	+	+	–
3	Методика оценки инновационного индекса методом простого среднего с учетом цифровизации	+	+	–	–	+
4	Методика оценки инновационного развития на основе интегрального индекса (НИУ ВШЭ)	+	+	–	–	+
5	Методика оценки двух интегрированных индексов	+	+	–	+	–
6	Методика оценки интегрального показателя уровня развития цифровой инфраструктуры региона	+	–	+	+	–
7	Методика оценки развития цифровой экономики в регионах РФ на основе расчета международного индекса I-DESI	+	+	–	+	+
8	Методика оценки цифрового суверенитета и импортозамещения ПО (авторская)	+	+	–	+	+

Примечание – Разработано автором

В таблице использованы следующие обозначения: «+» – методика отвечает установленному критерию; «–» – методика не отвечает данному критерию.

Оценка методики № 2 приведена для исходной версии. Авторская модификация устраняет указанные недостатки – объективность и ориентация на эффективность за счет добавления субиндексов «Социально-экономический эффект» и «Цифровой суверенитет».

Во всех авторских и модифицированных методиках весовые коэффициенты определены методом экспертных оценок: опрос 12 экспертов из числа руководителей промышленных предприятий АО «АкронХолдинг» (в том числе АО «Транскат», ООО «Рускат», ООО «Робола»), органов государственной власти Самарской области с последующей нормализацией. Перечень оцениваемых технологий не раскрывается в целях соблюдения требований экономической и промышленной безопасности. Для методики НИУ ВШЭ использованы оригинальные веса разработчиков. Для авторских методик веса обоснованы приоритетами государственной промышленной политики.

В рассмотренных методиках анализа и оценки инновационной деятельности в зависимости от уровня цифровизации объекта автором выявлены следующие недостатки:

- инновационная деятельность предприятий в полном объеме представлена только в методике оценки индекса цифровизации отраслей (первая методика, НИУ ВШЭ); остальные подходы затрагивают лишь отдельные аспекты инновационной деятельности, связанные с влиянием цифровизации;
- доступность информационной базы для расчета показателей инновационной деятельности и цифровизации остается ограниченной;
- расчетные процедуры сложны, а представление результатов недостаточно наглядно;
- набор показателей, предлагаемый в анализируемых методиках, не охватывает все аспекты инновационной деятельности промышленных предприятий, что требует проведения дополнительных расчетов.

Кроме того, в условиях 2024–2025 гг. выявленные недостатки дополняются отсутствием в большинстве методик показателей, характеризующих технологический

суверенитет, импортозамещение промышленного ПО и уровень внедрения когнитивных технологий.

Автором предлагается расширение методологического подхода к оценке инновационного развития промышленных комплексов в условиях цифровизации за счет включения модели оценки индекса цифровой зрелости инновационной деятельности, поскольку цифровые технологии выступают ключевым фактором оптимизации инновационных процессов. Построение данной модели базируется на интеграции показателей цифровой зрелости и инновационной активности в традиционных финансовых моделях путем введения нового показателя – инновационного индекса цифровой зрелости (ИИЦЗ), позволяющего учитывать показатели влияния цифровых технологий на уровень цифровизации бизнес-процессов, уровень использования цифровых технологий в инновационной деятельности, уровень кибербезопасности, уровень адаптации предприятия к изменяющимся условиям рынка.

Разработанная автором модель оценки индекса цифровой зрелости инновационной деятельности промышленных комплексов в условиях цифровизации графически интерпретирована на рисунке 2.4.

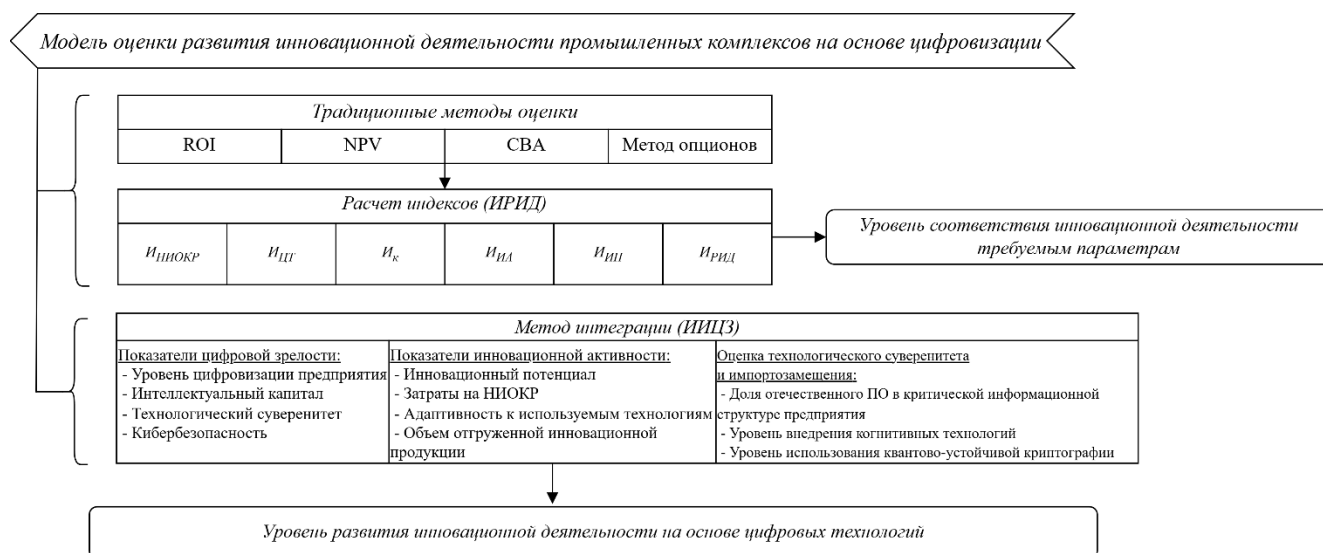


Рисунок 2.4 – Модель оценки индекса цифровой зрелости развития инновационной деятельности промышленных комплексов

Примечание – Разработано автором.

Для диагностики текущего положения предприятия в модели используются следующие частные индексы (каждый рассчитывается в интервале $[0; 1]$ на основе нормализованных статистических данных):

– $I_{НИОКР}$ (индекс инновационной активности) – средневзвешенное доли инновационно активных предприятий (0,4), удельного веса инновационной продукции (0,3) и доли затрат на инновации (0,3). Источник: форма № 4-инновация Росстата;

– $I_{ЦТ}$ (индекс использования цифровых технологий) – среднее пяти субиндикаторов: доля организаций, использующих широкополосный доступ, облачные сервисы, ERP-системы, ПоТ и ИИ. Источник: форма № 3-информ Росстата;

– I_{κ} (индекс кибербезопасности) – среднее арифметическое доли организаций, использующих средства защиты информации, и доли организаций, имеющих подразделение ИБ. Источник: форма № 3-информ;

– $I_{ИА}$ (индекс инновационной адаптивности) – экспертная оценка по трем критериям (скорость внедрения инноваций, корректировка стратегии, коллаборация с НИИ), нормализованная к диапазону $[0; 1]$;

– $I_{ИП}$ (индекс интеллектуального потенциала) – средневзвешенное доли персонала НИОКР (0,4), доли обученных цифровым технологиям (0,3) и доли IT-специалистов (0,3). Источник: формы № 1-технология, № П-4;

– $I_{РИД}$ (индекс результативности НИОКР) – средневзвешенное числа патентов на 1000 работников (0,4), доли инновационно активных предприятий (0,3) и доли внедренных НИОКР (0,3). Источник: формы № 2-наука, № 4-инновация.

Интегральная оценка уровня цифровой зрелости инновационной деятельности рассчитывается как среднее арифметическое шести частных индексов.

Структура интегрального индекса цифровой зрелости охватывает оценку цифровой зрелости предприятия, состояния его инновационного потенциала и кибербезопасности, адаптивности к применяемым цифровым технологиям, доли

отечественного программного обеспечения в критической информационной инфраструктуре. Кроме того, учитываются показатели внедрения когнитивных технологий, включая нейросетевые автоматизированные системы управления и Edge AI-устройства, а также уровень применения квантово-устойчивой криптографии. ИИЦЗ отражает более точную оценку развития инновационной деятельности промышленных комплексов, представляя как прямые финансовые доходы, оцениваемые традиционными методами ROI, NPV, CBA, так и долгосрочные прогнозные перспективы, связанные с воздействием цифровых технологий на инновационную деятельность.

Алгоритмическая логика предлагаемой модели цифровой трансформации строится на поэтапной реализации управленческих процедур, ориентированных на достижение стратегических целей организации, и представлена следующим образом.

Первый этап алгоритма предполагает диагностику текущего состояния предприятия. Она включает в себя анализ сложившихся бизнес-процессов на основе системы индексов – $I_{\text{НИОКР}}$, $I_{\text{ЦТ}}$, $I_{\text{к}}$, $I_{\text{ИА}}$, $I_{\text{ИП}}$, $I_{\text{РИД}}$. Результатом данной оценки выступает определение степени соответствия инновационной деятельности заданным параметрам.

На втором этапе производится оценка уровня цифровой зрелости как фактора, определяющего эффективность функционирования предприятия. В рамках данного блока анализируются: уровень цифровизации бизнес-процессов под влиянием цифровых технологий, интенсивность применения цифровых технологий в инновационной сфере, состояние кибербезопасности, а также адаптационный потенциал предприятия к рыночным изменениям.

Наличие инструментов и критериев для оценки инновационного развития промышленных комплексов на основе цифровизации, включая регулярное отражение и представление ключевых показателей эффективности и конкурентоспособности, а также корректировку инновационной стратегии, используя полученные результаты, также представляет собой важный критерий.

2.2 Методология анализа и оценки эффективности инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса в условиях когнитивно-цифровой трансформации

В настоящее время происходят бурное развитие цифровизации и цифровых технологий, их проникновение во все сектора экономики, что отражается существенным влиянием данных технологий на конкурентоспособность и эффективность функционирования промышленных предприятий. С развитием процессов цифровой трансформации появилась возможность совершенствования инновационной деятельности, оптимизации бизнес-процессов, повышения качества производимой продукции, увеличения производительности труда.

В современных условиях успешность деятельности промышленного предприятия зависит от интеграции цифровых решений и технологий в инновационную и производственную деятельность. Процессы цифровизации инновационной деятельности промышленного комплекса подвергаются воздействию целого ряда вызовов, включая развитие цифровых навыков и компетенций персонала, необходимость адаптации структуры инновационной деятельности, преодоление различных технологических препятствий. В данном контексте анализ влияния цифровых технологий на результативность функционирования предприятий, а также формирование стратегий их эффективного внедрения выступают актуальными задачами, содействующими укреплению позиций отечественного промышленного комплекса как на внутреннем, так и на международных рынках.

Согласно Концепции технологического развития на период до 2030 года и обновленной Стратегии научно-технологического развития РФ, курс на прорывное развитие и обретение технологического суверенитета выступает главным вектором цифровой трансформации промышленных комплексов. Достижение указанной цели увязывается с ростом инновационной активности и активизацией интеллектуального ресурса.

Приоритетами организационной трансформации и инновационного развития отечественных промышленных предприятий выступают: пересмотр методологических оснований построения инновационной системы, систематизация методического и технологического арсенала инновационной деятельности, а также формирование синергетической информационно-инновационной цифровой среды, призванной создать условия для развития сквозных и критических технологий. Используемые в настоящее время подходы и методы к оценке эффективности инновационной деятельности промышленных комплексов базируются на соотношении результатов и затрат на их получение, на сопоставлении достигнутых эффектов и затрат.

Оценку эффективности инновационной деятельности в условиях КЦТ требуется проводить на всех этапах жизненного цикла производства инноваций. Методы оценки и система показателей для всех этапов инновационного процесса могут быть одинаковыми, но исходные данные для осуществления оценки различаются по уровню полноты информации, достоверности, разнообразию источников.

Методологическими вопросами исследования оценок эффективности функционирования предприятий промышленных комплексов занимались зарубежные и отечественные ученые: И. Ансофф, К. Кристенсен, М. Портер, А. Стрикленд, А. Томпсон, О.С. Виханский, Б.З. Милнер, Р.А. Фатхутдинов и др.

В области оценки формирования и реализации стратегий развития эффективности известны труды Х. Виссема, Р. Каплана, Д. О'Нила, Д. Нортон, К. Прахалада, Г. Томаса, Р. Фостера, Г. Хэмела, Е.Н. Пузова, С.Н. Яшина и др.

С.Н. Яшин и Е.Н. Пузов в своих работах систематизировали методические подходы к оценке эффективности, выделив четыре направления.

Первый подход трактует эффективность как относительный показатель – ресурсный или целевой. Данный подход применяется при анализе конкурентных преимуществ и ограничений компании, при этом итоговыми индикаторами выступают показатели рентабельности.

Второй подход связывает эффективность с дисконтированным доходом предприятия в рамках временной оценки. Инструментарий включает в себя дисконтирование денежных потоков, расчет срока окупаемости, капитализацию прибыли и доходов, а также определение точки безубыточности. Итоговая оценка выражается в абсолютных величинах.

В рамках третьего подхода эффективность определяется через внутреннюю норму доходности. Данный метод относится к группе доходных и предполагает использование относительных показателей: индекса доходности (прибыльности), внутренней нормы рентабельности, а также показателей прибыли и рентабельности по конкретному проекту.

Четвертый подход, напротив, предполагает формирование индивидуального набора финансовых и нефинансовых показателей, адаптированных к условиям конкретного предприятия [320]. В рамках четвертого подхода авторы выделяют концепцию сбалансированной системы показателей (ССП), разработанную Д.П. Нортоном и Р.С. Капланом. Данная система включает в себя двадцать пять разнородных показателей, что позволяет оценить организацию с различных позиций.

Новизна подхода Р. Каплана и Д. Нортон состояла во включении в систему оценки наряду с финансовыми также нефинансовых параметров, включая данные о научно-исследовательских разработках, НИОКР и взаимодействии с клиентами. Ключевое преимущество ССП заключается в ориентации не на результаты прошлых периодов, а на опережающие индикаторы, позволяющие оценить не только текущее состояние компании, но и ее перспективы.

Автором система сбалансированных показателей дополняется новыми блоками: «Цифровая зрелость и технологический суверенитет», «Когнитивная автоматизация и ИИ-компетенции», «Киберустойчивость и защита данных».

Наиболее востребованные на практике методические подходы к оценке эффективности деятельности предприятий промышленных комплексов систематизированы в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Основные методики оценки эффективности деятельности промышленных предприятий

№ п/п	Название методик / Авторы	Содержание
1	Методика Д.П. Нортон и Р.С. Каплана (ССП – сбалансированная система показателей)	Производятся анализ стратегических направлений функционирования предприятия, анализ и оценка финансовых и нефинансовых показателей
2	ФСА – функционально-стоимостной анализ функционирования предприятия	Основан на методе экспертных оценок для определения значимости показателей выпускаемой продукции и требований потребителей
3	EVA – оценка экономической добавленной стоимости. Модель Б. Стюарта (Economic Value Added)	Оценивается стоимость компании (базовая) с учетом увеличения ее на текущую стоимость будущих активов. Используется несколько методик EVA: ROIC, ROE (ROI) и CFROI
4	MVA – методика оценки с использованием модели рыночной добавленной стоимости (Market Value Added)	Вычисляется по формуле: $MVA = \text{рыночная стоимость капитала компании} + \text{рыночная стоимость привлеченного капитала} - \text{используемый в производстве капитал}$
5	Метод определения экономической маржи (ЕМ)	Это наиболее универсальный показатель для анализа и оценки инвестиций, который объединяет в себе преимущества методик оценки стоимости предприятия
6	Статистические методики оценки эффективности функционирования	Оценка производится на базе статистических данных, наибольшее значение уделяется анализу синергетического эффекта
7	Методика оценки эффективности деятельности Н.А. Кулагиной, И.В. Кулагина	Производится анализ совокупного эффекта деятельности промышленных предприятий
8	Методики оценки эффективности функционирования предприятий с учетом затрат на информатизацию	Применяются методики оценки инвестиционных проектов
9	Методики оценки эффективности с использованием производственных функций	Оценивают зависимость результатов функционирования предприятия, отрасли или экономики в целом от влияния на эти результаты определенных факторов
10	Методика оценки эффективности цифровой трансформации с учетом когнитивной автоматизации	Оценка эффективности внедрения нейросетевых АСУ, Edge AI-устройств, когнитивных оркестраторов и систем предиктивной аналитики
Примечание – Составлено автором		

В отечественной литературе, посвященной методологии эффективности функционирования предприятий, приводятся конкретные индикаторы, предназначенные для аналитической деятельности (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Классификация традиционных показателей эффективности функционирования промышленных предприятий

№ п/п	Признаки классификации	Группы показателей
1	Уровни хозяйствования	Локальные Глобальные
2	Содержание затрат	Затратные Ресурсные
3	Полнота учета затрат и результата	Частные Полные
4	Объект расчета	Совокупная эффективность видов деятельности Эффективность капитальных вложений Эффективность использования ресурсов Эффективность от внедрения новой техники и технологий Эффективность сделки (операции) и т.п. Эффективность цифровой трансформации и когнитивной автоматизации
5	Стадия расчета	Плановые Фактические Проектные
6	Способ расчета	Прямые Обратные
Примечание – Составлено автором		

В ряде концептуальных решений системы оценочных показателей эффективности предприятия выстраиваются на ресурсном принципе, что предполагает дифференциацию групп частных и обобщающих индикаторов (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Система обобщающих показателей эффективности деятельности предприятия

Группы показателей	Подгруппы показателей	Конкретные показатели
1. Показатели эффективности использования капитала предприятия	1.1. Рентабельность капитала (собственного и привлеченного), авансированного в активы	1.1.1. Рентабельность производственных активов
		1.1.2. Рентабельность активов – совокупный капитал, авансированный в активы предприятия
		1.1.3. Рентабельность чистых активов предприятия
		1.1.4. Рентабельность производственных фондов
		1.1.5. Рентабельность уставного (акционерного) капитала
		1.1.6. Рентабельность собственного капитала
	1.2. Доходность уставного (акционерного) капитала	
	1.3. Коэффициент устойчивости предприятия	
	1.4. Общая рентабельность хозяйствующего субъекта	
	1.5. Коэффициент отдачи, генерируемой активами предприятия	

Окончание таблицы 2.4

Группы показателей	Подгруппы показателей	Конкретные показатели
2. Показатели результативности использования производственных ресурсов	2.1. Коэффициент отдачи совокупных финансовых и производственных ресурсов (ОсФПР)	
	2.2. Доля прироста ресурсов предприятия на 1% прироста продаж (ПР)	
	2.3. Доля прироста продаж за счет роста эффективности использования совокупных производственных ресурсов (Ди), %	
	2.4. Дополнительное привлечение (+) и относительная экономия (–) совокупных производственных ресурсов (Эр)	
3. Показатели эффективности производства и реализации товаров, работ, услуг предприятия	3.1. Рентабельность затрат на реализованные товары, работы, услуги	
	3.2. Затраты на один рубль реализованной продукции	
	3.3. Рентабельность выручки (продаж) предприятия	
4. Показатели эффективности цифровой трансформации	4.1. Доля отечественного ПО	
	4.2. Уровень внедрения ИИ	
	4.3. Уровень кибербезопасности	
	4.4. Индекс цифровой зрелости	
Примечание – Составлено автором		

Перечень частных показателей, задействуемых в оценке результативности использования отдельных видов ресурсов, представлен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Система частных показателей эффективности деятельности предприятия

Группы показателей	Конкретные показатели
1. Показатели результативности применения трудовых ресурсов	1.1. Производительность труда – индикатор, измеряемый как в расчете на одного занятого, так и по предприятию в целом
	1.2. Средняя трудоемкость выпуска продукции – показатель, отражающий объем трудовых затрат, необходимых для производства единицы изделия
	1.3. Показатель средней выработки, приходящейся на одного рабочего
	1.4. Среднедневной объем выработки, рассчитываемый на одного рабочего (ПТдн)
	1.5. Среднечасовая выработка на одного рабочего (ПТч)
	1.6. Доля прироста количества работников на 1% прироста объема производимой продукции (ПЧ)
	1.7. Доля прироста продукции за счет повышения производительности труда
	1.8. Относительный дополнительный прирост (+) и высвобождение (–) работников
	1.9. Зарплатоотдача
	1.10. Зарплатоемкость
2. Показатели эффективности использования материальных ресурсов	2.1. Материалоемкость продукции
	2.2. Материалоотдача продукции
	2.3. Доля прироста объема материальных ресурсов в расчете на 1% прироста объема продукции
	2.4. Доля прироста объема продукции, обусловленная увеличением материалоотдачи
	2.5. Относительное изменение материальных затрат: прирост (+) или экономия (–)

Окончание таблицы 2.5

Группы показателей	Конкретные показатели
3. Показатели эффективности использования основных производственных фондов (средств)	3.1. Фондоемкость продукции
	3.2. Фондоотдача
	3.3. Доля прироста основных фондов на 1% прироста объемов продукции
	3.4. Удельный вес прироста объемов выпуска, обусловленного повышением фондоотдачи
	3.5. Относительное отклонение стоимости основных производственных фондов – прирост (+) либо сокращение (–)
	3.6. Амортизациоёмкость
	3.7. Амортизациоотдача
4. Показатели эффективности использования оборотных активов	4.1. Средняя длительность одного оборота оборотных активов (в днях)
	4.2. Коэффициент оборачиваемости оборотных активов
	4.3. Коэффициент закрепления оборотных активов
	4.4. Доля прироста объема оборотных активов на один процент прироста продукции
	4.5. Доля прироста объемов продукции за счет роста оборачиваемости оборотных активов
	4.6. Дополнительный прирост (+) и относительное высвобождение (–) оборотных активов
Примечание – Составлено автором	

При осуществлении оценки необходимо проводить разграничения между инвестициями и инновациями, хотя между ними присутствует тесная взаимосвязь. Для инвестиционного проекта определяющее значение имеет финансовая эффективность – именно с этой точки зрения проект оценивает потенциальный инвестор. В случае инновационного проекта набор критериев шире: помимо финансовых результатов, важна новизна, которая должна отвечать запросам потребителей.

Таким образом, анализ и оценка воздействия цифровых технологий на результаты функционирования промышленных предприятий, формирование стратегий их эффективного осуществления являются актуальными задачами, укрепляющими конкурентные позиции отечественных промышленных комплексов как на внутреннем, так и на международном рынках.

Оценка эффективности инноваций строится на системе показателей, которые условно группируются по этапам инновационного цикла.

Первая группа включает в себя показатели, характеризующие уровень инновационности предприятия. Среди них – коэффициент инновационности, отражающий долю затрат на создание и выпуск инновационной продукции в годовом объеме продаж:

$$K_{\text{и}} = Z_{\text{НИОКР}} / Q_{\text{год}}, \quad (2.12)$$

где $Z_{\text{НИОКР}}$ – затраты на инновационную деятельность;

$Q_{\text{год}}$ – годовой объем реализации инновационной продукции.

В некоторых странах затраты на инновационную деятельность частично компенсируются через налоговые льготы. В международной практике пороговым значением коэффициента инновационности для отнесения предприятия к инновационно активным считается $K_{\text{и}} \geq 0,045$ (4,5%).

Кроме того, в финансовом анализе применяется коэффициент Тобина:

$$K_{\text{т}} = C_{\text{р}} / C_{\text{в}}, \quad (2.13)$$

где $C_{\text{р}}$ – рыночная стоимость (цена) компании;

$C_{\text{в}}$ – восстановительная стоимость, или стоимость замещения реальных активов.

Содержательная интерпретация коэффициента Тобина строится следующим образом. При значении $K_{\text{т}} > 1$ рыночная оценка компании оказывается выше затрат на замещение ее активов. Данное расхождение указывает на присутствие в структуре активов предприятия нематериальных компонентов – интеллектуальной собственности, инновационного потенциала, брендовой составляющей, а также на рыночные ожидания будущих сверхприбылей, генерируемых инновационной деятельностью. При $K_{\text{т}} < 1$ рыночная стоимость ниже стоимости замещения активов, что может указывать на низкую инновационную активность или неэффективное использование инновационного потенциала. При $K_{\text{т}} \approx 1$ рыночная оценка компании приблизительно равна стоимости ее материальных активов, что характерно для предприятий с традиционным типом производства без значимых инновационных преимуществ.

Коэффициент Тобина может дополнять характеристику $K_{\text{и}}$ компании, производящей затраты на разработку инноваций.

Вторая группа объединяет показатели, отражающие производственный эффект, полученный от внедрения инновации. Среди них: прирост объемов выпуска, увеличение добавленной стоимости, экономия материальных ресурсов и затрат за счет снижения себестоимости, рост производительности труда (включая среднечасовую выработку), а также снижение материалоемкости и затратноемкости продукции.

Третья группа включает в себя показатели, характеризующие финансовую эффективность нововведения: прирост валовой маржи, чистого дохода, прибыли до уплаты процентов и налогов, чистой прибыли, маржинальной рентабельности, рентабельности оборота, чистой нормы прибыльности продукции, рентабельности совокупного и собственного капитала.

Четвертая группа – показатели инвестиционной эффективности инноваций. Здесь используется тот же инструментарий, что и для оценки эффективности реальных инвестиций: чистый приведенный доход, индекс рентабельности, внутренняя норма доходности, дисконтированный срок окупаемости. Специфика заключается в определении расчетного периода, который зависит от длительности инновационного цикла, точности исходных данных, срока использования новшеств и ожиданий инвесторов. Прогнозирование перечисленных параметров, как правило, сопряжено с существенными трудностями.

Применение цифровых технологий в целях повышения эффективности инновационной деятельности используется в практике управления на основе их функциональных возможностей (рисунок 2.5).

Традиционные модели повышения эффективности инновационной деятельности, базирующиеся на регламентированных процедурах, в процессе своей эволюции замещаются гибкими и адаптивными методами, обусловленными использованием цифровых технологий.

Фундамент классических моделей эффективности составляют управленческие принципы, разработанные А. Файолем, Ф. Тейлором и М. Вебером.

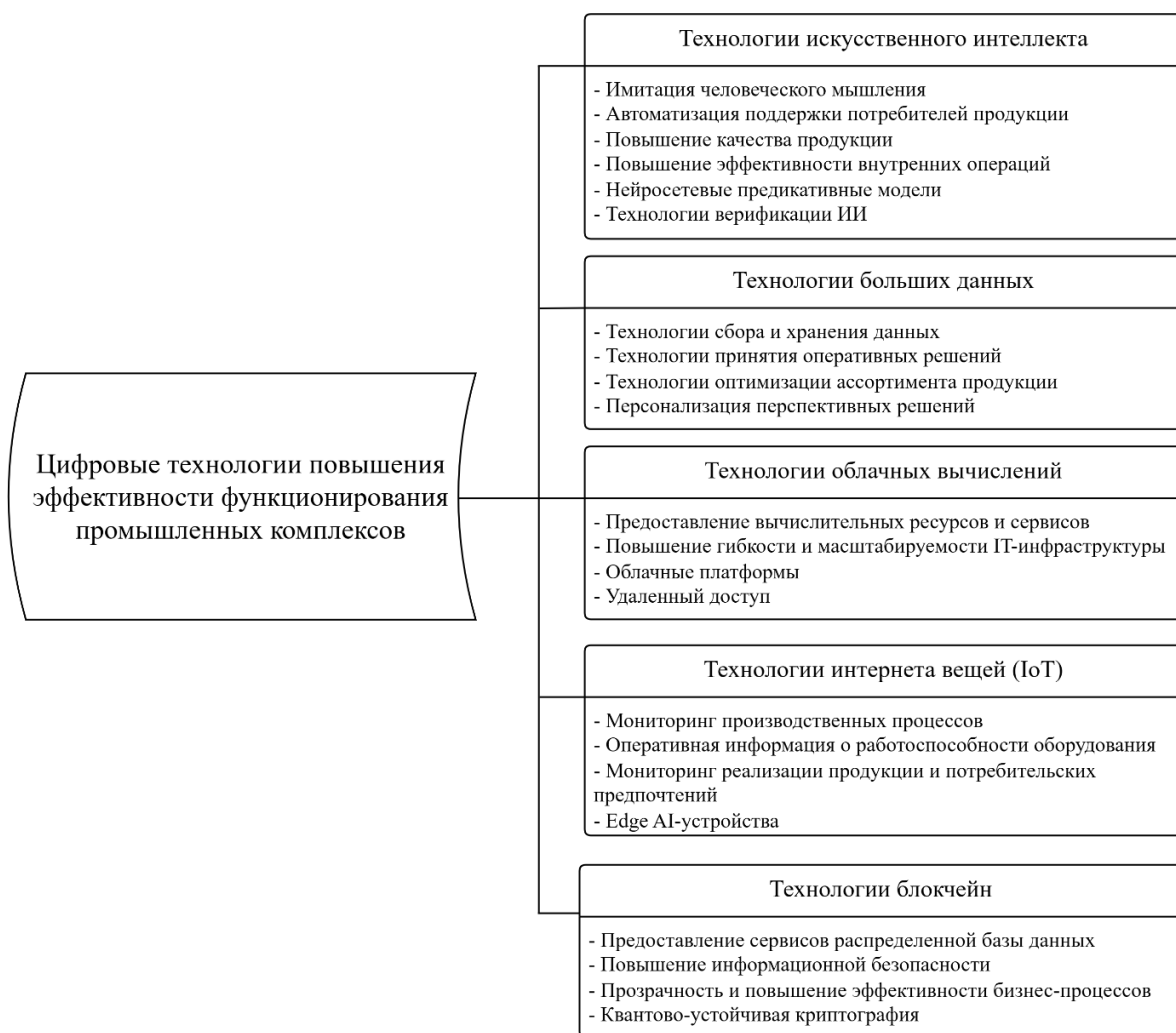


Рисунок 2.5 – Цифровые технологии повышения эффективности инновационной деятельности промышленных комплексов

Примечание – Разработано автором.

Ф. Тейлор в своих работах сформулировал принципы научного менеджмента, сделав акцент на оптимизации бизнес-процессов и росте производительности труда посредством специализации и стандартизации производственных операций.

А. Файоль обосновал управленческие принципы и выделил ключевые функции научного управления – планирование, организацию, координацию, руководство и контроль, которые легли в основу классической школы управления.

М. Вебер разработал концепцию бюрократии, введя формальные нормы и жесткую иерархическую структуру в качестве базовых условий поддержания организационной эффективности [35, 40, 48].

Создание методологий гибких и адаптивных методов на основе цифровых технологий отражает необходимость повышения эффективности инновационных процессов в условиях быстро изменяющейся внешней среды.

Технология Agile зародилась в сфере разработки программного обеспечения и предполагает итеративный подход к реализации инновационных цифровых проектов. Ее ключевые особенности – гибкое взаимодействие с заказчиками и оперативная реакция на их меняющиеся требования.

В российской ИТ-отрасли (в частности, в компаниях «Тинькофф» и «Лаборатория Касперского») Agile-подход активно задействуется для ускорения разработки продуктов и повышения их качества.

Гибридные организационные конструкции, вбирающие в себя достоинства традиционных и цифровых моделей управления эффективностью инновационной деятельности, находят свое обоснование в развитии цифровых технологий. Интеграционный эффект достигается за счет преобразования бизнес-процессов, внутренних операционных процедур и каналов взаимодействия с внешним контуром. Повышение эффективности внутренних бизнес-процессов обеспечивается внедрением информационных систем, позволяющих оптимизировать управление ресурсами, автоматизировать производственные операции и усиливать межподразделенческую коммуникацию. Наглядным примером служат ERP-системы, которые консолидируют функции производства, снабжения и сбыта в едином информационно-коммуникационном пространстве.

Начиная с 2024 г. ERP-системы активно дополняются модулями искусственного интеллекта для прогнозирования спроса и оптимизации загрузки мощностей.

В целях разработки методологии анализа и оценки эффективности инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса в условиях КЦТ автором предлагается детерминированный подход, предполагающий оценку повышения эффективности инновационных процессов предприятий. Детерминированность (определяемость) в данном случае представляет собой алгоритмизированные значения входных переменных и начальные условия системы инновационных процессов. Детерминантой повышения эффективности инновационной деятельности выступает разработка гибкого методологического обеспечения и адаптированной инновационной системы, релевантных запросам научно-технического прогресса, задачам наращивания инновационной активности, темпам инновационного развития и целям обеспечения технологического

суверенитета. Отличительной чертой предлагаемого подхода выступает оптимизация дислокации цифровых технологий и информационных потоков, формирующих аналитическую базу для оценки результативности инновационной деятельности. На рисунке 2.6 представлен алгоритм применения детерминированного подхода к указанной оценке.

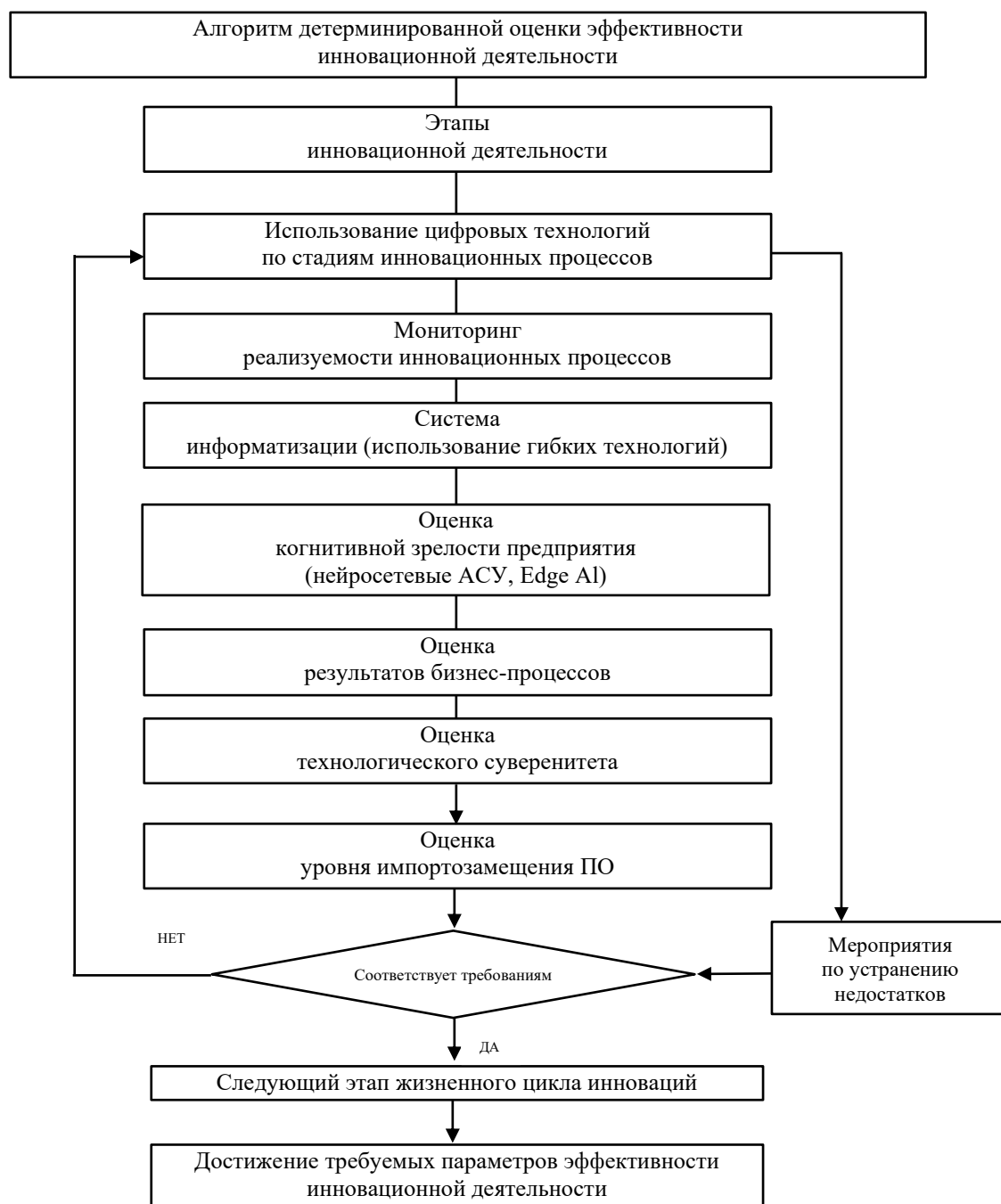


Рисунок 2.6 – Алгоритм применения детерминированного подхода к оценке эффективности инновационной деятельности

Примечание – Разработано автором.

Особенностью предлагаемого детерминированного подхода является потребность в оптимальном распределении цифровых технологий и информационных потоков, формирующих базу для анализа и оценки эффективности инновационной деятельности, оценки реализуемости инновационных проектов.

Достижение требуемых параметров эффективности инновационной деятельности обеспечивается путем их мониторинга, а также наличием потребностей в ресурсном обеспечении в целях создания условий детерминированности инновационных процессов.

При всей разветвленности проанализированной системы оценочных индикаторов ее главный концептуальный изъян заключается в отсутствии сквозной процессной привязки. Показатели, будучи многочисленными, фиксируют локальные срезы деятельности, не интегрируясь в общий контур бизнес-процессов, что лишает исследователя возможности получить целостное представление об эффективности функционирования предприятия. Столь значительное количество индикаторов при дефиците системных связей между ними существенно ограничивает диагностический потенциал методики.

В современной научной литературе отсутствует унифицированный взгляд на конструирование систем оценочных индикаторов эффективности бизнес-процессов. Исследовательские позиции здесь заметно расходятся: методологический базис, из которого исходят авторы, предопределяет вариативность предлагаемых наборов показателей. Каждая из концепций акцентирует внимание на тех или иных аспектах производственно-хозяйственной деятельности, что закономерно порождает множественность инструментальных решений в данной предметной области.

В предлагаемой методологии анализа и оценки эффективности инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса в условиях цифровой трансформации автором предлагается универсальная система показателей оценки эффективности бизнес-процессов на основе модульного принципа, отражающего один из вариантов детерминированности инновационных бизнес-процессов (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Система показателей оценки эффективности инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса в условиях КЦТ

Модули инновационных бизнес-процессов	Показатели оценки эффективности модулей инновационных бизнес-процессов
Модуль управления инновационной деятельностью предприятия (МУ)	1. Рост инновационного потенциала предприятия. 2. Повышение масштабов инновационной деятельности. 3. Соответствие инновационной стратегии предприятия внешним и внутренним условиям функционирования
Модуль организационной структуры инновационной деятельности (МОС)	1. Обоснованность инновационной структуры целям и задачам предприятия. 2. Результаты инновационной деятельности предприятия. 3. Цифровая инфраструктура предприятия
Технологический модуль (ТМ)	1. Число цифровых технологий, задействованных в инновационной деятельности предприятия. 2. Количество вновь созданных цифровых инновационных технологий. 3. Уровень использования виртуальных цифровых технологий. 4. Количество внедренных нейросетевых предиктивных моделей. 5. Доля Edge AI-устройств. 6. Уровень использования квантово-устойчивой криптографии
Интеллектуальный модуль (ИМ)	1. Объемы РИД предприятия. 2. Уровень использования интеллектуальной собственности. 3. Степень автоматизации инновационных процессов. 4. Уровень использования технологий виртуальной реальности
Модуль НИОКР (М _{НИОКР})	1. Наличие научно-исследовательских и опытно-конструкторских подразделений. 2. Объемы и характеристики выполненных работ в сфере НИОКР. 3. Уровень патентования инновационных разработок. 4. Объем цифровых технологий, используемых в НИОКР
Материальный модуль (ММ)	1. Обеспеченность инновационной деятельности основными средствами. 2. Уровень ресурсной обеспеченности. 3. Степень инфраструктурного обеспечения производственной программы материальными и другими ресурсами, оптимизация запасов сырья и материалов, готовой продукции и др.
Информационный модуль (ИфМ)	1. Степень обеспеченности инновационных бизнес-процессов необходимой информацией. 2. Уровень использования технологий больших данных. 3. Степень использования облачных сервисов. 4. Степень использования интернета вещей. 5. Уровень верификации ИИ-решений
Модуль финансовой обеспеченности (МФО)	1. Показатели финансовой обеспеченности реализации инновационных программ. 2. Финансовые результаты инновационной деятельности. 3. Прибыль и рентабельность инновационной деятельности
Кадровый модуль (КМ)	1. Показатели обеспеченности предприятия кадрами, необходимыми для инновационной деятельности. 2. Уровень инновационных компетенций персонала
Модуль качества продукции (МКП)	1. Показатели качества инновационной продукции. 2. Объем рекламаций и доля брака. 3. Показатели позиционирования товара фирмы на рынке

Окончание таблицы 2.6

Модули инновационных бизнес-процессов	Показатели оценки эффективности модулей инновационных бизнес-процессов
Рыночный модуль (РМ)	1. Уровень и динамика рыночной доли инновационной продукции предприятия. 2. Показатели объемов реализации инновационной продукции. 3. Показатели спроса на инновационную продукцию. 4. Показатели потребительских предпочтений
Модуль технологического суверенитета (МТС)	1. Доля отечественного ПО. 2. Уровень импортозамещения критических компонентов. 3. Индекс киберустойчивости
Примечание – Разработано автором	

Выбор 12 модулей оценки обусловлен тремя критериями: функциональная полнота, учет специфики инновационной деятельности и соответствие задачам когнитивно-цифровой трансформации (модули цифровой зрелости, технологического суверенитета, кибербезопасности). Модули экологической и социальной эффективности не включены в систему, так как относятся к ESG-оценке и не являются приоритетными для анализа эффективности инновационной деятельности в условиях цифровой трансформации, однако могут быть добавлены при расширении задач исследования.

Таким образом, получаем комплексный показатель оценки эффективности инновационной деятельности цифровой трансформации и когнитивной автоматизации:

$$\begin{aligned}
 \text{КП} = & a_1\text{МУ} + a_2\text{МОС} + a_3\text{ТМ} + a_4\text{ИМ} + a_5\text{М}_{\text{НИОКР}} + a_6\text{ММ} + a_7\text{ИфМ} + \\
 & + a_8\text{МФО} + a_9\text{КМ} + a_{10}\text{МКП} + a_{11}\text{РМ} + a_{12}\text{МТС}.
 \end{aligned}
 \quad (2.14)$$

Весовые коэффициенты $a_1 \dots a_{12}$ определяются методом экспертных оценок (анализ иерархий Т. Саати) на основе попарного сравнения значимости модулей. Рекомендуемые значения, полученные в результате апробации: $a_1 = 0,10$; $a_2 = 0,05$; $a_3 = 0,15$; $a_4 = 0,10$; $a_5 = 0,15$; $a_6 = 0,05$; $a_7 = 0,08$; $a_8 = 0,07$; $a_9 = 0,05$; $a_{10} = 0,05$; $a_{11} = 0,05$; $a_{12} = 0,10$ (сумма = 1). Наибольший вес имеют модули НИОКР, технологический, интеллектуальный и технологического суверенитета.

Специфика инновационной деятельности промышленных комплексов отражается прежде всего в существенной значимости модулей: НИОКР, технологического и интеллектуального, так как они реализуют миссию обеспечения

цифровизации инновационной деятельности предприятий. Дополнительную значимость приобретает модуль технологического суверенитета (МТС), оценивающий степень независимости предприятия от импортных цифровых решений.

Таким образом, разработанные в разделе 2.2 методологический подход, система показателей и модульный принцип оценки эффективности могут быть использованы:

- руководителями промышленных предприятий – для диагностики эффективности инновационной деятельности и выявления узких мест в процессах КЦТ;
- региональными органами управления промышленностью – для мониторинга и сравнительной оценки инновационной активности предприятий региона;
- научно-исследовательскими организациями – как основа для дальнейшего развития методического инструментария оценки эффективности инноваций в условиях цифровой трансформации.

2.3 Методика оценки инновационной активности промышленных предприятий РФ в контексте когнитивно-цифровой трансформации

В условиях современной экономики ключевым драйвером развития национального хозяйства выступают инновационные преобразования, затрагивающие все его структурные элементы.

В данном контексте предприятия занимают центральное место, поскольку именно они являются основными инициаторами и проводниками активной инновационной деятельности.

Опираясь на актуальные достижения научной мысли, предприятия формируют устойчивый спрос на инновационные решения, что способствует модернизации их производственных мощностей и оптимизации бизнес-процессов.

Главной целью инновационной активности предприятий выступает максимизация прибыли, которая достигается за счет повышения эффективности их функционирования и снижения затрат на производство.

Для достижения этих целей необходимо активизировать инновационную деятельность, что требует учета ряда ключевых факторов. К ним относятся:

1. Научно-технический потенциал, который отражает способность предприятия к проведению исследований и разработок (НИОКР) и определяет его конкурентоспособность в области технологических инноваций.

2. Производственный потенциал, характеризующий материально-техническую базу предприятия, его способность выпускать продукцию определенного качества и объема, а также уровень загрузки производственных мощностей.

3. Кадровый потенциал, который включает в себя уровень профессиональной подготовки и компетенций сотрудников, необходимых для успешной реализации инновационных проектов.

Эти факторы взаимосвязаны и оказывают комплексное влияние на способность предприятия к инновационному развитию.

Их оценка позволяет выявить слабые и сильные стороны организации, а также разработать стратегические меры для повышения ее инновационной активности и, как следствие, конкурентоспособности на рынке.

Методика оценки инновационной активности промышленных предприятий в контексте когнитивно-цифровой трансформации предполагает комплексный подход, который учитывает как количественные, так и качественные аспекты, а также специфику цифровой среды. Такая оценка позволяет не только оценить текущий уровень инновационной деятельности, но и определить пути дальнейшего развития.

В рамках оценки инновационной активности предприятий промышленного комплекса в условиях КЦТ применяются следующие методические подходы:

1. Количественные методики, базирующиеся на системе числовых индикаторов: объем затрат на исследования и разработки, количество вновь созданных продуктов и услуг, уровень цифровизации, объемы инвестиций в программное и аппаратное обеспечение, а также в облачные сервисы. Информационной основой служат данные Федеральной службы государственной статистики. Аналитическая ценность данного подхода, однако, снижена ввиду отсутствия индексных или интегральных показателей, что ограничивает возможность комплексной интерпретации результатов.

2. Экспертные методики, в основе которых лежат профессиональные суждения специалистов. Экспертный модуль включает в себя анкетирование сотрудников, задействованных в инновационных процессах, что позволяет учитывать качественные параметры (уровень компетенций персонала, инновационную культуру), не фиксируемые количественно.

3. Интегральные многоблоковые подходы, предполагающие структурирование показателей инновационной активности по трем направлениям:

– ресурсный блок, характеризующий обеспеченность инноваций финансовыми, технологическими, кадровыми, информационными, материальными, организационными и социальными ресурсами;

– результативный блок, отражающий экономический эффект от реализации инноваций;

– статистический блок, включающий в себя расчет отдельных абсолютных количественных показателей.

4. Модели оценки цифровой зрелости и цифровых способностей:

– модель цифровой зрелости, охватывающая пять ключевых измерений: потребительский сегмент, стратегический контур, технологический базис, операционный блок (включая производственные процессы), а также организационную структуру и корпоративную культуру;

- индекс цифровой трансформации, который агрегирует укрупненные направления оценки и предусматривает визуализацию результатов в формате радарной диаграммы с учетом отраслевой специфики;

- модель оценки цифровых способностей, консолидирующая пять основных областей: стратегическое целеполагание, уровень цифровых компетенций персонала, ключевые цифровые бизнес-процессы, гибкие ресурсы и технологии, лидерские качества и управленческие практики.

Наряду с рассмотренными факторами, а именно научно-техническим, производственным и кадровым потенциалом, оценка инновационной активности в условиях когнитивно-цифровой трансформации требует учета следующих дополнительных аспектов:

- уровень применения цифровых платформ и технологий – оценивается степень их внедрения в целях оптимизации бизнес-процессов (управление цепочками поставок, производство, маркетинг и сбыт);

- объем инвестиций в цифровые технологии – фиксируются затраты на разработку и внедрение цифровых решений, охватывающие программное обеспечение, аппаратные средства и облачные сервисы;

- использование анализа данных и искусственного интеллекта – определяется интенсивность применения аналитических инструментов и алгоритмов ИИ для поддержки управленческих решений и совершенствования продуктово-сервисного портфеля;

- состояние безопасности и защиты данных – учитываются реализуемые меры по обеспечению конфиденциальности и сохранности данных клиентов и контрагентов;

- уровень цифровых компетенций персонала – оценивается готовность сотрудников к освоению цифровых инструментов, восприятию инноваций и вовлеченности в организационные преобразования;

- стратегические аспекты управления цифровой трансформацией – анализируется наличие стратегии цифровой трансформации, количество

реализуемых проектов цифровизации, доля бюджета, направленного на цифровое развитие.

Следовательно, методический инструментарий оценки инновационной активности в условиях когнитивно-цифровой трансформации должен носить комплексный и адаптивный характер, учитывая при этом отраслевую специфику цифровой среды и особенности инновационного развития. Представленные выше параметры инновационной активности, безусловно, имеют значение, однако главным, по мнению автора, все же остается прибыль, получаемая от разработки и внедрения инновационных продуктов и технологий, а также снижение производственных затрат при их применении. Если инновационная деятельность не приносит прибыли, такое предприятие вряд ли можно считать инновационно активным.

Исходя из этих положений, автором построена математическая модель развития предприятия, которая учитывает влияние инновационной активности в условиях когнитивно-цифровой трансформации. В рамках модели предполагается, что предприятие проявляет инновационную активность, что сопровождается внедрением в его деятельность ряда цифровых технологий.

Выпуск готовой продукции обеспечивается совокупностью разнородных ресурсов предприятия – основным капиталом, производственными фондами, трудовыми и интеллектуальными ресурсами, материально-сырьевой базой и цифровыми технологиями. В агрегированном виде данная совокупность может быть интерпретирована как фактор производства Q , аккумулирующий основной капитал, производственные мощности, труд, материалы, технологическую базу и инновационную составляющую.

Для моделирования объема выпуска продукции предприятием применяется однофакторная производственная функция типа Кобба – Дугласа:

$$V = P \cdot Q^a, \quad (2.15)$$

где параметр степени a , принимающий значения в интервале от 0 до 1, характеризует эластичность объема выпуска по ресурсному фактору Q ;

P – стоимостная оценка продукции, создаваемой с использованием единицы ресурса Q .

Графическая интерпретация производственной функции, рассчитанной в соответствии с формулой (2.15), представлена на рисунке 2.7.

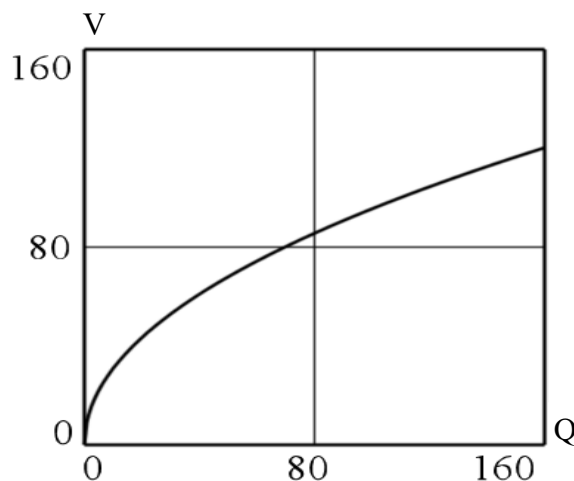


Рисунок 2.7 – График производственной функции, построенный по формуле (2.15)*

* Расчетные значения: $P = 10$; $a = 0,49$.

Примечание – Разработано автором.

Издержки производственного процесса предприятия, которые обычно предполагаются пропорциональными, при реализации компонентов инновационной активности предприятия в условиях КЦТ могут носить либо прогрессивный, либо регрессивный характер, поэтому для функции подобных издержек целесообразно использовать формулу:

$$TC = TFC + H \cdot Q + R \cdot Q^h, \quad (2.16)$$

где TFC – постоянные издержки;

H, R, h – коэффициенты.

Очевидно, что при $h > 1$ издержки предприятия будут носить прогрессивный характер, при $h < 1$ издержки предприятия будут носить регрессивный характер, при $h = 1$ издержки предприятия будут пропорциональными.

На рисунке 2.8 показаны графики издержек, построенные по формуле (2.16).

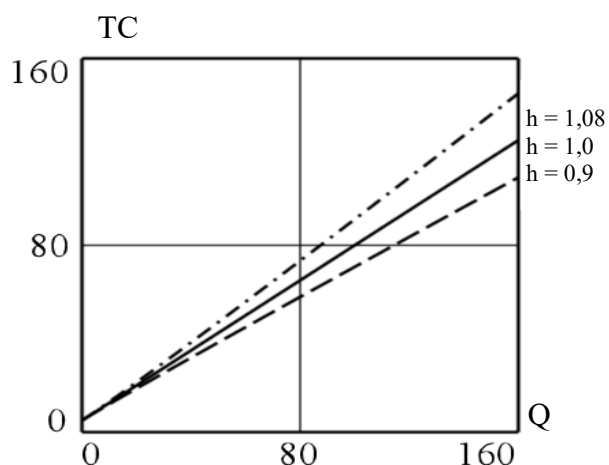


Рисунок 2.8 – Графики издержек, построенные по формуле (2.16)*

* Расчетные значения: $H = 0,5$; $R = 0,25$.

Примечание – Разработано автором.

Функция прибыли предприятия $PR = V - TC$, образованная с помощью формул (2.15), (2.16), записывается в виде:

$$PR = P \cdot Q^a - TFC - H \cdot Q - R \cdot Q^h. \quad (2.17)$$

На рисунке 2.9 показаны графики прибыли, построенные по формуле (2.17).

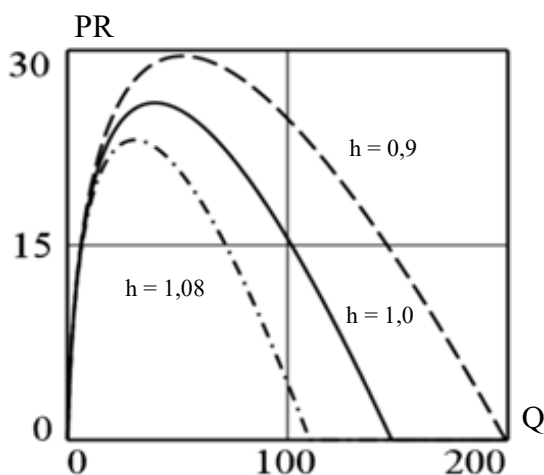


Рисунок 2.9 – Графики прибыли, построенные по формуле (2.17)*

* Расчетные значения: $P = 10$; $a = 0,49$; $R = 0,25$.

Примечание – Разработано автором.

Согласно данным бухгалтерской отчетности промышленных предприятий, производственный фактор формируется под влиянием обширного спектра элементов когнитивно-цифровых технологий. К их числу относятся нематериальные активы, результаты НИОКР, человеческий капитал и интеллектуальный потенциал, основные средства, финансовые вложения, прочие внеоборотные активы, запасы, денежные средства и иные оборотные активы.

При этом все указанные компоненты, за исключением основных средств, носят кумулятивный характер – их наращивание происходит поступательно, в режиме поэтапного аккумуляирования.

В связи с этим динамика производственного фактора Q^t может быть адекватно описана с использованием логистического уравнения, которое учитывает нелинейный характер изменений и способность системы к насыщению. Логистическое уравнение позволяет моделировать процесс роста производственного фактора, учитывая ограниченность ресурсов и постепенное замедление темпов прироста по мере приближения к максимально возможному уровню:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \lambda \cdot Q(t) \cdot (Q_{\infty} - Q(t)) \quad (2.18)$$

с начальным условием:

$$Q_{t=0} = Q(0) = Q_0, \quad (2.19)$$

где Q_0 – начальное значение ресурса Q_t ;

Q_{∞} – предельное значение ресурса Q_t ;

λ – параметр, характеризующий скорость роста производственного фактора Q_t .

Решение задачи Коши (2.18), (2.19) имеет вид:

$$Q_t = \frac{Q \cdot Q_{\infty}}{Q_0 + (Q_{\infty} - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_{\infty} \cdot t}} \quad (2.20)$$

На рисунке 2.10 показаны график функции производственного фактора Q_t , построенный по формуле (2.20), и график касательной в точке перегиба $(t_q, Q(t_q))$. Уравнение касательной линии имеет вид:

$$Q_K(t) = K \cdot (t - t_q) + Q(t_q). \quad (2.21)$$

Значение коэффициента K вычисляется по формуле $K = \frac{dQ(t_q)}{dt}$, а значение параметра t_q находится из уравнения $\frac{d^2Q(t_q)}{dt^2} = 0$.

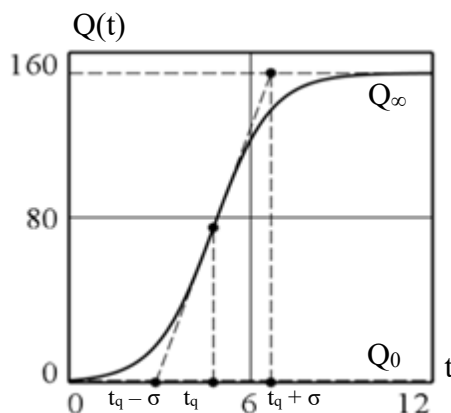


Рисунок 2.10 – Графики функций (2.20) и (2.21)*

* Расчетные значения: $Q_K = 1$; $Q_\infty = 150$; $\lambda = 0,007$; $t_q = 4,766$; $K = 39,375$; $\sigma = \frac{Q(t_q)}{t_q} = 1,905$.

Примечание – Разработано автором.

Подставляя функцию производственного фактора Q_t в выражение для выпуска продукции (2.15), находим:

$$V(t) = P \cdot \frac{Q \cdot Q_\infty}{Q_0 + (Q_\infty - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_\infty \cdot t}}. \quad (2.22)$$

Подставляя формулы (2.20) и (2.22) в выражения (2.16) и (2.17), получаем расчетные соотношения для вычисления издержек:

$$TC(t) = TFC + H \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_\infty}{Q_0 + (Q_\infty - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_\infty \cdot t}} + R \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_\infty}{Q_0 + (Q_\infty - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_\infty \cdot t}} \quad (2.23)$$

и прибыли:

$$PR(t) = P \cdot \left(\frac{Q_0 \cdot Q_\infty}{Q_0 + (Q_\infty - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_\infty \cdot t}} \right)^a - H \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_\infty}{Q_0 + (Q_\infty - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_\infty \cdot t}} - TFC. \quad (2.24)$$

Графическая интерпретация производственной функции, а также функций издержек и прибыли, рассчитанных по формулам (2.22), (2.23) и (2.24), представлена на рисунке 2.11.

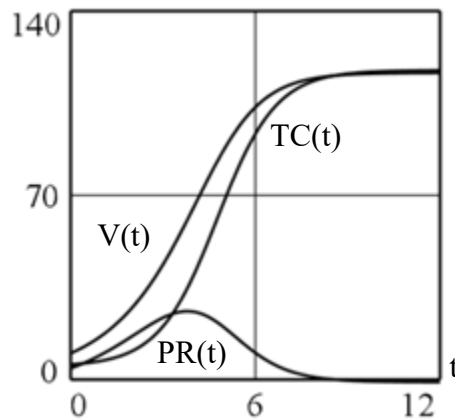


Рисунок 2.11 – График производственной функции и графики функций издержек и прибыли, построенные по формулам (2.23) и (2.24)*

* Расчетные значения: $P = 10$; $a = 0,49$; $H = 0,5$; $R = 0,25$; $TFC = 5$; $h = 1$; $Q_0 = 1$; $Q_\infty = 150$; $\lambda = 0,007$; $t_q = 4,766$; $K = 39,375$; $\sigma = 1,905$.

Примечание – Разработано автором.

Функции производственной деятельности, а также издержек и прибыли, рассчитанные по формулам (2.22), (2.23) и (2.24), описывают устойчивое состояние предприятия в условиях цифровизации. В рамках данного режима ключевые параметры системы P , a , H , R сохраняют неизменные значения во времени и трактуются как постоянные величины.

Однако в случае активизации инновационной деятельности предприятия, связанной с внедрением в производственный процесс новых когнитивно-цифровых технологий (КЦТ) – нейросетевых АСУ, Edge AI-устройств, когнитивных оркестраторов и систем предиктивной аналитики, – параметры P , a , H , R перестают быть константами и приобретают зависимость от временной переменной. В частности, P и a возрастают (на 5–15% и 3–8%, соответственно), а H и R снижаются (на 10–20% и 7–15%) по сравнению с устойчивым состоянием.

Внедрение технологий КЦТ может привести к изменениям в объемах выпускаемой продукции и уровнях издержек предприятия на некотором временном интервале ($t_\xi - \rho < t < t_\xi + \rho$). Эти изменения могут выражаться как в краткосрочном снижении, так и в краткосрочном увеличении указанных показателей.

Подобные изменения могут быть описаны с помощью функции:

$$\xi(t) = 1 + \omega_{\xi} \cdot \exp\left(-\frac{t-t_{\xi}^2}{2 \cdot \rho_{\xi}^2}\right), \quad (2.25)$$

где ω_{ξ} – максимальное отклонение функции $\xi(t)$ от единицы.

При $\omega_{\xi} > 0$ функция (2.25) описывает краткосрочное увеличение показателей, при $\omega_{\xi} < 0$ функция (2.25) описывает краткосрочное снижение показателей.

Кроме того, возможны сценарии, при которых после достижения определенного момента времени объемы выпуска продукции и издержки предприятия стабилизируются на новом уровне, который может быть как выше, так и ниже исходного. Таким образом, система переходит в новый режим устойчивого функционирования, характеризующийся измененными значениями ключевых параметров.

Такие изменения в окрестности точки t_{η} могут быть описаны с помощью функции:

$$\eta(t) = 1 + \frac{\omega_{\eta}}{1 + \exp\left(-\frac{2}{\rho_{\eta}} \cdot (t - t_{\eta})\right)}, \quad (2.26)$$

где ω_{η} – максимальное отклонение функции $\eta(t)$ от единицы;

параметр ρ_{η} задает скорость перехода в новый режим устойчивого функционирования.

При $\omega_{\eta} > 0$ функция (2.26) описывает переход к новому более высокому уровню объемов выпуска продукции или издержек, при $\omega_{\eta} < 0$ функция (2.26) описывает переход к новому более низкому уровню объемов выпуска продукции или издержек.

Если в соответствии с внешними статистическими данными в окрестности точки t_{ξ} наблюдается временное снижение объемов выпуска продукции, а в окрестности точки t_{η} имеет место переход к новому более высокому уровню объемов выпуска продукции, то формула для производственной функции (2.22) принимает вид:

$$V(t) = P(t) \cdot \left(\frac{Q \cdot Q_{\infty}}{Q_0 + (Q_{\infty} - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_{\infty} \cdot t}} \right)^a.$$

$$P(t) = P \cdot \left(1 + \omega_{\xi} \cdot \exp \left(-\frac{(t-t_{\xi})^2}{2 \cdot \rho_{\xi}^2} \right) \right) \cdot \left(1 + \frac{\omega_{\eta}}{1 + \exp \left(-\frac{2}{\rho_{\eta}} \cdot (t-t_{\eta}) \right)} \right). \quad (2.27)$$

Графики функции объемов выпуска продукции, построенные на основе формул (2.22) и (2.27), представлены на рисунке 2.12.

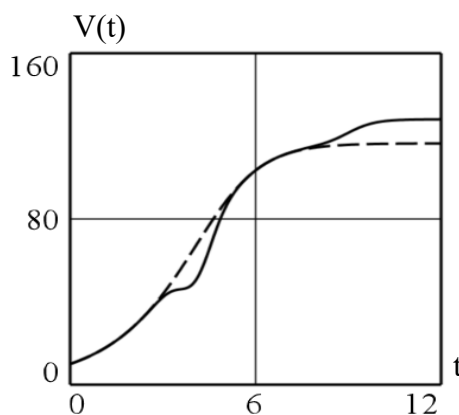


Рисунок 2.12 – Графики функции объемов выпуска продукции, построенные по формулам (2.22) и (2.27)*

* Сплошная линия соответствует формуле (2.26), штриховая линия соответствует формуле (2.22). Расчетные значения: $P = 10$; $a = 0,49$; $H = 0,5$; $R = 0,25$; $TFC = 5$; $h = 1$; $Q_0 = 1$; $Q_{\infty} = 150$; $\lambda = 0,007$; $t_{\xi} = 4$; $\omega_{\xi} = -0,25$; $P_{\xi} = 0,5$; $t_{\eta} = 9$; $\omega_{\eta} = 0,1$; $\rho_{\eta} = 0,85$.

Примечание – Разработано автором.

Если в соответствии с внешними статистическими данными в окрестности точки t_{ξ} наблюдается временное увеличение объемов издержек, а в окрестности точки t_{η} имеет место переход к новому более низкому уровню объемов издержек, то формула для функции издержек (2.23) принимает вид:

$$TC(t) = TFC + H(t) \cdot \frac{Q \cdot Q_{\infty}}{Q_0 + (Q_{\infty} - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_{\infty} \cdot t}} + R(t) \cdot \frac{Q \cdot Q_{\infty}}{Q_0 + (Q_{\infty} - Q_0) \cdot e^{-\lambda \cdot Q_{\infty} \cdot t}}. \quad (2.28)$$

Здесь:

$$\begin{cases} H(t) = H \cdot \left(\left(1 + \omega_{\xi} \cdot \exp \left(-\frac{(t-t_{\xi})^2}{2 \cdot \rho_{\xi}^2} \right) \right) \cdot \left(1 + \frac{\omega_{\eta}}{1 + \exp \left(-\frac{2}{\rho_{\eta}} \cdot (t-t_{\eta}) \right)} \right) \right) \\ R(t) = R \cdot \left(\left(1 + \omega_{\xi} \cdot \exp \left(-\frac{(t-t_{\xi})^2}{2 \cdot \rho_{\xi}^2} \right) \right) \cdot \left(1 + \frac{\omega_{\eta}}{1 + \exp \left(-\frac{2}{\rho_{\eta}} \cdot (t-t_{\eta}) \right)} \right) \right) \end{cases}. \quad (2.29)$$

Динамика объемов издержек, исчисленных по формулам (2.23), (2.28) и (2.29), визуализирована на рисунке 2.13.

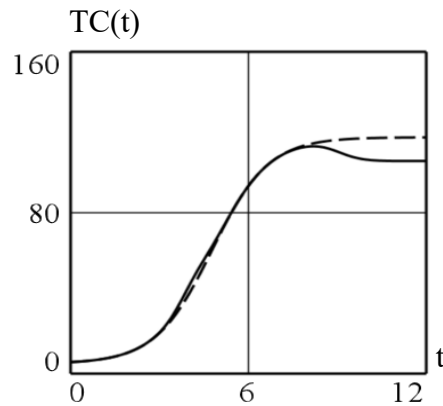


Рисунок 2.13 – Графики функции объемов издержек, построенные по формулам (2.23), (2.28) и (2.29)*

* Сплошной линией на графике отображена зависимость, рассчитанная по формуле (2.28), штриховой – по формуле (2.23). Расчетные значения: $H = 0,5$; $R = 0,25$; $TFC = 5$; $h = 1$; $Q_0 = 1$; $Q_\infty = 150$; $\lambda = 0,007$; $t_\xi = 4$; $\omega_\xi = -0,25$; $p_\xi = 0,5$; $t_\eta = 9$; $\omega_\eta = 0,1$; $\rho_\eta = 0,85$.

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 2.14 показаны графики функции объемов прибыли $PR = V - TC$, построенные по формулам (2.22), (2.23), (2.27), (2.28), (2.29).

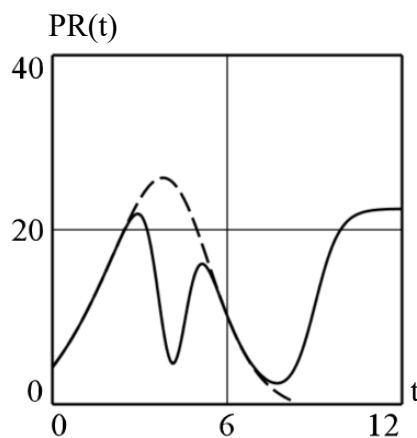


Рисунок 2.14 – Графики функции объемов прибыли, построенные по формулам (2.22), (2.23), (2.27), (2.28), (2.29)*

* Сплошная линия соответствует формулам (2.28), (2.29), штриховая линия соответствует формулам (2.27), (2.28), (2.29). Расчетные значения: $P = 10$; $a = 0,49$; $H = 0,5$; $R = 0,25$; $TFC = 5$; $h = 1$; $Q_0 = 1$; $Q_\infty = 150$; $\lambda = 0,007$; $t_\xi = 4$; $\omega_\xi = -0,25$; $p_\xi = 0,5$; $t_\eta = 9$; $\omega_\eta = 0,1$; $\rho_\eta = 0,85$.

Примечание – Разработано автором.

В качестве апробации методики применим полученные результаты для анализа динамики инновационно активного предприятия ООО «Рускат». Данное предприятие в 2022 г. участвовало в национальном проекте «Производительность

труда», в рамках которого оно внедрило технологии бережливого производства, автоматизировало литейное производство, сократило производственный цикл плавки с 30 до 27 часов и увеличило производительность до 20% [204]. Указанные мероприятия, наряду с положительной динамикой выручки (рост до 33,1 млрд руб. в 2025 г.), позволяют отнести ООО «Рускат» к категории инновационно активных предприятий.

Статистические данные работы этого предприятия приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Данные для анализа динамики инновационно активного предприятия ООО «Рускат»

Годы	2021	2022	2023	2024	2025
Расчетное время, t	1	2	3	4	5
Ресурс, Q, млн руб.	4 518,799	10 913,069	18 157,580	13 656,262	17 140,866
Выпуск продукции, V, млн руб.	5 514,100	10 913,069	26 698,072	30 275,531	33 115,988
Издержки, ТС, млн руб.	4 158,228	9 384,199	17 177,860	27 801,536	31 891,810
Примечание – Составлено автором					

В соответствии с данными таблицы 2.7 производственная функция (2.22) принимает вид:

$$V = 4,665 \cdot Q^{0,822}. \quad (2.30)$$

Производственная функция, построенная в соответствии с формулой (2.30), визуализирована на рисунке 2.15.

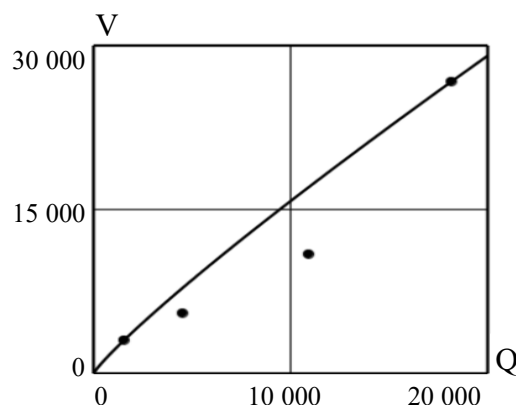


Рисунок 2.15 – График производственной функции, построенный по формуле (2.30)*

* Точками обозначены статистические данные таблицы 2.7.

Примечание – Разработано автором.

Согласно данным, представленным в таблице 2.7, функция издержек (2.23) приобретает следующее выражение:

$$TC = 2863,494 - 6,682 \cdot Q + 4,575 \cdot Q^h. \quad (2.31)$$

На рисунке 2.16 показан график функции издержек, построенный по формуле (2.31).

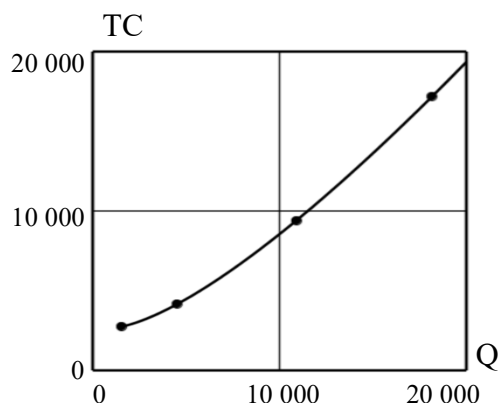


Рисунок 2.16 – График издержек, построенный по формуле (2.31)*

* Точками обозначены статистические данные таблицы 2.7.

Примечание – Разработано автором.

Опираясь на эмпирические данные, представленные в таблице 2.7, функциональная зависимость прибыли предприятия, определяемая как разность между выручкой и совокупными издержками $PR = V - TC$, принимает следующее аналитическое выражение:

$$PR = 4,665 \cdot Q^{0,822} - 2863,949 + 6,682 \cdot Q - 4,575 \cdot Q^{1,05}. \quad (2.32)$$

Функциональная зависимость прибыли, полученная на основе формулы (2.32), визуализирована на рисунке 2.17.

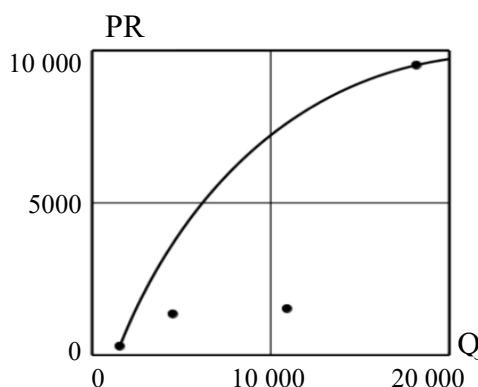


Рисунок 2.17 – График функции прибыли, построенный по формуле (2.32)*

* Точками обозначены статистические данные таблицы 2.7.

Примечание – Разработано автором.

Влияние когнитивной составляющей выражается в том, что учет качества использования ресурсов через эластичность выпуска позволяет более точно описать динамику прибыли, чем традиционная производственная функция,

оперирующая только объемом ресурсов. Это соответствует положениям теории производственных функций, согласно которым эластичность выпуска отражает эффективность использования ресурсов, а не только их объем [117, 119]. В условиях цифровизации учет качественных характеристик ресурсов (цифровые компетенции, интеллектуальная обработка информации) становится необходимым, что подтверждается современными исследованиями [79].

В соответствии с данными таблицы 2.7 уравнение динамики производственного фактора (2.18) и начальное условие принимают вид:

$$\begin{cases} \frac{dQ(t)}{dt} = 0,00005 \cdot (Q(t) - 101) \cdot (25100 - Q(t)), \\ Q|_{t=0} = Q(0) = 1548,706 \end{cases}, \quad (2.33)$$

при этом $Q_{\min} = 101$ млн руб. – минимальное значение ресурса (определено экстраполяцией данных таблицы 2.7);

$Q_{\max} = 25100$ млн руб. – предельное значение ресурса (установлено методом наименьших квадратов).

Решение задачи Коши (2.33) имеет вид:

$$Q(t) = \frac{1177564700 \cdot e^{-\frac{5}{4}t} + 18181260300}{11775647 \cdot e^{-\frac{5}{4}t} + 724353}. \quad (2.34)$$

Динамика производственного фактора $Q(t)$, рассчитанная по формуле (2.34), представлена на рисунке 2.18.

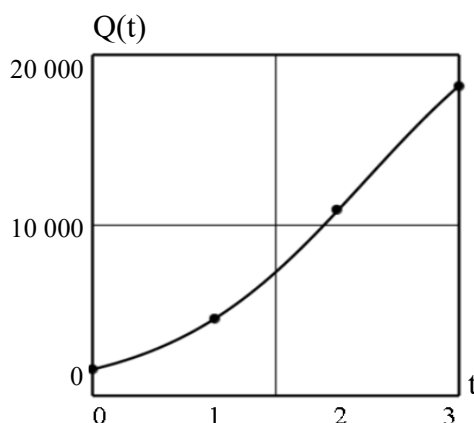


Рисунок 2.18 – График функции производственного фактора (2.34)*

* Точками обозначены статистические данные таблицы 2.7.

Примечание – Разработано автором.

При условии стабильного функционирования предприятия, когда внешние и внутренние параметры производственной системы остаются неизменными,

производственная функция (2.22), функция издержек (2.23) и функция прибыли (2.24) принимают следующий формализованный вид:

$$V(t) = 4,665 \cdot Q(t)^{0,822}. \quad (2.35)$$

$$TC(t) = 2863,494 - 6,682 \cdot Q(t) + 4,575 \cdot Q(t)^h. \quad (2.36)$$

$$PR(t) = 4,665 \cdot Q(t)^{0,822} - 2863,949 + 6,682 \cdot Q(t) - 4,575 \cdot Q(t)^{1,05}. \quad (2.37)$$

На основе данных таблицы 2.7 функции инновационной активности (2.25) и (2.26) преобразуются к следующему виду:

$$\begin{cases} \xi_1(t) = 1 - 0,28 \cdot e^{-22,222 \cdot (t-1)^2} \\ \xi_2(t) = 1 - 0,36 \cdot e^{-8,00 \cdot (t-2)^2} \\ \eta(t) = 1 + \frac{0,05}{1 + e^{-5 \cdot t + 20}} \end{cases}. \quad (2.38)$$

Производственная функция с включением факторов когнитивно-цифровой трансформации и инновационной активности предприятия записывается следующим образом:

$$V(t) = 4,665 \cdot \xi_1(t) \cdot \xi_2(t) \cdot \eta(t) \cdot Q(t)^{0,822}. \quad (2.39)$$

Функция прибыли с включением фактора инновационной активности предприятия приобретает следующее выражение:

$$PR(t) = 4,665 \cdot \xi_1(t) \cdot \xi_2(t) \cdot \eta(t) \cdot Q(t)^{0,822} - 2863,949 + 6,682 \cdot Q(t) - 4,575 \cdot Q(t)^{1,05}. \quad (2.40)$$

Рисунок 2.19 содержит графики производственной функции устойчивого развития (2.35) и производственной функции инновационного развития в условиях когнитивно-цифровой трансформации (2.39).

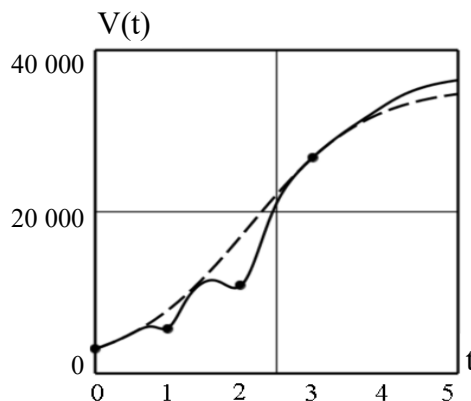


Рисунок 2.19 – График производственной функции устойчивого развития (2.35) и график производственной функции инновационного развития (2.39)*

* Сплошная линия соответствует формуле (2.39), штриховая линия соответствует формуле (2.35). Точками обозначены статистические данные таблицы 2.7.

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 2.20 представлены графические зависимости прибыли для двух альтернативных сценариев развития предприятия – устойчивого и инновационного, рассчитанные по формулам (2.37) и (2.40), соответственно.

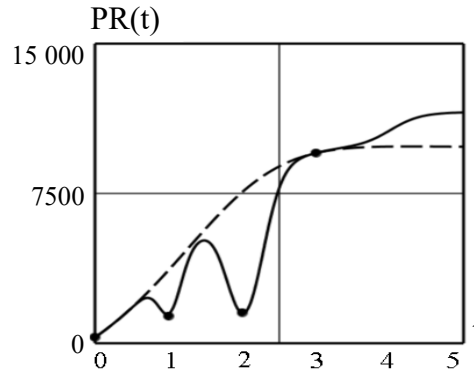


Рисунок 2.20 – График функции прибыли для устойчивого развития и график функции прибыли для инновационного развития предприятия*

* Сплошная линия построена по формуле (2.40), штриховая – по формуле (2.37). Точками на графике отмечены статистические данные из таблицы 2.7.

Примечание – Разработано автором.

Таким образом, расчетные данные подтверждаются экспериментальными, отражая рост инновационной активности предприятия, что закрепляется ростом прибыли, в условиях КЦТ.

Когнитивная составляющая в данной методике проявляется в учете качества использования ресурсов, зависящего от уровня цифровых компетенций и интеллектуальной обработки информации, что отличает ее от традиционных производственных функций, оперирующих только объемными показателями. Данный подход согласуется с теорией человеческого капитала Г. Беккера, согласно которой качественные характеристики ресурсов, знания, компетенции являются самостоятельным фактором производства, и с моделями эндогенного роста П. Ромера, где интеллектуальная обработка информации рассматривается как источник возрастающей отдачи.

Выводы по главе 2:

1. Произведена систематизация методологической базы по анализу и оценке развития цифровизации промышленных комплексов России и ее воздействия на инновационную деятельность предприятий, отраслей и ВЭД промышленности.

Выявлено, что большинство существующих методик не учитывают показатели технологического суверенитета.

2. Представлены характеристики методик оценки инновационной деятельности в зависимости от уровня цифровизации объекта. Определены их достоинства и недостатки в контексте цифровой трансформации 2024–2025 гг.

3. Предложен методологический подход к оценке инновационного развития промышленных комплексов на основе цифровизации с использованием интегральных индексов, включая авторские дополнения по учету технологического суверенитета.

4. Предложено дополнение методологического подхода к оценке инновационного развития промышленных комплексов на основе цифровизации моделью оценки развития инновационной деятельности, учитывающей перечень параметров цифровой зрелости и инновационной активности.

5. Предложена модель оценки развития инновационной деятельности промышленных комплексов на основе цифровизации, и введен новый показатель оценки инновационного развития промышленных предприятий – «инновационный индекс цифровой зрелости» (ИИЦЗ).

6. Предложен детерминированный подход к оценке эффективности инновационной деятельности, основанный на алгоритмизированных значениях входных переменных и начальных условиях системы инновационных процессов, учитывающий особенности цифровой трансформации 2024–2025 гг.

7. Разработана универсальная система оценочных индикаторов результативности бизнес-процессов, методологической основой которой выступает модульный принцип конструирования. Данный подход представляет собой одну из возможных реализаций детерминированности инновационных бизнес-процессов и обеспечивает формализованную, структурированную оценку их эффективности в разрезе выделенных функциональных модулей.

8. Предложена методика оценки инновационной активности предприятий промышленного комплекса в контексте использования цифровых технологий, и проведена ее практическая апробация. Расчетные данные подтверждаются экспериментальными, отражая рост инновационной активности предприятия в условиях цифровизации.

3 АНАЛИЗ КОГНИТИВНО-ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

3.1 Анализ инновационной деятельности и процессов когнитивно-цифровой трансформации промышленного комплекса РФ

В настоящем исследовании анализ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ в условиях КЦТ выстроен по принципу последовательной конкретизации – от агрегированных макроэкономических индикаторов к отраслевым и микроуровневым данным. Первый этап охватывает динамику затрат на технологические инновации, уровень инновационной активности и кадровое обеспечение НИОКР в целом по промышленности. На втором этапе исследования анализируются уровень цифровизации и глубина внедрения сквозных когнитивно-цифровых технологий, к числу которых относятся системы искусственного интеллекта, промышленный интернет вещей и технология цифровых двойников. Заключительный этап предусматривает обзор практических кейсов реализации указанных решений на отечественных промышленных предприятиях. Промышленный сектор сохраняет статус базовой отрасли мировой экономики; она постоянно эволюционирует, подстраиваясь под новые технологии и тренды. В рамках КЦТ приоритетным направлением становится развитие критических, сквозных и прорывных технологий, систем ИИ, промышленного интернета вещей, машинного обучения, автоматизации и роботизации. Это позволяет предприятиям укреплять конкурентные позиции, повышать операционную эффективность, снижать риски и улучшать качество продукции.

После февраля 2022 г. условия функционирования мировой экономики изменились кардинально, и для российской промышленности это стало системным

вызовом. Причина – массированные санкции недружественных государств, число которых к марту 2024 г. превысило 18 тыс. Следствием происходящих процессов стал разрыв значительного массива международных научных, экономических и торговых взаимосвязей, а также дезинтеграция технологических цепочек в промышленном секторе. Российский рынок покинули сотни зарубежных компаний и организаций, повлекших за собой отток тысяч квалифицированных кадров.

Существенную трансформацию претерпел и финансовый капитал, ориентированный прежде на систему международных расчетов в долларовой парадигме. Количественная оценка влияния санкций на инновационную активность промышленности РФ подтверждает негативные тенденции. Согласно официальной статистике Росстата, в 2023 г. импорт машин и оборудования уменьшился на 18,5% относительно уровня 2021 г. В 2024 г. падение продолжилось – еще на 12%, в результате чего объем импорта составил 2,1 трлн руб. Одновременно доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров сократилась с 7,1% в 2017 г. до 5,1% в 2022 г. (более актуальные данные на момент исследования отсутствуют). Инвестиции в основной капитал в обрабатывающих производствах в 2022–2023 гг. выросли лишь на 2,1% в реальном выражении, что существенно ниже темпов предыдущих лет (в 2020–2021 гг. прирост составил 6–8%). В машиностроении – наиболее импортозависимой отрасли – объем производства в 2022 г. сократился на 7,4%, а восстановление к уровню 2021 г. произошло только к концу 2024 г. Уход с рынка более 400 иностранных компаний (в том числе Siemens, Caterpillar и др.) привел к разрыву кооперационных цепочек и вынужденной замене критических компонентов на менее качественные отечественные аналоги [282].

В настоящее время инновационное промышленное производство нацелено в первую очередь на решение задач импортозамещения по обеспечению насыщения отечественного рынка той продукцией, которой он лишился в связи с введенными санкциями, а это, в свою очередь, представляет собой вызов в части долгосрочного технологического развития государства и обеспечения технологического суверенитета. Кроме того, в рамках политики обеспечения технологического суверенитета с 1 января 2025 г. российским госкомпаниям запрещено применять

иностранное программное обеспечение на значимых объектах критической информационной инфраструктуры [4].

Цифровизация процессов инновационной деятельности промышленного комплекса является узким сегментом, который сосредоточен на оптимизации деятельности конкретного предприятия с помощью цифрового инструментария.

В 2024 г. совокупные затраты российских компаний на цифровизацию составили 4,88 трлн руб., что на 27-28% больше, чем годом ранее. В 2025 г. примерный объем инвестиций в цифровое развитие предприятий – 6,1 трлн руб. [313].

Объем российского ИТ-рынка в 2024 г. оценивается в 4,4 трлн руб., что составляет 1,7% от ВВП страны. При этом вклад ИТ-отрасли в экономику России по итогам 2024 г. достигает 6% ВВП [85].

Наиболее активно наращивают инвестиции в цифровизацию электротехническая промышленность, транспорт, ИТ-сектор и промышленное производство. Больше всего средств направляется в интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ) и автоматизированные системы управления производством.

Уровень внедрения цифровых технологий в промышленности, компьютерное зрение – 41,6%, IIoT – 7,1%, ML и Big Data – 5,5%, генеративный ИИ – 0,3% подробно рассмотрен в параграфе 1.3.

По итогам 2024 г. (данные Росстата) индекс промышленного производства в обрабатывающих отраслях показал устойчивый рост. В январе–октябре 2025 г. индекс промышленного производства по сравнению с аналогичным периодом 2024 г. составил 103,2% [115]. Обрабатывающие производства в годовом выражении нарастили выпуск на 4,5% [190].

Инновационное развитие промышленного комплекса РФ базируется на генерации, масштабном внедрении и диффузии конкурентоспособных продуктов, технологических решений и услуг. Вектор промышленного производства, детерминируемый состоянием экономики, в настоящее время определяется рядом устойчивых трендов: интенсификация и стандартизация процессов НИОКР наряду с коммерциализацией инновационных разработок; цифровизация

производственных и инновационных процедур, информационно-аналитического обеспечения, внедрение виртуальных и облачных платформ, технологий цифровых двойников; активное освоение критических и сквозных технологий – интеллектуальной собственности, интернета вещей, квантовых вычислений и цифровых платформ, алгоритмов машинного обучения; параллельно происходят становление и эволюция передовых производственных технологий – цифрового моделирования, роботизированных комплексов, новых материалов, аддитивного производства, технологий обработки больших массивов данных и автоматизированных систем управления. В условиях цифровой трансформации сегодняшние тренды развития промышленных предприятий выглядят следующим образом. Цифровые платформы формируют новую архитектуру информационной среды и сетевого взаимодействия в промышленности, принимая на себя функции агрегации и коммуникации. Именно на этой основе возникает и развивается новый промышленный рыночный ландшафт. Одновременно значительно возрастает управленческая значимость инновационных бизнес-процессов. Появляются новые бизнес-модели – матричные и сетевые структуры, которые опираются на повышение компетенций персонала и передачу сотрудникам части полномочий по принятию решений. Активно развивается трансфер инновационных технологий: он призван компенсировать недостающие отечественные разработки, а также привлечь дружественные страны в качестве партнеров по аутсорсингу НИОКР, уникальным компетенциям и диверсификации деятельности.

В 18-м выпуске Глобального инновационного индекса, подготовленном ВОИС и опубликованном 16 сентября 2025 г., представлены данные по 139 экономикам, оцениваемым по 80 показателям [323]. В 2025 г. Россия оказалась на 60-м месте – на одну позицию ниже, чем годом ранее (59-е место), и на десять с лишним позиций ниже уровня 2022 г.

По итогам рейтинга 2025 г. первую тройку лидеров составили Швейцария, Швеция и США, занявшие, соответственно, первое, второе и третье места. В десятку сильнейших вошли Южная Корея, Сингапур, Великобритания,

Финляндия, Нидерланды, Дания и Китай (с 4-го по 10-е места). Примечательно, что Китай впервые поднялся в топ-10, сместив Германию.

Россия в рейтинге 2025 г. продемонстрировала наилучшие позиции по блоку «Человеческий капитал и наука» – 28-е место. По направлению «Развитие бизнеса» страна заняла 46-ю позицию, по «Результативности креативной деятельности» – 55-ю.

Наиболее проблемными областями для России остаются институциональная среда (131-е место из 139), развитие рынка (76-е место) и инфраструктура (76-е место). По показателю «Институты» Россия получила одну из самых низких оценок в рейтинге.

Эксперты обращают внимание на существенные ограничения объективной оценки позиций России в рейтинге. Из 78 показателей, используемых при расчете ГИИ-2025, по 21 показателю данные у разработчиков индекса утратили актуальность (их последнее обновление датируется 2021 годом или более ранним периодом), а по двум показателям информация отсутствует полностью. Таким образом, доля нерелевантных или недоступных данных превышает четверть от общего числа индикаторов и составляет 29,5%. С 2022 г. подавляющее большинство международных организаций прекратили публикацию обновленной статистики по России, что вынудило использовать устаревшие сведения при формировании итогового рейтинга.

В отличие от международных оценок, российские данные, представленные Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, демонстрируют иную картину. По итогам 2024 г. зафиксирован рост большинства ключевых показателей, характеризующих развитие науки и инноваций в стране. Затраты на инновации в 2024 г. составили 4,5 трлн руб., показав рост на 17,6% в постоянных ценах. Общий уровень инновационной активности по экономике достиг 12,5%, а в обрабатывающей промышленности – 23,7% [77].

В таблице 3.1 систематизированы основные показатели, отражающие состояние инновационной деятельности и ход цифровой трансформации промышленного комплекса РФ.

**Таблица 3.1 – Основные показатели инновационной деятельности
промышленного комплекса РФ**

Показатели	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1. Уровень инновационной активности промышленных предприятий, всего, %	9,5	9,3	8,4	14,6	12,8	9,1	10,8	11,9	11,0	11,3	11,5
2. Удельный вес предприятий, осуществлявших технологические инновации, %	7,9	8,3	7,3	20,8	19,8	21,6	23,0	23,0	22,8	22,7	23,0
3. Затраты на инновационную деятельность, трлн руб.	0,4	1,204	1,285	1,405	1,473	1,954	2,134	2,380	2,663	3,520	4,10
4. Удельный вес затрат на инновационную деятельность в общем объеме отгрузки, %	1,6	2,7	2,5	2,5	2,2	2,1	2,3	2,0	2,1	2,5	2,6
5. Объем выпуска инновационной продукции, трлн руб.	1,12	3,84	4,36	4,17	4,52	4,86	5,19	6,00	6,38	8,32	9,50
6. Удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %	–	7,9	8,4	7,1	6,5	5,3	5,7	5	5,1	–	–
Примечание – Составлено автором на основе [117]											

Анализ данных, систематизированных в таблице 3.1, позволяет сформулировать следующие заключения:

– расчет коэффициента корреляции Пирсона между затратами на инновации (млн руб.) и объемом выпуска инновационной продукции (млн руб.) по данным 2010–2024 гг. (с использованием линейной аппроксимации) дает значение $r = 0,96$, что свидетельствует о высокой прямой связи между показателями ($p < 0,01$). Однако корреляция между уровнем инновационной активности и долей инновационной продукции в общем объеме отгрузки составляет $r = -0,42$, что указывает на отсутствие устойчивой связи – рост инновационной активности

не сопровождается адекватным увеличением доли инновационной продукции в отгрузке;

– за период 2020–2024 гг. уровень инновационной активности промышленных предприятий повысился на 0,7 п.п. (с 10,8% до 11,5%); при этом темпы роста остаются сдержанными, а наибольшее значение показателя зафиксировано в 2021 г. (11,9%);

– доля промышленных предприятий, внедрявших технологические инновации, в 2024 г. составила 23,0%, что соответствует уровню 2020–2021 гг. и свидетельствует о стабилизации показателя после снижения в 2022–2023 гг.;

– динамика затрат на инновационную деятельность имеет устойчивый положительный тренд: в 2024 г. они достигли 4,10 трлн руб., что на 54,3% превышает уровень 2020 г. и на 16,5% – уровень 2023 г.;

– объем выпуска инновационной продукции также демонстрирует устойчивый рост: в 2024 г. он составил 9,50 трлн руб., увеличившись на 83,1% по сравнению с 2020 г.;

– негативной тенденцией является снижение доли инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции: с 7,1% в 2017 г. до 5,1% в 2022 г. (данные за 2023–2024 гг. в официальных источниках отсутствуют), что свидетельствует о более медленном росте инновационной составляющей по сравнению с общим объемом производства [73].

На основании данных таблицы 3.1 можно сделать общий вывод, что, несмотря на отдельные негативные тенденции (снижение доли инновационной продукции в общем объеме отгрузки, недостаточно высокие темпы роста инновационной активности и отсутствие официальных данных по ряду показателей за 2023–2024 гг.), в целом динамика инновационной деятельности промышленности РФ характеризуется позитивными изменениями.

В отличие от традиционных показателей инновационной активности, КЦТ требует оценки внедрения специфических технологий: нейросетевых автоматизированных систем управления (АСУ), когнитивных оркестраторов, Edge

AI-устройств, систем предиктивной аналитики на основе глубокого обучения. По данным Strategy Partners и ГК «Цифра» (2025 г.), в 2024 г. доля промышленных предприятий, использующих технологии машинного обучения и больших данных (ML и Big Data), составила 5,5%, а генеративного искусственного интеллекта – лишь 0,3%. При этом когнитивные оркестраторы и нейросетевые АСУ внедрены не более чем на 1-2% предприятий, а квантово-устойчивая криптография находится на стадии пилотных проектов.

Рисунок 3.1 отражает уровень инновационной активности промышленных предприятий в разрезе видов экономической деятельности.



Рисунок 3.1 – Уровень инновационной активности промышленных предприятий по ВЭД

Примечание – Составлено автором на основе [118].

Наибольшие значения инновационной активности фиксируются в группе высокотехнологичных предприятий, где данный показатель выходит на уровень 46,2% (см. рисунок). По промышленным производствам в целом инновационная активность составляет 17,4 %.

Динамика роста инновационной деятельности, связанной с НИОКР, представлена в таблице 3.2.

Анализ данных таблицы 3.2 позволяет зафиксировать неоднородную динамику по отдельным сегментам.

Иначе выглядит ситуация в корпоративном секторе. Здесь промышленные предприятия, в структуре которых присутствуют научно-исследовательские и проектно-конструкторские подразделения, увеличили их количество с 284 в 2000 г. до 500 в 2024 г. Прирост за 24-летний период составил 76%. Однако в последнюю пятилетку (2020–2024 гг.) динамика замедлилась: прирост ограничился 13,4% (с 441 до 500 единиц), что указывает на торможение развития инновационной инфраструктуры в промышленном секторе.

Наиболее сложная ситуация наблюдается в группе предприятий, выполнявших научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в разрезе секторов деятельности (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Количество предприятий и организаций, осуществлявших НИОКР, по секторам деятельности, ед.

[illegible]

Согласно данным таблицы 3.3, в 2000–2024 гг. наиболее заметное сокращение числа организаций, выполнявших НИОКР, зафиксировано в предпринимательском секторе – с 2278 до 1320 единиц. В государственном секторе к 2024 г. их количество снизилось до 1495 единиц. Сектор высшего образования, напротив, вырос с 526 до 1090 единиц, в некоммерческом секторе также отмечено увеличение, хотя абсолютные значения невелики.

Таким образом, за исключением некоммерческого сектора прослеживается сокращение числа организаций, ведущих НИОКР, что указывает на сужение исследовательской базы в предпринимательском и государственном секторах.

По показателям занятости в инновационной сфере картина складывается иная. Как следует из данных таблицы 3.4, численность персонала, участвующего в инновационной деятельности, имеет устойчивую положительную динамику.

Таблица 3.4 – Численность персонала, занятого инновационной деятельностью, тыс. чел.

Показатели	2000	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Всего, в том числе:	887,729	736,540	679,333	662,702	669,870	670,614	675,000
исследователи							
техники	75,184	59,276	59,557	60,474	61,369	62,155	62,500
вспомогательный персонал	0,241	0,184	0,159	0,152	0,155	0,155	0,156
прочий персонал	0,146	0,125	0,115	0,110	0,113	0,114	0,115
Примечание – Составлено автором на основе [194]							

Объемы средств федерального бюджета, направляемых на финансирование научных исследований, обобщены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Объемы финансирования научных исследований из федерального бюджета

Показатели	2000	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Расходы федерального бюджета на науку, млрд руб., в том числе:	17,4	237,6	549,6	626,6	631,7	691,8	750,0
расходы на фундаментальные исследования, млрд руб.	8,2	82,2	203,2	225,2	247,3	244,3	260,0
расходы на прикладные научные исследования, млрд руб.	9,2	155,5	346,4	401,4	384,4	447,5	490,0
в процентах к расходам федерального бюджета	1,69	2,35	2,41	2,53	2,51	2,76	2,80
в процентах к ВВП	0,24	0,51	0,51	0,48	0,41	0,40	0,39
Примечание – Составлено автором на основе [194]							

Анализ данных, систематизированных в таблице 3.5, позволяет зафиксировать следующие закономерности.

В абсолютном выражении расходы федерального бюджета на научные исследования демонстрируют поступательный рост: по оценкам автора, в 2024 г. их объем достиг 750,0 млрд руб., что на 58,4% превышает показатель 2020 г. и на 8,4% – уровень 2023 г. Затраты на фундаментальные исследования в 2024 г., по расчетам автора, составили 260,0 млрд руб., увеличившись на 6,4% по сравнению с 2023 г.; расходы на прикладные исследования достигли 490,0 млрд руб., что на 9,5% выше значения предыдущего года.

Удельный вес расходов на науку в общем объеме федерального бюджета в 2024 г. сложился на отметке 2,80%, что на 0,04 п.п. превышает уровень 2023 г.

Вместе с тем прослеживается устойчивая тенденция к сокращению доли затрат на науку в ВВП: с 0,51% в 2020 г. до 0,39% в 2024 г. (расчет автора).

В 2024 г. организации предпринимательского сектора составляли около трети от общего числа структур, осуществлявших исследования и разработки (33,6%). При этом доля промышленных предприятий, внедрявших технологические инновации, в обрабатывающей промышленности достигла 23,0%.

Таким образом, несмотря на рост абсолютных показателей расходов на науку, наблюдается снижение их доли в ВВП, что требует дальнейшего увеличения государственного финансирования для достижения целевого показателя, установленного Президентом РФ по итогам Послания Федеральному Собранию от 29 февраля 2024 г., – увеличение внутренних затрат на исследования и разработки до не менее 2% ВВП к 2030 г. [20].

В таблице 3.6 обобщены сведения об объемах внутренних затрат промышленных предприятий и организаций на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Таблица 3.6 – Внутренние затраты предприятий и организаций на НИОКР

Показатели	2000	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Внутренние затраты на НИОКР, млрд руб.	76,7	523,4	1174,5	1301,5	1435,9	1649,8	1850,0
Внутренние затраты на НИОКР, % к ВВП	1,05	1,13	1,10	1,00	0,94	1,00	0,98
Примечание – Составлено автором на основе [194]							

В абсолютных цифрах внутренние затраты на НИОКР демонстрируют устойчивый рост: в 2024 г. они вышли на уровень 1850,0 млрд руб., что на 12,1%

выше показателя 2023 г. и на 57,5% – уровня 2020 г. В то же время удельный вес этих расходов в ВВП сократился с 1,00% в 2023 г. до 0,98% в 2024 г. Такая динамика говорит о том, что финансирование исследований и разработок растет медленнее, чем вся экономика, и это не позволяет говорить об адекватном увеличении ресурсной поддержки научно-технической сферы.

Для сопоставления: в 2024 г. доля внутренних затрат на НИОКР в ВВП составила в России 0,98%, в Китае – 2,4%, в Германии – 3,1%, в США – 3,5%, в Швеции – 3,4% [355]. Таким образом, Россия отстает от технологически развитых стран по данному показателю в 2,5–3,5 раза, что требует существенного наращивания инвестиций для достижения целевого показателя 2% ВВП к 2030 г.

В таблице 3.7 представлена структура затрат промышленных предприятий на инновационную деятельность с дифференциацией по источникам финансирования.

Таблица 3.7 – Затраты промышленных предприятий на инновационную деятельность по источникам финансирования за 2024 г., млрд руб.

Показатели	Всего	Собственные средства организации	Средства федерального бюджета	Средства бюджетов субъектов РФ	Средства фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности	Иностранные инвестиции	Прочие средства
Всего	4524,1	2829,1	920,5	166,1	8,0	7,0	593,4
в том числе промышленное производство:							
добыча полезных ископаемых	289,4	287,0	0,2	*	0,0	*	2,1
обрабатывающие производства	1805,3	1094,8	385,9	5,6	3,8	1,4	313,9
* Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных (в соответствии с Федеральным законом № 282-ФЗ). Примечание – Составлено автором на основе [282]							

На основании данных, представленных в таблице 3.7, установлено следующее. Общий объем затрат на инновационную деятельность в Российской Федерации в 2024 г. составил 4524,1 млрд руб., при этом в структуре источников финансирования доминируют собственные средства организаций – 2829,1 млрд руб. (62,5% от общего объема), тогда как средства федерального бюджета являются вторым по значимости источником – 920,5 млрд руб. (20,3%). Вклад прочих источников существенно

ниже: прочие средства составляют 593,4 млрд руб. (13,1%), средства бюджетов субъектов РФ – 166,1 млрд руб. (3,7%), средства фондов поддержки научной и инновационной деятельности – 8,0 млрд руб. (0,2%). Иностранные инвестиции минимальны – 7,0 млрд руб. (0,15%), что свидетельствует о крайне низкой вовлеченности внешнего капитала в инновационные процессы. Секторальный анализ выявляет полярные различия: в добыче полезных ископаемых (затраты 289,4 млрд руб.) доля собственных средств достигает 99,2% (287,0 млрд руб.), что указывает на практически полную автономию от внешнего финансирования, тогда как в обрабатывающих производствах (затраты 1805,3 млрд руб.) при сохранении собственных средств в качестве основы (1094,8 млрд руб., 60,6%) роль федерального бюджета критически важна – 385,9 млрд руб. (21,4%), а структура источников является более диверсифицированной, включая заметную долю прочих средств (313,9 млрд руб., 17,4%) и минимальные объемы иностранных инвестиций (1,4 млрд руб.). Таким образом, российская инновационная деятельность в 2024 г. характеризуется опорой преимущественно на 2 источника – собственные средства бизнеса и федеральный бюджет (совокупная доля 82,8%), высокой степенью изоляции от внешнего капитала и кардинальным различием моделей финансирования между добывающим и обрабатывающим секторами.

Структура технологического обмена Российской Федерации с зарубежными странами отражена на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Внешняя торговля технологиями по странам-партнерам за 2024 г., %

Примечание – Составлено автором на основе [36].

Анализ структуры внешней торговли России технологиями в 2024 г. выявляет 2 разнонаправленные тенденции.

1. В экспорте произошло окончательное переключение на дружественные рынки: доля стран ближнего зарубежья (СНГ) составила 46%, дружественных стран дальнего зарубежья – 32%, тогда как доля недружественных стран сократилась до 22%. Впервые объем экспорта в дружественные государства (78% в сумме) превысил поставки в недружественные.

2. В импорте технологического оборудования сохраняется критическая зависимость от одного поставщика – Китая, на долю которого приходится 69% всех закупок станков и промышленного оборудования. Остальные страны (Турция – 5%, Индия – 5%, СНГ – 5%, прочие – 16%) играют второстепенную роль. При этом общая доля импортного оборудования в российском потреблении достигает 98,3%, что свидетельствует о сохранении высокой технологической зависимости [64].

Таким образом, в 2024 г. сложилась асимметричная модель технологической внешней торговли: успешная диверсификация экспорта контрастирует с концентрацией импорта в одном направлении, что создает риски для технологической безопасности страны.

В таблице 3.8 представлено количество разработанных передовых производственных технологий.

Таблица 3.8 – Количество разработанных передовых производственных технологий за 2024 г.

Виды технологий	Количество, %
Принципиально новые технологии – 10,0%	
Проектирование и инжиниринг	15,2
Производственные и информационные системы и автоматизированные системы управления производством	12,3
Технологии промышленных вычислений и больших данных	16,4
Связь, управление и геоматика	7,2
Передовые методы организации и управления производством	–
Технологии автоматизированной идентификации, наблюдения и контроля	–
Новые технологии для России – 90,0%	
Производство, обработка, транспортировка и сборка	32,8
«Зеленые технологии»	–
Примечание – Составлено автором на основе [73, 321]	

В 2024 г. в Российской Федерации зафиксировано 2725 разработок в сфере передовых производственных технологий, что в 1,4 раза превышает аналогичный

показатель 2020 г. Из общего числа разработок 10% составляют технологии, не имеющие мировых аналогов; 90% – технологии, ранее не применявшиеся в отечественной промышленности. Лидирующие позиции занимают технологии обработки, производства и сборки – на них приходится 32,8%. Еще 16,4% приходится на решения в области промышленных вычислений и больших данных, что подтверждает тренд на усиление цифровизации промышленного сектора [194].

Распределение организаций и предприятий, осуществлявших внедрение технологических инноваций в 2024 г., по основным видам экономической деятельности представлено на рисунке 3.3.

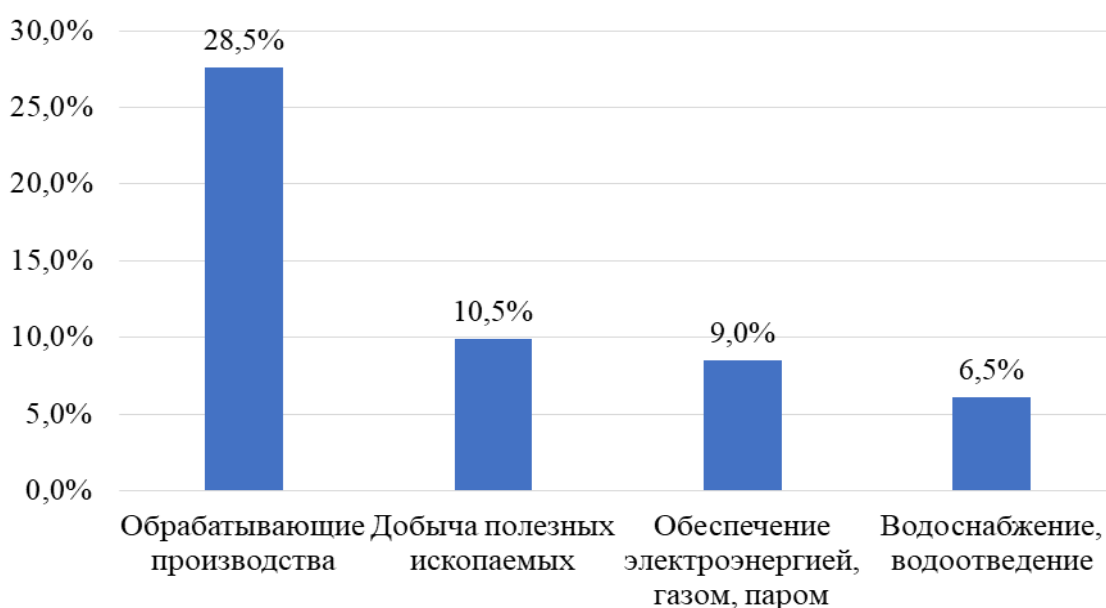


Рисунок 3.3 – Доля организаций и предприятий, осуществлявших технологические инновации, за 2024 г. по видам деятельности

Примечание – Составлено автором на основе [194].

Анализ данных, представленных на рисунке 3.3, позволяет сформулировать следующие выводы.

Обрабатывающие производства сохраняют лидерство по внедрению технологических инноваций, что обусловлено реализацией стратегий импортозамещения, цифровизацией производственных цепочек и модернизацией оборудования.

Добыча полезных ископаемых демонстрирует устойчивую инновационную активность за счет внедрения промышленного интернета вещей, предиктивной аналитики и цифровых двойников месторождений.

Обеспечение электроэнергией, газом и паром показывает положительную динамику благодаря развитию интеллектуальных систем учета, автоматизации диспетчерского управления и технологий «умных сетей».

Водоснабжение и водоотведение остаются отраслью с наименьшей инновационной активностью, однако в 2024 г. наметилась тенденция к внедрению цифровых систем мониторинга сетей и автоматизации процессов водоподготовки.

Предприятия, осуществлявшие в 2020–2024 гг. продуктовые и процессные инновации, представлены на рисунке 3.4.

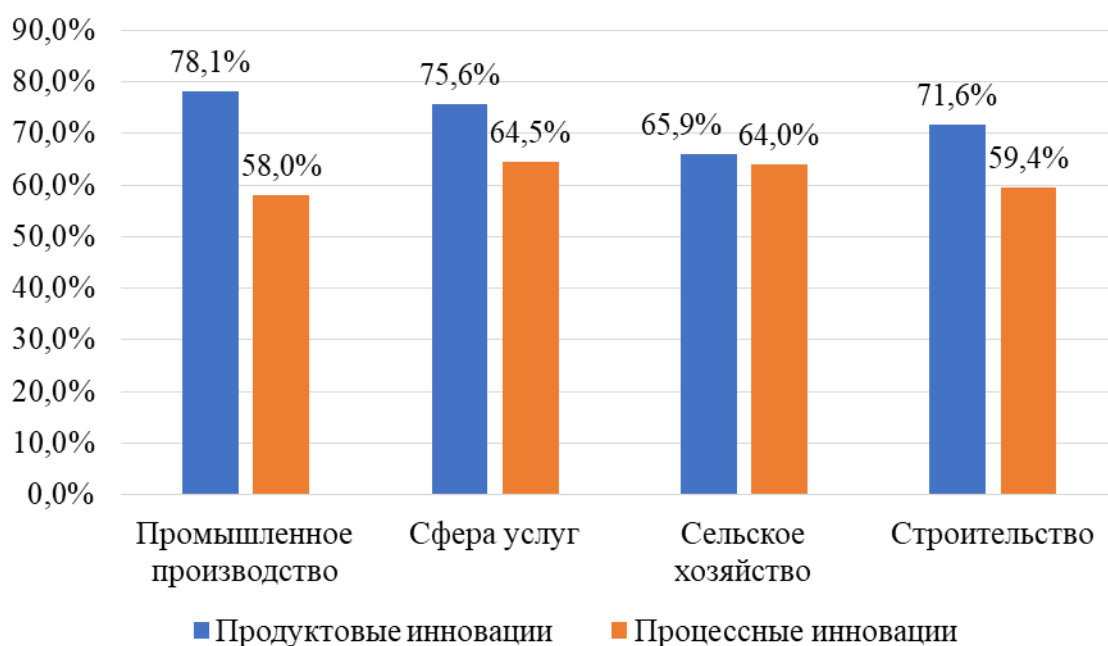


Рисунок 3.4 – Доля организаций и предприятий, реализовывавших продуктовые и процессные инновации в 2020–2024 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [118].

Как следует из данных рисунка 3.4, в интервале 2020–2024 гг. максимальная доля организаций, реализовавших продуктовые и процессные инновации, приходится на сферу услуг – 75,6% и 64,5%, соответственно. Промышленное производство располагается на второй позиции с близкими значениями: 78,1% по продуктовым и 58,0% по процессным инновациям. В сельском хозяйстве значения составили 65,9% и 64,0%, в строительстве – 71,6% и 59,4%. При этом в промышленном секторе наблюдается устойчивая положительная динамика на

протяжении всего пятилетнего периода, тогда как в остальных отраслях тенденция носит колебательный характер без выраженного тренда к росту.

Рисунок 3.5 иллюстрирует распределение завершенных продуктовых и процессных инноваций. Среди последних доминируют методы обработки и передачи информации – их доля составляет 31,6%; на методы производства и разработки товаров и услуг приходится 25,3%.



Рисунок 3.5 – Удельный вес предприятий и организаций, осуществлявших продуктовые и процессные инновации, в общем числе организаций, имевших завершённые инновации в течение последних трех лет (2024 г.)

Примечание – Составлено автором на основе [118].

Анализ хода цифровой трансформации в российской промышленности предполагает обращение к положениям Национальной программы «Цифровая экономика». В числе ее приоритетных направлений – строительство цифровой инфраструктуры, формирование нормативной правовой базы, подготовка кадров, а также разработка и внедрение цифровых продуктов и решений. Целевые ориентиры промышленного сектора в рамках национальной цели «Цифровая трансформация» закреплены в профильной стратегии. В Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года установлено, что «мероприятия, направленные на достижение целевого показателя «увеличение вложений в отечественные решения в сфере информационных технологий

в 4 раза по сравнению с показателем 2019 года», способствуют созданию конкурентоспособной промышленной продукции» [11].

Для анализа процесса внедрения цифровых технологий в промышленный комплекс РФ ключевое значение имеет показатель «цифровой зрелости» (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Перечень показателей оценки «цифровой зрелости» промышленности в рамках мониторинга достижения национальной цели «Цифровая трансформация»

Показатели	2019/2020, %	2021, %	2023, %	2024, %	2030, %
Цифровая зрелость основных производственных процессов промышленных предприятий	–	44	52	58	85
Цифровая зрелость вспомогательных производственных процессов промышленных предприятий	–	49	57	63	90
Доля предприятий, у которых сформирован цифровой паспорт	–	25	35	42	99
Доля предприятий, использующих технологию API для обмена данными, предоставления цифровых услуг и информационного взаимодействия с ГИС	1	9	15	22	90
Доля предприятий, использующих технологии имитационного моделирования и виртуальных испытаний промышленной продукции («цифровой двойник изделия») в ВЭД «Машиностроение»	15	18	22	26	80
Доля предприятий, использующих технологии предиктивной аналитики при прогнозировании и проведении послепродажного (сервисного) обслуживания в ВЭД «Машиностроение»	5	8	12	5,5	75
Доля предприятий, использующих технологии промышленного интернета вещей в ВЭД «Химическая промышленность» и «Металлургическая промышленность»	50	–	60	68	95
Доля предприятий, использующих технологию «цифровой двойник производства», в группах в ВЭД «Легкая промышленность и лесопромышленный комплекс», ВЭД «Фармацевтическая и медицинская промышленность»	15	–	22	28	80
Доля предприятий, использующих нейросетевые АСУ	–	–	–	1,2	25
Примечание – Составлено автором на основе [73]					

В 2023–2024 гг. наблюдается устойчивый рост показателей цифровой зрелости промышленности РФ. К 2024 г. уровень цифровой зрелости основных производственных процессов достиг 58% (в 2021 г. этот показатель составлял 44%). По вспомогательным

процессам динамика также положительная: за тот же период – с 49% до 63%. Доля предприятий, оформивших цифровой паспорт в ГИСП, увеличилась до 42%.

Наибольший прогресс отмечен в сфере промышленного интернета вещей в химической и металлургической промышленности (68%), а также в технологиях цифровых двойников в легкой, фармацевтической и медицинской промышленности (28%).

Несмотря на позитивную динамику, уровень внедрения технологий предиктивной аналитики и машинного обучения в промышленности остается невысоким (5,5% в 2024 г.), что указывает на значительный потенциал роста данного направления. В то же время 22,7% предприятий машиностроения планируют автоматизировать учет в производстве в ближайшей перспективе.

Таким образом, общая тенденция цифровой трансформации промышленности РФ оценивается как позитивная с постепенным приближением к целевым показателям 2030 г. (85–99%).

В Сводной стратегии развития промышленности предусматривается увеличение доли внутренних затрат к 2030 г. на развитие цифровизации инновационной деятельности в 5 раз (рисунок 3.6).

Доля внутренних затрат на цифровизацию промышленности, %

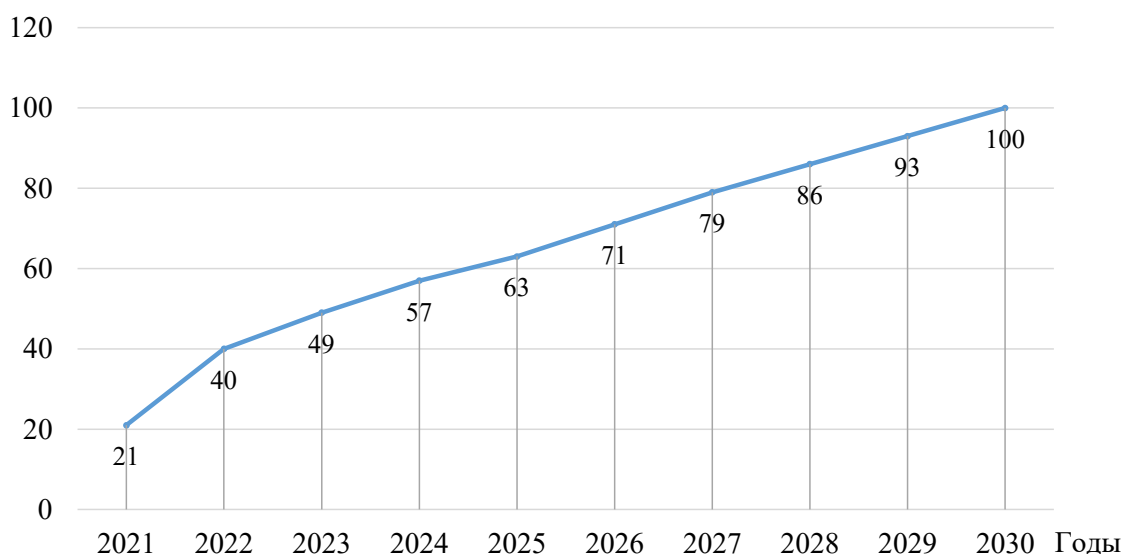


Рисунок 3.6 – Внутренние затраты на цифровизацию инновационной деятельности в промышленности

Примечание – Составлено автором на основе [297].

Структура инновационных затрат позволяет акцентировать внимание на динамике расходов, связанных с цифровизацией. В 2022 г. доля затрат на инновационную деятельность в обрабатывающей промышленности достигала 2,1% от общего объема отгруженной продукции [117]. При этом внутренние расходы на внедрение и обслуживание цифровых технологий на тех же предприятиях составили 305,8 млрд руб., что эквивалентно 0,46 п.п. [117]. Однако если увеличение цифровых затрат будет идти за счет других направлений инновационной деятельности, общий эффект от цифровизации вряд ли окажется значимым. Как справедливо отмечено в некоторых трудах [30], в такой логике мы продолжим «оцифровывать технологическую отсталость» вместо ее преодоления. Следовательно, общий рост инновационных расходов на фоне деформации их структуры может дать отрицательный результат и создать предпосылки для торможения инновационной активности на предприятиях.

С целью координации данных процессов в 2021 г. утверждена Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, ориентированная на достижение «цифровой зрелости» до 2024 г. и на перспективу до 2030 г. [12].

В 2024 г. стратегический вектор был пересмотрен под влиянием приоритетных установок национального проекта «Экономика данных». Актуализированная версия документа фиксирует комплекс целевых параметров.

На инфраструктурной платформе ГИСП предполагается развернуть биржу производственных мощностей – инструмент, обеспечивающий построение кооперационных цепочек между промышленными предприятиями. Реализация данной инициативы должна обеспечить повышение фондоотдачи на 50%.

Предиктивная аналитика рассматривается в качестве базового механизма снижения непроизводственных потерь: ее внедрение призвано сократить продолжительность вынужденных простоев производственных мощностей на 45%.

К приоритетным направлениям отнесено создание национальной системы сертификации, базирующейся на технологиях цифровых двойников. Ожидаемый эффект от ее внедрения выражается в сокращении сроков вывода высокотехнологичной продукции на рынок в 1,5 раза.

Дополнительным стратегическим ориентиром определено повышение внутренних затрат на цифровизацию до уровня 5,6% от валовой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности [12].

Сопоставительный анализ патентной активности российских предприятий и их зарубежных конкурентов представлен на рисунке 3.7.

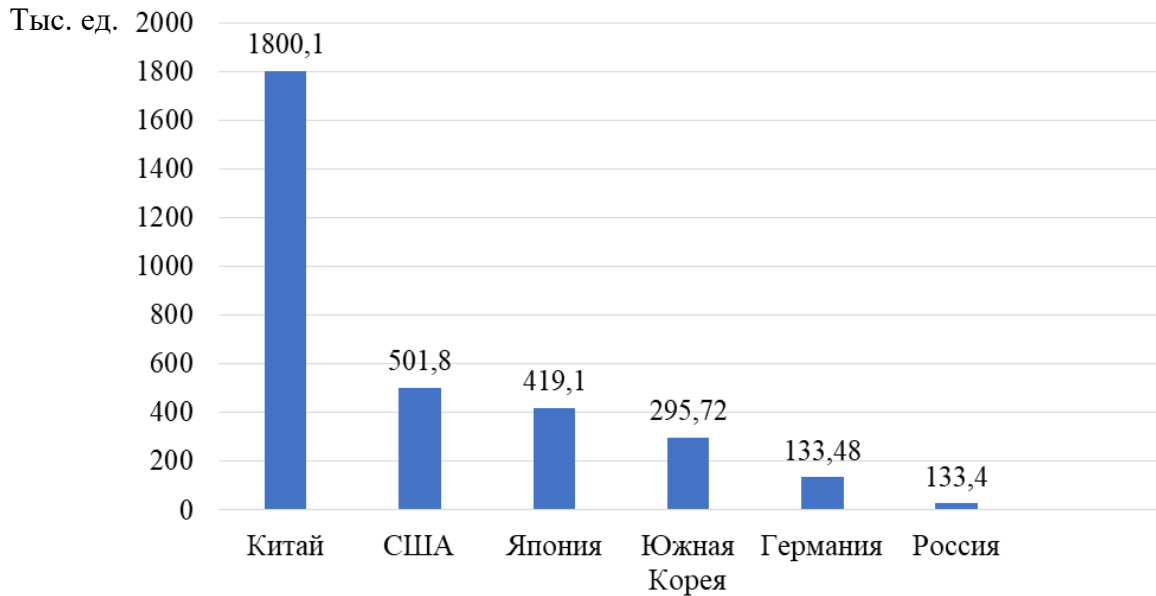


Рисунок 3.7 – Объем патентных заявок по странам-заявителям за 2024 г.

Примечание – Составлено автором на основе [382].

В 2024 г. глобальная патентная активность достигла исторического максимума – 3,7 млн заявок (+4,9% к 2023 г.). Лидерство сохраняют Китай (~1,8 млн заявок, 49,1% мирового объема), США (501,8 тыс.), Япония (419,1 тыс.), Республика Корея (295,7 тыс.) и Германия (133,5 тыс.).

Россия по итогам 2024 г. занимает 8-е место в мире с оценкой ~27 000 патентных заявок, что свидетельствует о сохранении инновационной активности в условиях санкционного давления. При этом по товарным знакам Россия входит в тройку мировых лидеров (559 436 заявок), что отражает высокую деловую активность и стремление к защите брендов на внутреннем рынке.

Степень патентной активности предприятий и организаций представляет собой основной показатель инновационной деятельности промышленных предприятий, отражающий конечные результаты инновационной деятельности. В сфере патентования сохраняется устойчивая проблемная конфигурация. Ряд

Таблица 3.10 – Поступление и выдача патентных заявок в РФ, ед.

[illegible]

Показатели патентной активности, приведенные в таблице 3.10, фиксируют устойчивый рост по всем основным объектам интеллектуальной собственности. Наиболее заметное увеличение наблюдается по полезным моделям и промышленным образцам, что отражает как усиление инновационной активности, так и адаптацию национальной патентной системы к изменившимся экономическим условиям. Показатели применения предприятиями промышленности охраняемых результатов интеллектуальной собственности отражены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Показатели использования промышленными предприятиями результатов интеллектуальной собственности, ед.

Показатели	2000	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Всего, в том числе:	5157	19 601	59 897	67 694	70 836	74 324	78 471
полезных моделей	753	4188	7098	7156	7168	6639	8532
изобретений	3864	10 663	20 636	21 890	20 667	23 406	21 608
промышленных образцов	529	1560	2825	2711	3259	5204	5471
баз данных	–	273	2517	3144	3917	5125	6493
программ для ЭВМ	10	2861	16 920	21 235	24 560	29 372	32 401
топологий интегральных микросхем	1	56	452	465	476	274	286
селекционных достижений	–	–	1222	1817	2008	н/д	н/д
ноу-хау			8227	9276	8781	н/д	н/д
* Годовой отчет Федеральной службы по интеллектуальной собственности за 2000–2024 гг. Примечание – Составлено автором							

В таблице 3.11 представлена динамика показателей, большинство из которых демонстрируют рост. Исключение составляют позиции, связанные с ноу-хау и изобретениями, – здесь прогресс не фиксируется.

Сложившиеся условия открыли перед предприятиями новые возможности для развития собственного бизнеса в ответ на текущие вызовы. Многие компании приступили к обновлению программного обеспечения и модернизации ИТ-инфраструктуры.

Рост числа программ для ЭВМ и баз данных (с 2861 в 2010 г. до 32 401 в 2024 г.) коррелирует с увеличением затрат на цифровую трансформацию ($r = 0,89$). Однако патентная активность по изобретениям растет медленнее, что может свидетельствовать о переориентации инновационной деятельности с

патентоспособных разработок на коммерциализацию ПО и баз данных в условиях импортозамещения.

Сегодня отечественные предприятия активно занимаются созданием и совершенствованием систем автоматизации и производственного управления. Одновременно идет внедрение технологий интернета вещей, облачных решений, а также инструментов, предназначенных для отслеживания состояния кадровых ресурсов и контроля над ходом инновационно-технологических процессов. Рынок демонстрирует повышение объемов инвестиций в проектирование, управление разработкой и подготовкой промышленного производства инновационных изделий, а также приложений, используемых в инженерном анализе.

Лидером рейтинга крупнейших IT-поставщиков в промышленности за 2024 г. стала компания «Softline». В топ-5 также вошли: ГК «Цифра», компании «Инфосистемы Джет», «ТерраЛинк» и «Айтеко». Суммарная выручка данных компаний в IT-технологии превысила 96 млрд руб. (рисунок 3.8).

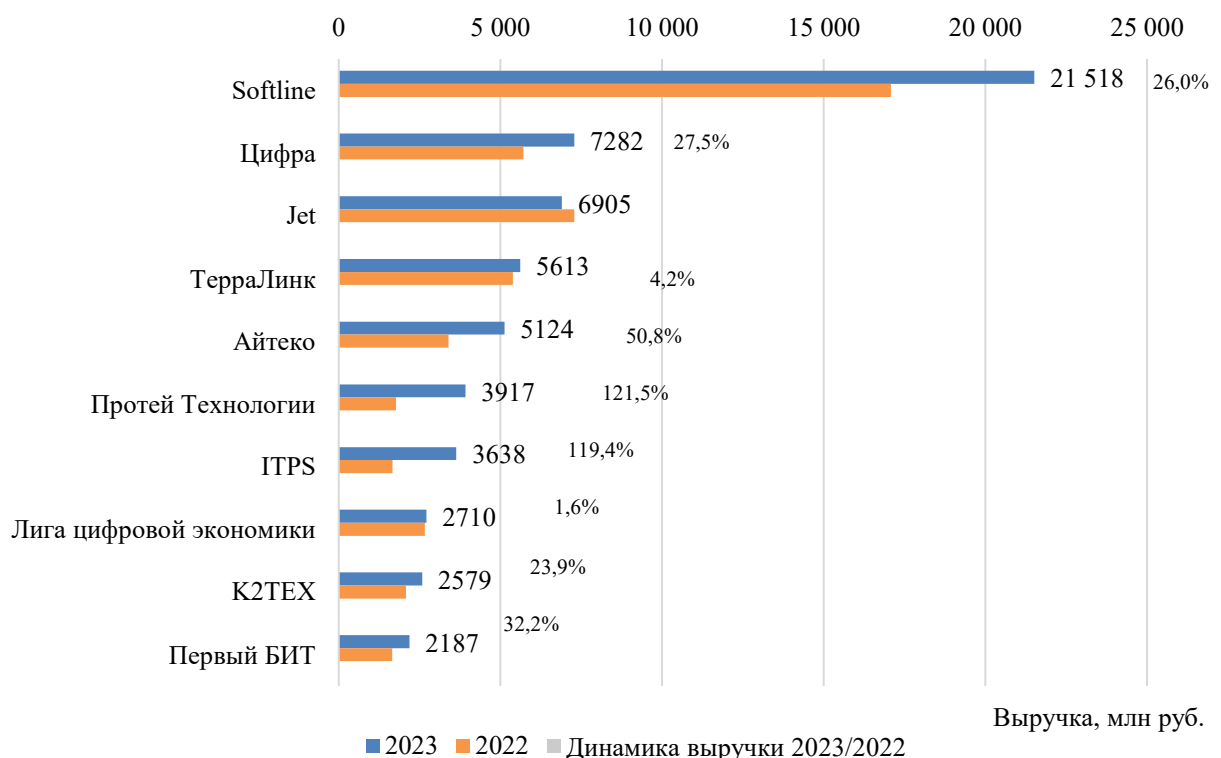


Рисунок 3.8 – Крупнейшие IT-поставщики в российской промышленности

Примечание – Составлено автором на основе [324].

Объем рынка IT-технологии продолжает расти. Значительный рост наблюдается в сегментах промышленного интернета вещей (IoT), роботизации, кибербезопасности и облачных технологий. Спрос на цифровые технологии для промышленности очень высок, особенно в секторе управления цепями поставок, где основное внимание уделяется задачам совместимости и интеграции нового ПО с другими системами управления предприятием (ERP, CRM и др.).

В 2024 г. большинство промышленных компаний начали замещение импортной IT-системы на российские аналоги. Отмечается повышение интереса к системам класса MES для управления производственными процессами. На рисунках 3.9–3.11 представлены IT-системы, внедряемые на отечественных промышленных предприятиях.

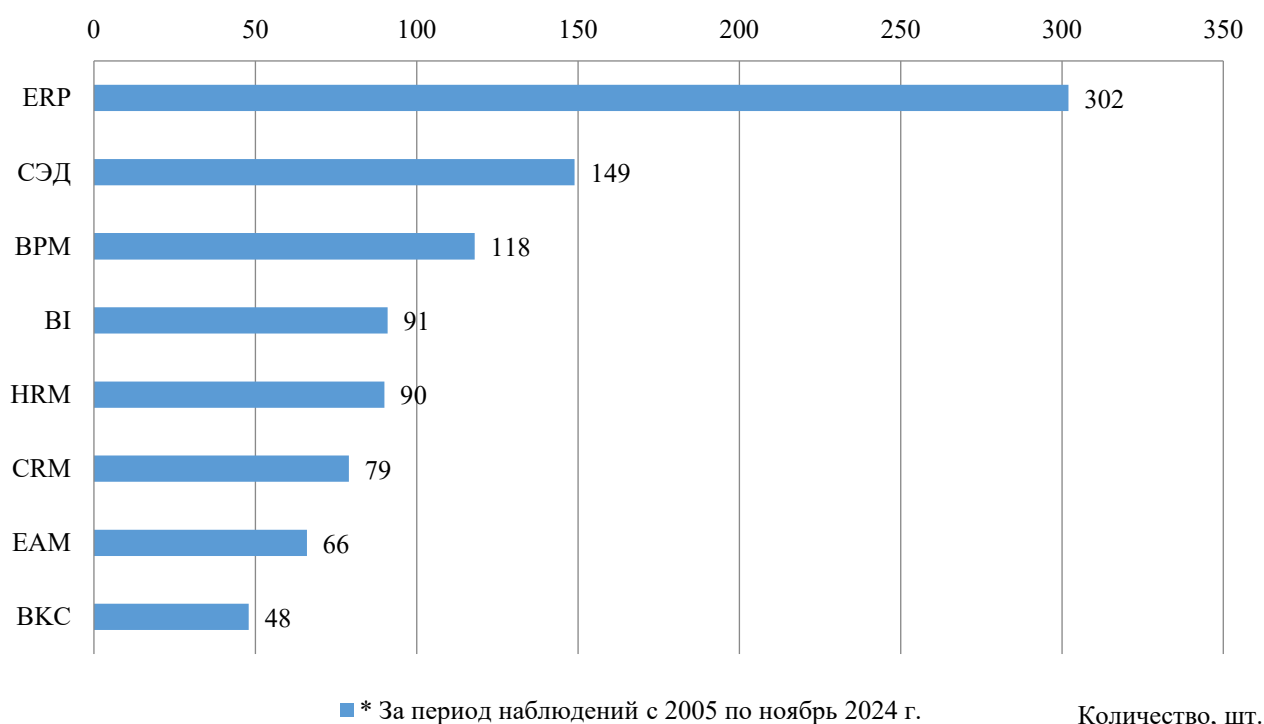


Рисунок 3.9 – IT-системы, внедряемые в российской металлургии

Примечание – Составлено автором на основе [324].

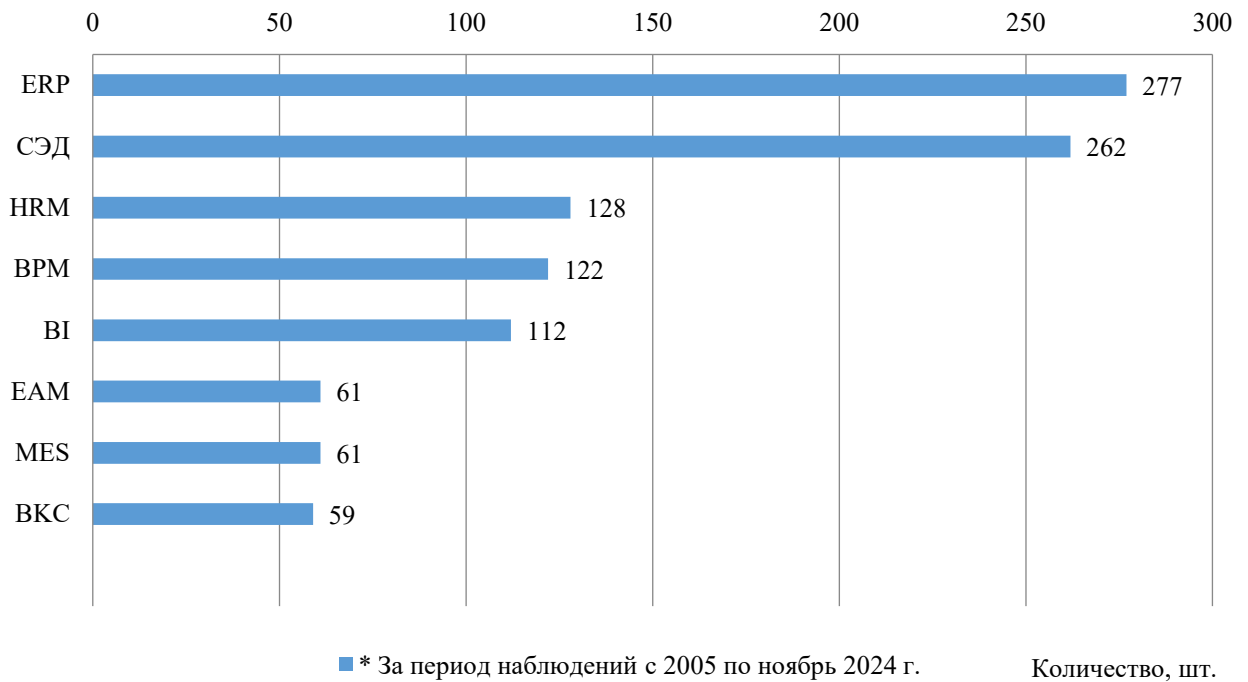


Рисунок 3.10 – ИТ-системы, внедряемые в российской нефтяной промышленности

Примечание – Составлено автором на основе [324].

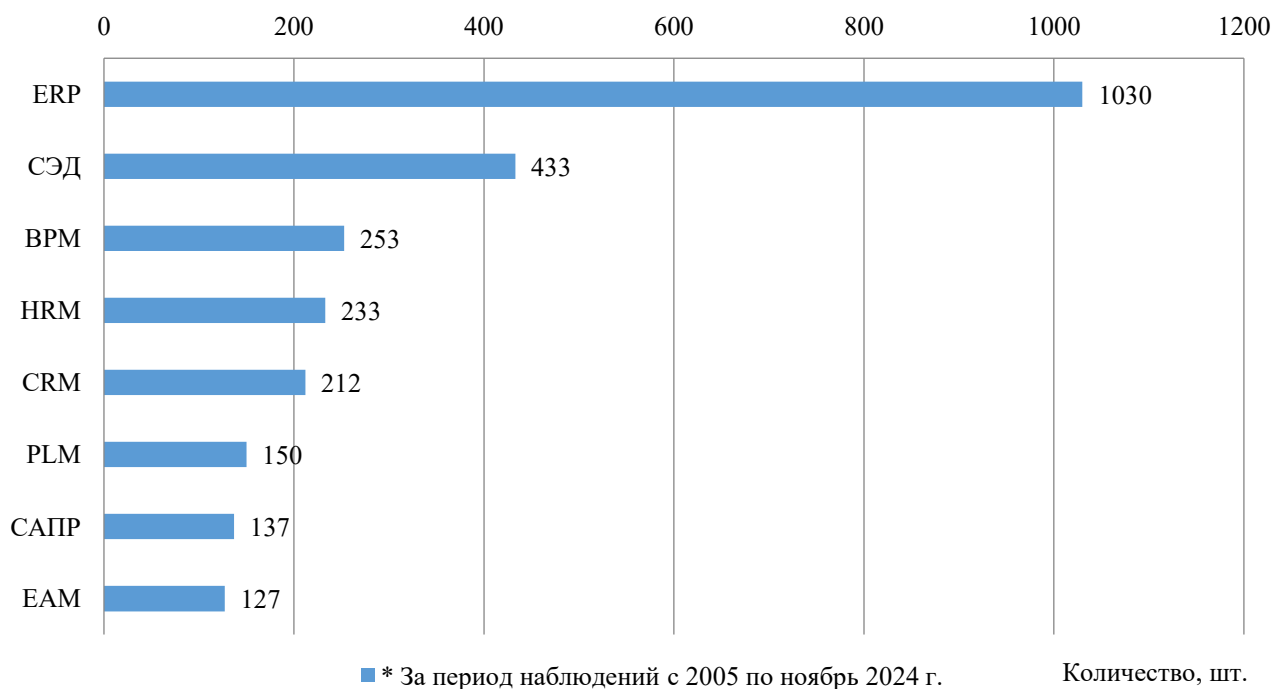


Рисунок 3.11 – ИТ-системы, внедряемые в российском машиностроении

Примечание – Составлено автором на основе [324].

Обобщая результаты проведенного анализа, можно сделать следующие
ВЫВОДЫ:

– Российская Федерация располагает значительным потенциалом для инновационной деятельности и цифровой трансформации промышленности: имеется собственная научная база, функционирует сектор НИОКР, присутствуют квалифицированные кадры, накоплены существенные заделы в инновационной сфере. Однако в условиях сложившейся геополитической обстановки по большинству показателей сохраняется отставание от ведущих промышленно развитых стран;

– в сфере инновационной деятельности промышленности за последние пять лет динамика основных показателей практически не изменилась. Это подтверждают позиции России в Глобальном инновационном индексе: в 2022 г. – 47-е место среди 132 стран, в 2024 г. – 59-е место;

– уровень цифровизации и внедрения IT-технологий в инновационную деятельность промышленного комплекса России демонстрирует положительную динамику, но остается на средних позициях;

– цифровизация экономики и развитие IT-отрасли заметно повысили значимость интеллектуальной собственности. В этих условиях, с учетом недружественных действий со стороны ряда зарубежных государств, приоритетное значение приобретает патентование отечественных разработок в дружественных юрисдикциях;

– в условиях международных санкций развитие цифровизации инновационной деятельности сегодня ориентируется на импортозамещение и создание отечественных аналогов продукции, которая перестала поступать на российский рынок;

– с учетом сложившейся ситуации в сфере цифровизации инновационной деятельности России требуется перейти к собственным IT-технологиям, повышающим технологический суверенитет государства. С 2024–2025 гг. данная задача решается в рамках национального проекта «Экономика данных»;

– показатели внедрения когнитивных технологий, включая нейросетевые автоматизированные системы управления, когнитивные оркестраторы и Edge

AI-устройства, в российской промышленности сохраняются на уровне ниже 2% и не находят отражения в официальной статистической отчетности. Данный факт указывает на наличие существенного разрыва между декларируемыми целями когнитивно-цифровой трансформации и фактическим состоянием инновационной деятельности в промышленном секторе.

В качестве примера успешного внедрения когнитивно-цифровых технологий на российских промышленных предприятиях можно привести использование нейросетевых систем компьютерного зрения для контроля качества продукции на ПАО «КАМАЗ»: в ходе пилотного проекта точность определения дефектов грунтовки достигла 87–94% [152]; внедрение предиктивной аналитики на основе машинного обучения на ПАО «Газпром нефть», позволяющей прогнозировать отказы оборудования с высокой точностью [212], а также применение цифровых двойников для оптимизации производственных процессов на ПАО «Северсталь», что обеспечило сокращение времени переналадки на 15%, а прирост EBITDA за счет цифровых технологий составил 8 млрд руб. [214]. Приведенные примеры подтверждают, что когнитивно-цифровые технологии активно используются в российской промышленности и дают измеримый экономический эффект.

3.2 Управление развитием цифровой среды инновационной деятельности промышленного комплекса

Инновационное развитие промышленных комплексов регионов РФ отражает их построение по инновационному типу, предполагая наличие внешних и внутренних условий их функционирования, определяемое инновационной средой. В широком смысле под средой функционирования понимается совокупность условий деятельности субъекта как экономического, так и социального, природного, технологического характера.

Управление развитием цифровой среды инновационной деятельности промышленного комплекса – это совокупность мер, направленных на создание условий для внедрения цифровых технологий, повышения конкурентоспособности и эффективности производства через инновации.

Субъектами управления инновационной средой предприятий промышленного комплекса являются государственные, транснациональные, региональные и корпоративные управленческие институты, топ-менеджмент предприятий, а также общество и мировые альянсы. Государство формирует нормативно-правовую базу, стимулирует инвестиции в НИОКР, поддерживает высокотехнологичные стартапы.

К целям управления инновационной средой предприятий промышленного комплекса относятся: повышение операционной эффективности, конкурентоспособности продуктов и услуг, качества бизнес-решений; реализация инновационных проектов на основе цифровых технологий; повышение «жизнеспособности» компании за счет цифровой, культурной и организационной трансформации.

Факторами, влияющими на управление инновационной средой предприятий промышленного комплекса, являются факторы, воздействующие на скорость цифровой трансформации. Среди них – внутренние способности организации

(процессы управления, наличие ресурсов, доступность технологий), уровень конкуренции в индустрии, доступность капитала, развитие законодательства.

Для управления используются цифровые технологии, непосредственно влияющие на жизненный цикл изделий и формирование единого информационного пространства управления данными о промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла; создание интегрированных информационных систем; реинжиниринг процессов управления с учетом цифрового вида. Основные виды таких технологий и варианты их использования представлены на рисунке 3.12.



Рисунок 3.12 – Инновационная среда предприятий промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

В теории управления внешняя и внутренняя среда компании представлена комплексом влияющих на нее факторов. Категория «инновационная среда...» в настоящее время широко исследуется отечественными учеными с точки зрения различных методологических подходов к ее функционированию, развитию, управлению и оценке. А.А. Нестеров [199], Т.Е. Шишкова [311], Ю.А. Кармышев, Н.В. Иванова [138]

и другие исследователи предлагают различные наборы компонентов инновационной среды, включая исследовательскую и образовательную подсистемы, инновационную инфраструктуру, административные ресурсы, интеллектуальные ресурсы, человеческий капитал и др. [88]. Обобщая существующие подходы, автор определяет инновационную среду как совокупность условий и факторов, обеспечивающих формирование эффективных взаимосвязей между субъектами-производителями инноваций, инвесторами, организациями инновационной инфраструктуры и институтами развития, необходимых для осуществления инновационной деятельности.

В научных трудах В.М. Трофимова отмечается слияние понятий «инновационная среда» и «инновационный климат» [274]. На основе сравнительного подхода В.М. Трофимов делает вывод о том, что различия между данными категориями прослеживаются из их классической трактовки: инновационный климат – это состояние инновационной среды в конкретный момент времени на локализованной территории, т.е. инновационный климат представляет собой совокупность внешних факторов, иницирующих или препятствующих достижению целей инновационной деятельности.

Ряд исследователей определяют понятие инновационной среды на основе использования институционального подхода. Данный подход обусловлен развитием инноваций и институтов в экономике: формирование и реализация инноваций – это результат деятельности формальных и неформальных институтов, а появление инноваций изменяет характер их взаимодействия [60]. В основе институционального подхода к формированию инновационной среды лежит совокупность инструментов, механизмов, методов и правил, регулирующих взаимодействие участников инновационной деятельности через систему институтов, ответственных за их создание и реализацию [90].

Ю.А. Кармышев и Н.В. Иванова обосновывают коммуникационный подход к формированию инновационной среды, определяя ее как «взаимодействие внешнего окружения (мега-, макро- и мезоуровней), НИС и РИС, обусловленных совокупностью экономических, управленческих и финансовых отношений,

формирующих инновационное поведение промышленных предприятий и конкурентоспособное инновационное развитие» [138].

Таким образом, инновационная среда представляет собой среду по формированию эффективных взаимосвязей субъектов-производителей инноваций, инвесторов, организаций инновационной инфраструктуры, институтов развития для осуществления инновационной деятельности.

Системный подход дефиниции «инновационная среда» приближает ее к понятию инновационной инфраструктуры, а также к понятиям региональной инновационной системы (РИС) и национальной инновационной системы (НИС), что представляется ее компонентами.

Цифровая среда инновационной деятельности являет собой среду (окружение), в которой осуществляется взаимодействие субъектов инновационной деятельности на основе технологических элементов, включая ИКТ, облачные технологии, инновационную инфраструктуру, центры обработки данных, сети датчиков и камер слежения, платформы и приложения, ресурсную базу промышленных предприятий как друг с другом, так и с ресурсами инновационной деятельности [88].

В контексте данного исследования важно разграничить понятия «инновационная среда» и «цифровая среда инновационной деятельности». Инновационная среда представляет собой совокупность всех условий и факторов (экономических, социальных, технологических, институциональных), обеспечивающих создание, распространение и коммерциализацию инноваций. Цифровая среда инновационной деятельности является ее составной частью и включает в себя те элементы инновационной среды, которые связаны с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), цифровых платформ, облачных сервисов, искусственного интеллекта, интернета вещей и других цифровых инструментов, обеспечивающих взаимодействие субъектов инновационной деятельности и оптимизацию инновационных процессов. Иными словами, цифровая среда – это технологическая подсистема инновационной среды, отвечающая за цифровую коммуникацию, обработку данных и автоматизацию инновационных процессов. Таким образом, получаем:

Инновационная среда = цифровая среда + институциональная среда +
+ социально-экономическая среда + инфраструктурная среда.

Цифровая среда инновационной деятельности промышленных комплексов регионов подразумевает под собой формирование и развитие многоуровневой интегрированной IT-инфраструктуры, способствующей преобразованию бизнес-процессов в оптимизации функционирования, изменению используемых моделей и методов взаимодействия между субъектами цепочек формирования добавленной стоимости.

Актуальность управления развитием цифровой среды инновационной деятельности промышленных комплексов субъектов РФ представлена следующими положениями:

– ключевыми факторами инновационного развития предприятий промышленного комплекса выступают благоприятная среда для развития инноваций и привлекательный инновационный климат, обеспечивающие инвестиционную привлекательность; преобразование идей и разработок в продукты, востребованные рынком; внедрение данных продуктов в отрасли экономики и социальную сферу. Отсюда: формирование и развитие цифровой среды инновационной деятельности выступают важнейшим условием роста качества жизни населения, повышения эффективности, конкурентоспособности и безопасности государства в целом;

– цифровая среда инновационной деятельности обеспечивает модернизацию промышленных комплексов и сопровождается трансформацией в соответствии с уровнем развития цифровой экономики. В данном контексте управление развитием цифровой среды инновационной деятельности промышленного комплекса субъектов РФ представляет собой важную народнохозяйственную задачу устойчивого функционирования промышленного комплекса РФ.

Значимость трансформации цифровой среды инновационной деятельности промышленных комплексов субъектов РФ отражается рядом характеристик:

- скорость преобразований – временная характеристика;
- территориальный охват – пространственная характеристика;
- непрерывность процесса преобразований – характеристика этапов;

– субъектный состав – участники преобразований [215].

В настоящее время основными факторами влияния на цифровую среду инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса выступают:

– увеличение объемов мирового рынка VR-технологий в промышленной деятельности. За 2024 г. затраты на организацию технологий виртуальной реальности в промышленности достигли 6,78 млрд долл., что на 16% больше, чем в 2023 г. (5,83 млрд долл.) [378];

– увеличение объемов мирового рынка технологий «умного производства». За 2023 г. объемы рынка выросли на 5% и достигли 1,67 трлн долл. (в 2022-м объем составлял 1,6 трлн долл.);

– изменение рыночных тенденций и предпочтений клиентов. На основе использования аналитики больших данных предприятия получают необходимую информацию о данных изменениях в целях осуществления необходимых маркетинговых мероприятий и внесения корректировок в стратегическое планирование;

– влияние ключевых драйверов IT-технологий, в том числе технологий искусственного интеллекта, технологий интернета вещей (IoT), инструментов предиктивной аналитики. В 2023 г. промышленный интернет вещей обеспечил выручку в объеме 450 млрд долл., тогда как IT-решения – около 400 млрд долл., а аналитика больших данных – около 300 млрд долл. Вклад облачных технологий оценивается в 523,36 млрд долл. [324].

Под термином «Smart Industry» подразумевается интегрированная совокупность цифровых технологических решений, ориентированных на промышленный сектор. Внедрение данного комплекса обеспечивает непрерывный сбор, мониторинг и аналитическую обработку данных в масштабе реального времени, что создает предпосылки для повышения операционной эффективности производства и существенного снижения уровня ошибок, детерминированных человеческим фактором. Получаемая информация на базе использования Smart Industry позволяет сделать более обоснованными процессы управления.

В целом статистика Smart Industry подчеркивает устойчивое развитие данного рынка, а показатели развития отражают продолжающуюся эволюцию

интеллектуальных результатов. За 2024 г. выручка в сегменте Smart Industry оценивается в 1,75 трлн долл. В дальнейшем среднегодовой темп роста (показатель CAGR) достигнет 4,56%. Таким образом, к 2032 г. затраты в мировом масштабе повысятся до 2,5 трлн долл. (рисунок 3.13). При этом понятие Smart Industry (умная промышленность) шире, чем Smart Manufacturing (умное производство), и включает в себя помимо производственных процессов также цепочки поставок, логистику и сервисную экосистему.

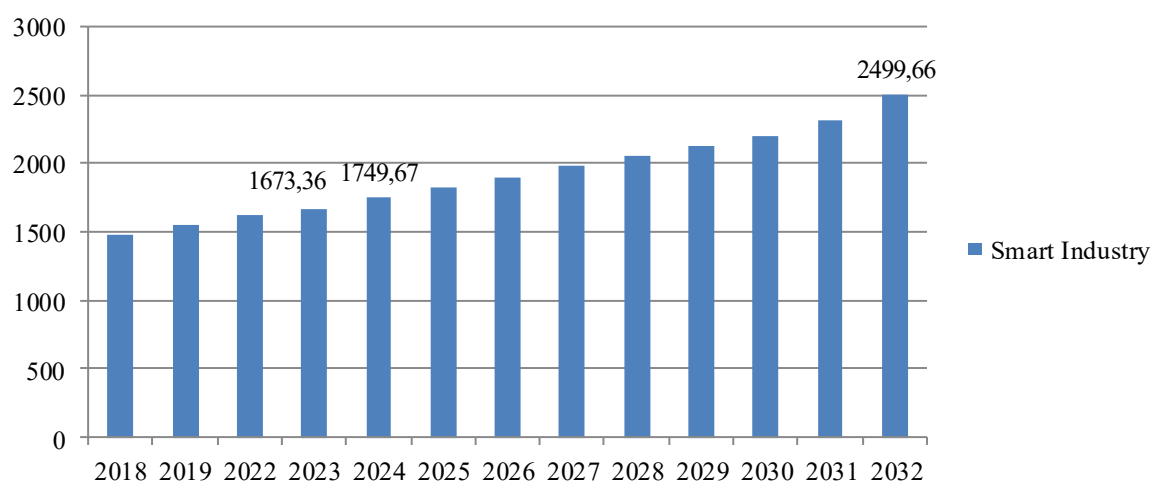


Рисунок 3.13 – Динамика развития Smart Industry в промышленности

Примечание – Составлено автором на основе [324].

В октябре 2023 г. Институтом статистических исследований и экономики знаний (НИУ ВШЭ) было проведено исследование, в котором представлены направления развития цифровой среды инновационной деятельности в промышленности. Основные тренды отражают внедрение цифровых решений в промышленности и повышение эффективности инновационной деятельности на их основе. Такое направление, как роботизация, совмещает в себе обе характеристики и находится на стыке видов оборудования и технологий.

К основным преимуществам цифровой среды инновационной деятельности относятся: повышение функциональности вновь производимого оборудования, автоматизация инновационных процессов, снижение влияния человеческого фактора, повышение объемов производства и качества продукции, увеличение

скорости ее производства, сокращение операционных и транзакционных издержек (таблица 1 Приложения В).

На основании таблицы выделим ключевые направления развития цифровой среды инновационной деятельности в промышленности (рисунок 3.14).



Рисунок 3.14 – Ключевые направления развития цифровой инновационной среды промышленного комплекса РФ

Примечание – Разработано автором.

В связи с вышеизложенным требуется формирование модели управления цифровой средой инновационной деятельности промышленных комплексов. Содержание управления цифровой средой инновационной деятельности предприятий рассматривается «в качестве целенаправленного воздействия иницирующих, формирующих субъектов по шести направлениям (ценности, институты, зрелость отраслей, инфраструктура, технологии, человеческий капитал)

с целью повышения уровня и качества жизни, экономической эффективности, конкурентоспособности и безопасности» [138].

Реализация управляющего воздействия в рамках инновационной деятельности предполагает задействование полного спектра управленческих функций. В их числе – прогностическое моделирование будущих состояний системы, стратегическое целеполагание, организационное проектирование, координация взаимодействия участников, мотивация и стимулирование трудовой активности, а также системный контроль и мониторинг протекания инновационных процессов на всех стадиях их реализации. В рамках Индустрии 4.0 под моделью управления цифровой средой инновационной деятельности промышленных комплексов понимается совокупность принципов, функций, методов и инструментов, при помощи которых на основе целенаправленного управления субъектами инновационной деятельности промышленный комплекс получает наилучший режим функционирования. В условиях перехода к Индустрии 5.0 и Индустрии 6.0 автором предлагается построить модель управления цифровой средой инновационной деятельности промышленных комплексов на базе «гибких производственных систем». Данный подход предполагает гибкое управление средствами информационной техники и технологическим оборудованием, включающим в себя гибкие производственные модули (компоненты), автоматизированные системы управления технологическими процессами и системы обеспечения функционирования, а также автоматизированную переналадку технологий и оборудования при изменении производственных программ. В качестве основного инструментария управления цифровой средой инновационной деятельности предлагается использовать гибкую методологию Agile, представляющую собой подход к управлению инновационными проектами с целью увеличения скорости создания инноваций с минимальными рисками и ошибками при осуществлении проекта.

В настоящее время Agile-методология адаптируется для управления проектами в области искусственного интеллекта и цифровой трансформации. Модель

управления цифровой средой инновационной деятельности промышленного комплекса РФ представлена на рисунке 3.15.

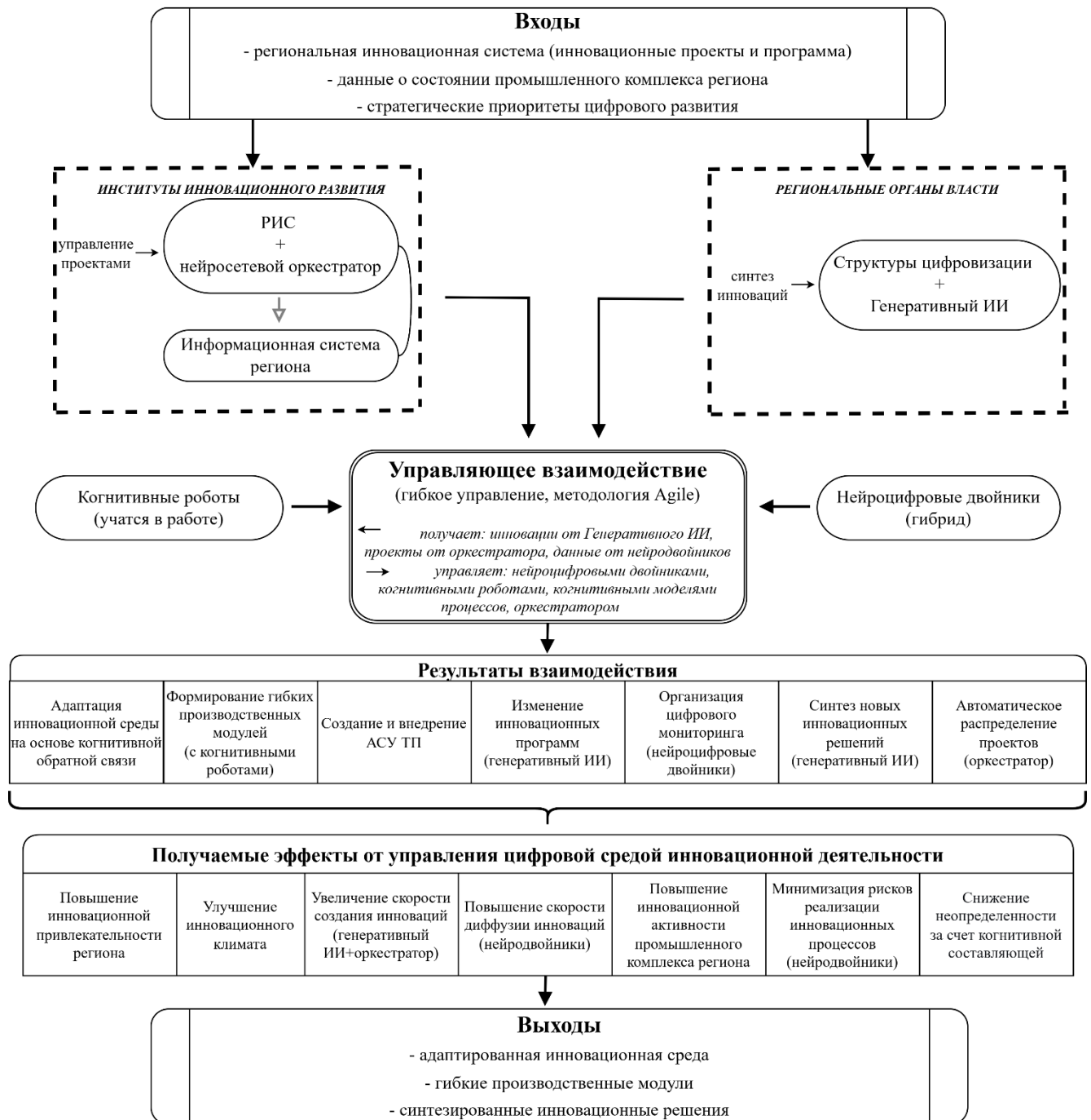


Рисунок 3.15 – Модель управления цифровой средой инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

В модели в качестве основного средства автоматизации инновационных процессов, позволяющего значительно нарастить гибкость, выступают цифровые двойники и промышленные роботы, использующиеся в качестве вспомогательного

или основного оборудования [21]. Перспективы развития гибких технологий также связаны с использованием аддитивных технологий (АТ).

Основным инструментом управления цифровой средой инновационной деятельности предлагается использовать технологии искусственного интеллекта, которые снижают влияние человеческого фактора, уменьшают риски и ошибки реализации проектов, а также финансовые и временные затраты. Для оптимизации управления, по мнению автора, необходимо создать центр управления инновационной средой с использованием цифровых двойников при принятии управленческих решений с учетом всех компонентов информационной среды. Основой центра управления выступают базы данных, облачные вычисления, IT-технологии (рисунок 3.16).

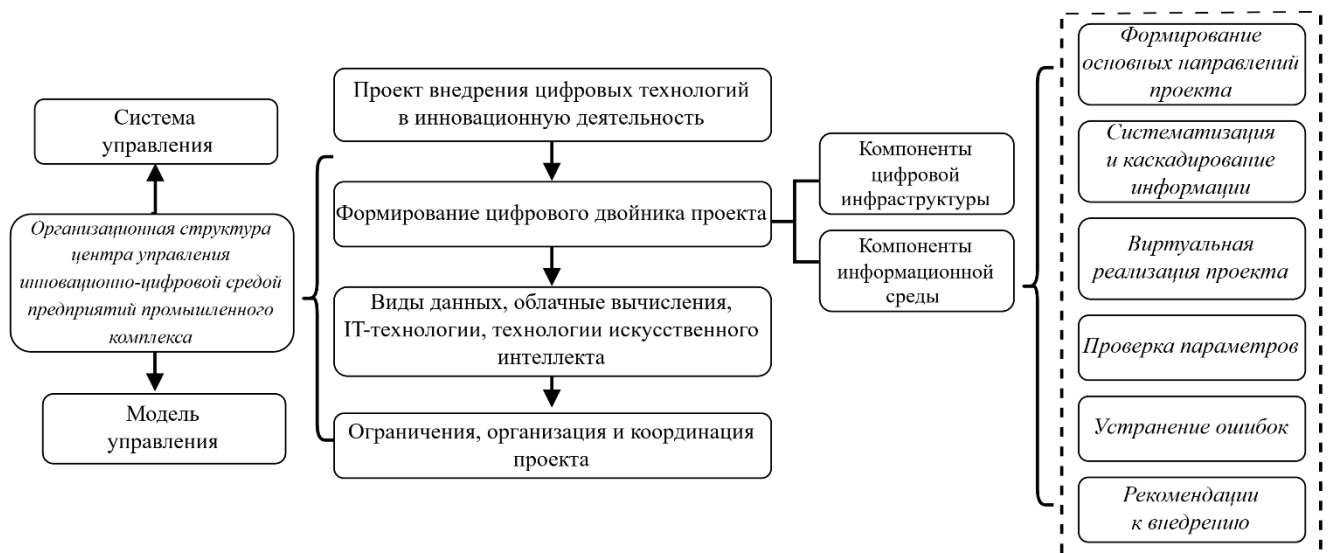


Рисунок 3.16 – Центр управления инновационной средой предприятий промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

Управленческие функции в центре управления представлены связанной между собой информацией, отражающей реализацию проекта цифровизации инновационной деятельности и позволяющей организованно и скоординированно осуществлять процессы управления участниками команды проекта.

Структура центра управления проектами внедрения цифровизации на промышленных предприятиях отражает все циклы реальной схемы реализации

проекта с оцифровкой основных технологий его осуществления. На входе проекта создаются требования к ограничениям, организации и координации проекта, разрабатываются все необходимые параметры для его реализации и контроля в виртуальном режиме. Главные ограничения представлены ресурсными ограничениями, включающими в себя производственные, инновационные, технологические, кадровые, эксплуатационные и др.

Блок каскадирования и систематизации информации осуществляет интеграцию информационных данных и параметров проекта и распределение их пользователям и потребителям.

Основным преимуществом создания центра управления проектами внедрения цифровизации на промышленных предприятиях выступает то, что он предоставляет команде по цифровизации возможность по своевременной оптимизации и корректировке проекта, позволяет определить и устранить ошибки до его практической эксплуатации.

При реализации государственной стратегии, ориентированной на усиление технологического суверенитета и проведение крупномасштабных проектов в области обеспечения технологической независимости, которые затрагивают ключевые векторы инновационной активности промышленного сектора, на передний план выходят задачи управления и координации комплекса мер по развитию цифровой среды инновационной деятельности. Именно эти аспекты приобретают в текущих условиях решающее значение для достижения поставленных целей. В рамках национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» планируется создание сети региональных центров управления цифровой трансформацией промышленности. Данные центры призваны обеспечить координацию процессов цифровизации промышленных предприятий, методическую поддержку внедрения сквозных цифровых технологий, мониторинг достижения показателей цифровой зрелости, а также содействие в импортозамещении промышленного программного обеспечения и подготовке кадров для цифровой экономики. Функционирование центров предполагает взаимодействие федеральных органов власти: Минцифры РФ, Минпромторг РФ, региональные администрации и промышленные предприятия [14].

3.3 Модель и методика оценки эффективности процессов когнитивно-цифровой трансформации на предприятиях промышленного комплекса при освоении производственных мощностей

В условиях высокой конкуренции внедрение цифровых технологий рассматривается как один из факторов устойчивого развития бизнеса. В данном контексте автором разработана модель оценки эффективности процессов когнитивно-цифровой трансформации в промышленности РФ.

В отличие от статической модели параграфа 2.3, где Q_t описывается логистическим уравнением, в данном разделе используется динамическая модель освоения производственных мощностей на основе дифференциальных уравнений баланса. Это позволяет анализировать долгосрочный переход предприятия на новый технологический уклад, а не только реакцию на точечные инновационные воздействия.

Пусть на некотором временном интервале рассматриваемое производственное предприятие осуществляет КЦТ определенных компонентов производства. Предполагается, что успешная реализация КЦТ может привести к увеличению выпуска продукции и снижению производственных издержек по сравнению с траекторией при отсутствии трансформации. Предлагаемая модель позволяет зафиксировать наличие или отсутствие указанных эффектов путем сравнения параметров производственных функций «до» и «после» внедрения.

Это означает, что до цифровой трансформации выпуск продукции предприятия отражался одной производственной функцией, а после завершения цифровой трансформации выпуск продукции предприятия отражается уже другой (более эффективной) производственной функцией.

На этапе, предшествующем внедрению технологий КЦТ, совокупный объем издержек предприятия описывался одной функциональной зависимостью. По завершении цифровой трансформации указанный показатель продемонстрировал устойчивое снижение, что обусловило переход к иной

функции издержек, отражающей изменившиеся условия хозяйствования. В параграфе 2.3 был введен показатель Q – агрегированный фактор производства, который объединяет все используемые предприятием ресурсы: основной капитал, трудовые ресурсы, материалы, цифровые технологии и интеллектуальные активы. Для описания объемов выпускаемой продукции предлагается использовать две однофакторные производственные функции Кобба – Дугласа:

$$V_N = P_N \cdot Q^{a_N}. \quad (3.1)$$

До момента внедрения когнитивно-цифровых технологий объем производства предприятия описывается функцией (3.1), в которой параметр a_N , принимающий значения в интервале $(0; 1)$, определяет эластичность выпуска V_N по ресурсному фактору Q , а показатель P_N отражает стоимость продукции, полученной с единицы данного ресурса. На этапе после осуществления КЦТ производственная функция принимает вид (3.2), где a_F ($0 < a_F < 1$) характеризует эластичность выпуска V_F по тому же фактору Q , а P_F – стоимость единицы продукции, производимой с его использованием.

$$V_F = P_F \cdot Q^{a_F}. \quad (3.2)$$

Объемы переменных издержек производственного процесса предприятия до начала КЦТ задаются формулой:

$$TC_N = H_N \cdot Q + TFC. \quad (3.3)$$

Объемы переменных издержек производственного процесса предприятия после завершения КЦТ задаются формулой:

$$TC_F = H_F \cdot Q + TFC. \quad (3.4)$$

Переход от параметров P_N , a_N , H_N к P_F , a_F , H_F отражает внедрение когнитивных технологий в производственный процесс. В рамках КЦТ к таким технологиям относятся: нейросетевое прогнозирование спроса и отказов оборудования, когнитивные оркестраторы производственных заданий, системы поддержки принятия решений на основе машинного обучения, а также промышленный интернет вещей с элементами искусственного интеллекта.

Внедрение указанных технологий приводит:

- к росту эластичности выпуска по ресурсу $a_F > a_N$ за счет оптимизации использования производственных мощностей с помощью ИИ-алгоритмов;
- снижению удельных переменных издержек $H_F < H_N$ благодаря предиктивной аналитике и автоматизации;
- увеличению ценовой эффективности $P_F > P_N$ вследствие повышения качества и конкурентоспособности продукции.

Таким образом, модель параметрически фиксирует эффекты от когнитивно-цифровой трансформации, не требуя явного введения дополнительных переменных для каждой технологии.

Объемы прибыли, получаемой предприятием до начала КЦТ, отражаются формулой $PR_N = V_N - TC_N$ с помощью формул (3.1), (3.3) и записываются в виде:

$$PR_N = P_N \cdot Q^{a_N} - H_N \cdot Q - TFC. \quad (3.5)$$

Объемы прибыли, получаемой предприятием после завершения КЦТ, отражаются как $PR_F = V_F - TC_F$ с помощью формул (3.2), (3.4) и принимают вид:

$$PR_F = P_F \cdot Q^{a_F} - H_F \cdot Q - TFC. \quad (3.6)$$

На рисунке 3.17 графически визуализированы производственные функции, полученные по формулам (3.1) и (3.2).

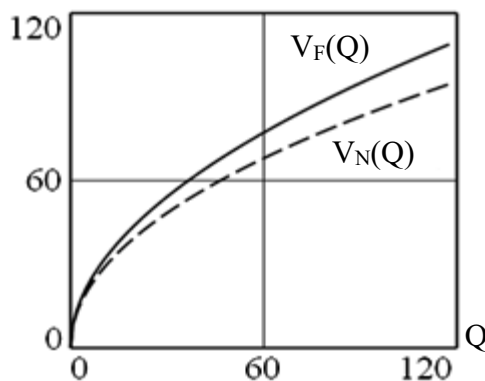


Рисунок 3.17 – Графики производственных функций, построенные по формулам (3.1) и (3.2)*

* Расчетные значения: $P_N = 10$; $a_N = 0,49$; $P_F = 10,5$; $a_F = 0,51$.

Примечание – Разработано автором.

Динамика издержек, исчисленных по формулам (3.3) и (3.4), визуализирована на рисунке 3.18.

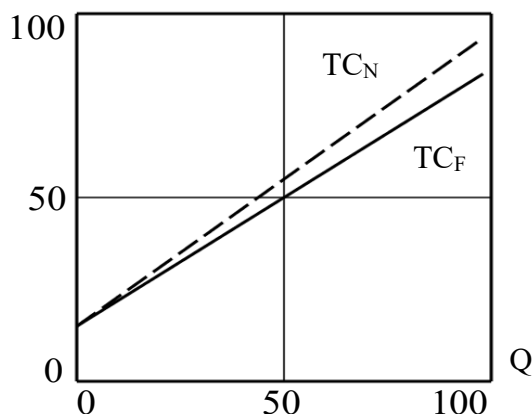


Рисунок 3.18 – Графики издержек, построенные по формулам (3.3) и (3.4)*

* Расчетные значения: $H_N = 0,8$; $H_F = 0,7$; $TFC = 15$.

Примечание – Разработано автором.

Функциональные зависимости прибыли, рассчитанные по формулам (3.5) и (3.6), представлены в графическом виде на рисунке 3.19.

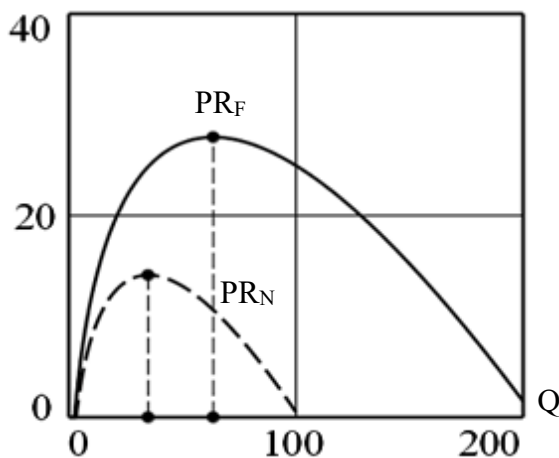


Рисунок 3.19 – Графики прибыли, построенные по формулам (3.5) и (3.6)*

* Расчетные значения: $P_N = 10$; $a_N = 0,49$; $P_F = 10,5$; $a_F = 0,5$; $H_N = 0,8$; $H_F = 0,7$; $TFC = 15$.

Примечание – Разработано автором.

Оптимальный объем ресурса $Q_N^{\max}$ соответствует максимуму прибыли $PR_N^{\max}$ и $PR_F^{\max}$ и определяется из условия первого порядка:

$$\frac{dPR_N}{dQ} = a_N \cdot P_N \cdot Q^{a_N-1} - H_N = 0. \quad (3.7)$$

Решение уравнения (3.7) имеет вид:

$$Q_N^{\max} = \left(\frac{a_N \cdot P_N}{H_N} \right)^{\frac{1}{1-a_N}}. \quad (3.8)$$

Максимальная прибыль предприятия до начала его КЦТ вычисляется по формуле:

$$PR_N^{\max} = P_N \cdot \left(\frac{a_N \cdot P_N}{H_N} \right)^{\frac{a_N}{1-a_N}} - H_N \left(\frac{a_N \cdot P_N}{H_N} \right)^{\frac{1}{1-a_N}} - TFC. \quad (3.9)$$

Аналогично для периода после завершения КЦТ оптимальный объем ресурса $Q_F^{\max}$ определяется из условия:

$$\frac{dPR_F}{dQ} = a_F \cdot P_F \cdot Q^{a_F-1} - H_F = 0. \quad (3.10)$$

Решение уравнения (3.10) имеет вид:

$$Q_F^{\max} = \left(\frac{a_F \cdot P_F}{H_F} \right)^{\frac{1}{1-a_F}}. \quad (3.11)$$

Максимальная прибыль предприятия после завершения КЦТ вычисляется по формуле:

$$PR_F^{\max} = P_F \cdot \left(\frac{a_F \cdot P_F}{H_F} \right)^{\frac{a_F}{1-a_F}} - H_F \left(\frac{a_F \cdot P_F}{H_F} \right)^{\frac{1}{1-a_F}} - TFC. \quad (3.12)$$

Перейдем к анализу динамики освоения предприятием оптимального уровня производственной мощности. Для этого составим соответствующее дифференциальное уравнение баланса.

Объемы факторов производства $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$ рассматриваются как непрерывно дифференцируемые и ограниченные функции времени t на полуоси $(0 \leq t \leq \infty)$. В качестве единицы измерения времени принимается период, соответствующий рыночной динамике – месяц, квартал или год.

Ограниченные функции $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$ удовлетворяют неравенствам:

$$Q_N^{\min} \leq Q_N(t) \leq Q_N^{\max}$$

$$Q_F^{\min} \leq Q_F(t) \leq Q_F^{\max},$$

где $Q_N^{\min}$, $Q_F^{\min}$ – точные нижние грани значений факторов производства;

$Q_N^{\max}$, $Q_F^{\max}$ – точные верхние грани значений факторов производства, вычисленные по формулам (3.8) и (3.11).

Для отслеживания динамики освоения предприятием оптимальной производственной мощности запишем уравнения балансов для объемов факторов производства $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$.

За малый промежуток времени Δt объемы факторов производства предприятия $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$ изменятся на величины приращений:

$$\Delta Q_N(t) = Q_N(t + \Delta t) - Q_N(t) ,$$

$$\Delta Q_F(t) = Q_F(t + \Delta t) - Q_F(t).$$

В рамках предлагаемой модели принимается, что приращение ресурсных факторов $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$ находится в прямой пропорциональной зависимости от двух групп параметров. Первая из них – недоиспользованные производственные мощности, определяемые как разность между максимально возможным и фактическим объемами выпуска $(V_N^{\max} - V_N(t))$, $(V_F^{\max} - V_F(t))$, соответственно. Вторая группа – объем ресурсов, уже задействованных к моменту времени t , исчисляемый как разность между текущим и предельным значениями ресурсного фактора: $(Q_N(t) - Q_N^{\max})$, $(Q_F(t) - Q_F^{\max})$,

$$\Delta Q_N(t) = \lambda_N \cdot (V_N^{\max} - V_N(t)) \cdot (Q_N(t) - Q_N^{\max}) \cdot \Delta t. \quad (3.13)$$

$$\Delta Q_F(t) = \lambda_F \cdot (V_F^{\max} - V_F(t)) \cdot (Q_F(t) - Q_F^{\max}) \cdot \Delta t. \quad (3.14)$$

Коэффициенты пропорциональности λ_N и λ_F задают интенсивность, с которой предприятие осваивает производственные мощности применительно к ресурсным факторам $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$. Иными словами, данные параметры определяют скорость наращивания использования производственного потенциала в разрезе каждого из рассматриваемых ресурсов.

Выполняя в соотношениях (3.13) и (3.14) предельный переход при стремлении Δt к нулю, получаем систему дифференциальных уравнений, описывающих динамику освоения производственной мощности предприятием в двух состояниях – на этапе, предшествующем когнитивно-цифровой трансформации, и на этапе, следующем за ее завершением:

$$\frac{dQ_N(t)}{dt} = \lambda_N \cdot (V_N^{\max} - V_N(t)) \cdot (Q_N(t) - Q_N^{\max}). \quad (3.15)$$

$$\frac{dQ_F(t)}{dt} = \lambda_F \cdot (V_F^{\max} - V_F(t)) \cdot (Q_F(t) - Q_F^{\max}). \quad (3.16)$$

Выполнив подстановку формул (3.1) и (3.2) в уравнения (3.15) и (3.16), приходим к следующему виду:

$$\frac{dQ_N(t)}{dt} = \lambda_N \cdot P_N \cdot ((Q_N^{\max})^{a_N} - (Q_N(t))^{a_N}) \cdot (Q_N(t) - Q_N^{\max}). \quad (3.17)$$

$$\frac{dQ_F(t)}{dt} = \lambda_F \cdot P_F \cdot ((Q_F^{\max})^{a_F} - (Q_F(t))^{a_F}) \cdot (Q_F(t) - Q_F^{\max}). \quad (3.18)$$

В общем виде нелинейные дифференциальные уравнения (3.17) и (3.18) не поддаются аналитическому решению. Их решение возможно лишь с применением численных методов. В данной работе численное решение задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20) выполнено методом Рунге–Кутты 4-го порядка с фиксированным шагом интегрирования $\Delta t = 0,01$. Расчеты реализованы в среде MATLAB R2024a (функция ode45). Параметры моделей идентифицированы по данным таблицы с использованием метода наименьших квадратов.

Начальные условия для уравнений (3.17) и (3.18) определены соотношениями:

$$Q_N|_{t=t_N} = \frac{Q_N^{\min} + Q_N^{\max}}{2}. \quad (3.19)$$

$$Q_F|_{t=t_F} = \frac{Q_F^{\min} + Q_F^{\max}}{2}. \quad (3.20)$$

Следует отметить, что до начала КЦТ предприятия динамика изменений производственного фактора $Q(t)$ описывается задачами Коши (3.17), (3.19), а после завершения его КЦТ динамика изменений производственного фактора $Q(t)$ описывается задачами Коши (3.18), (3.20).

Для плавного перемещения производственного фактора $Q(t)$, продукции $V(t)$, издержек $TC(t)$ и прибыли $PR(t)$ с одной траектории на другую целесообразно ввести логистические функции перехода:

$$\begin{cases} H_Q = \frac{1}{1+e^{-\mu_Q \cdot (t-t_Q)}} \\ H_V = \frac{1}{1+e^{-\mu_V \cdot (t-t_V)}} \\ H_{TC} = \frac{1}{1+e^{-\mu_{TC} \cdot (t-t_{TC})}} \\ H_{PR} = \frac{1}{1+e^{-\mu_{PR} \cdot (t-t_{PR})}} \end{cases}. \quad (3.21)$$

Здесь параметр μ для каждого показателя определяет крутизну (скорость) перехода с одной траектории на другую: чем больше μ , тем быстрее происходит

переход. Параметр t задает середину интервала перехода – момент времени, в который функция перехода принимает значение 0,5.

Формула для плавного перемещения производственного фактора $Q(t)$ с одной траектории на другую принимает вид:

$$Q_t = Q_F(t) \cdot H_Q(t) + Q_N(t) \cdot (1 - H_Q(t)). \quad (3.22)$$

На рисунке 3.20 показаны графики функций производственных факторов $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $Q(t)$, построенной по формуле (3.22).

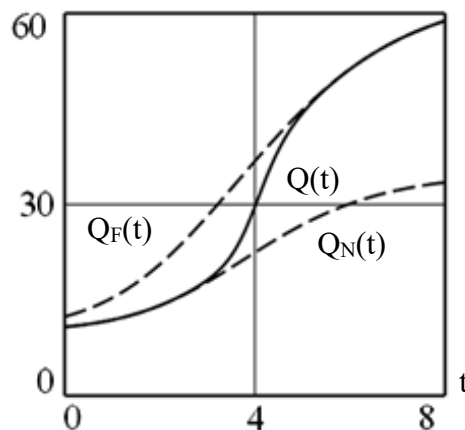


Рисунок 3.20 – Графики функций производственных факторов $Q_N(t)$ и $Q_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $Q(t)$, построенной по формуле (3.22)

Примечание – Разработано автором.

Формулы для плавного перемещения выпуска продукции $V(t)$, издержек $TC(t)$ и прибыли $PR(t)$ с одной траектории на другую принимают вид:

$$V(t) = V_F(Q_F(t)) \cdot H_V(t) + V_N(Q_N(t)) \cdot (1 - H_V(t)). \quad (3.23)$$

$$TC(t) = TC_F(Q_F(t)) \cdot H_{TC}(t) + TC_N(Q_N(t)) \cdot (1 - H_{TC}(t)). \quad (3.24)$$

$$PR(t) = PR_F(Q_F(t)) \cdot H_{PR}(t) + PR_N(Q_N(t)) \cdot (1 - H_{PR}(t)). \quad (3.25)$$

На рисунке 3.21 показаны графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $V(t)$, построенной по формуле (3.23).

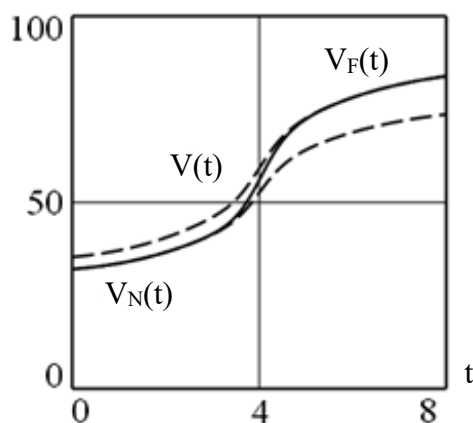


Рисунок 3.21 – Графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $V(t)$, построенной по формуле (3.23)

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 3.22 показаны графики функций производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $TC(t)$, построенной по формуле (3.24).

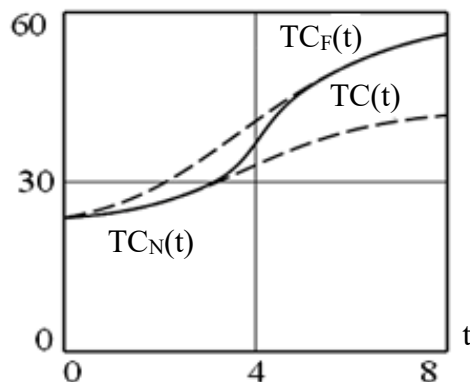


Рисунок 3.22 – Графики функций производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $TC(t)$, построенной по формуле (3.24)

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 3.23 показаны графики функций прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25).

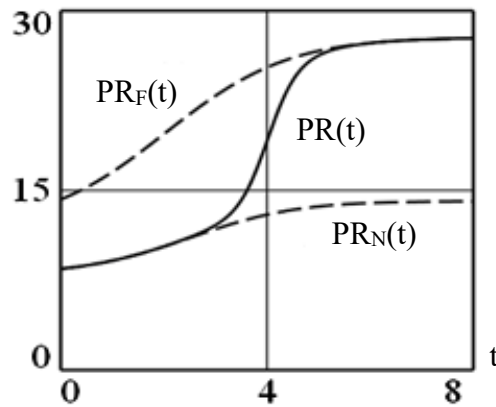


Рисунок 3.23 – Графики функций прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.17), (3.19) и (3.18), (3.20), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25)

Примечание – Разработано автором.

При построении графиков рисунков 3.20–3.23 были использованы следующие расчетные значения показателей:

$P_N = 10$; $a_N = 0,49$; $P_F = 10,5$; $a_F = 0,51$; $H_N = 0,8$; $H_F = 0,7$; $TFC = 15$;
 $Q_N^{\min} = 10$; $Q_N^{\max} = 34,942$; $Q_F^{\min} = 10$; $Q_F^{\max} = 63,590$; $\lambda_N = 0,025$; $\lambda_F = 0,01$; $t_N = 4$;
 $t_F = 4$; $t_Q = 4$; $\mu_Q = 3,5$; $t_V = 3,5$; $\mu_V = 3,5$; $t_{TC} = 4$; $\mu_{TC} = 3,5$; $t_{PR} = 4$; $\mu_{PR} = 3,5$.

На основе полученных зависимостей (рисунки 3.20–3.23) установлено, что после завершения КЦТ выпуск продукции предприятия в точке оптимума возрастает на 53,2% (с 57,02 до 87,34), прибыль увеличивается на 97,8% (с 14,07 до 27,83), а удельные переменные издержки снижаются на 12,5% (с 0,8 до 0,7). Расчет выполнен по формулам (3.8)–(3.12) при параметрах, указанных выше.

В качестве примера апробации модели и оценки параметров КЦТ в таблице 3.12 приведены данные ПАО «КуйбышевАзот», по которым были идентифицированы показатели модели.

ПАО «КуйбышевАзот» является головным предприятием в группе компаний «КуйбышевАзот», включающей в себя около 40 организаций, в том числе производственные, логистические активы, дистрибьюторскую сеть и торговые компании, расположенные в различных регионах России. Предприятие является одним из лидеров российской химической промышленности по производству азотных удобрений и капролактама. В 2022–2025 гг. на предприятии реализуется программа

[illegible]

В таблице 3.12 расчетное время t соответствует календарным годам: $t = 0$ – 2018 г., $t = 1$ – 2019 г., $t = 2$ – 2020 г., $t = 3$ – 2021 г., $t = 4$ – 2022 г., $t = 5$ – 2023 г., $t = 6$ – 2024 г. Начало программы цифровой трансформации на предприятии (внедрение MES-систем, цифровых двойников и предиктивной аналитики) приходится на 2022 г., поэтому в модели $t_N = t_F = 4$ (момент перехода от «до КЦТ» к «после КЦТ»).

В соответствии с данными таблицы 3.12 методом наименьших квадратов получены следующие аппроксимирующие зависимости для производственных функций (3.1) и (3.2):

$$\begin{cases} V_N = 2,4676 \cdot Q^{0,749} \\ V_F = 2,6966 \cdot Q^{0,751} \end{cases} \quad (3.26)$$

Производственные функции, рассчитанные по формулам (3.26), визуализированы на рисунке 3.24.

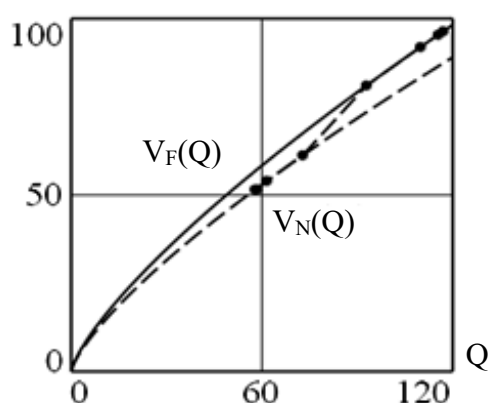


Рисунок 3.24 – Графики производственных функций, построенные по формулам (3.26)*

* Точками обозначены данные таблицы 3.12. Сплошная линия – V_N (до КЦТ), штриховая – V_F (после КЦТ).

Примечание – Разработано автором.

Методом наименьших квадратов аналогичным образом установлены зависимости для издержек:

$$\begin{cases} TC_N = 0,3746 \cdot Q + 15,16 \\ TC_F = 0,3211 \cdot Q + 15,16 \end{cases} \quad (3.27)$$

Рисунок 3.25 содержит графики производственных издержек, построенные на основе формул (3.27).

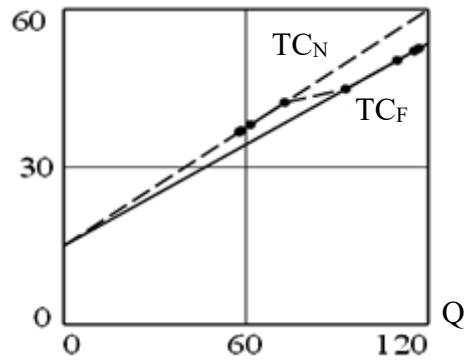


Рисунок 3.25 – Графики производственных издержек, построенные по формулам (3.27)*

* На графике точками отмечены данные таблицы 3.12. Сплошная линия отражает динамику издержек до начала когнитивно-цифровой трансформации (TC_N), штриховая – после ее завершения (TC_F).

Примечание – Разработано автором.

На основе полученных производственных функций и функций издержек методом наименьших квадратов определены зависимости для прибыли:

$$\begin{cases} PR_N = 2,4676 \cdot Q^{0,749} - 0,3746 \cdot Q - 15 \\ PR_F = 2,6966 \cdot Q^{0,751} - 0,3212 \cdot Q - 15 \end{cases} \quad (3.28)$$

Рисунок 3.26 иллюстрирует графики прибыли предприятия до и после когнитивно-цифровой трансформации, рассчитанные по формулам (3.28).

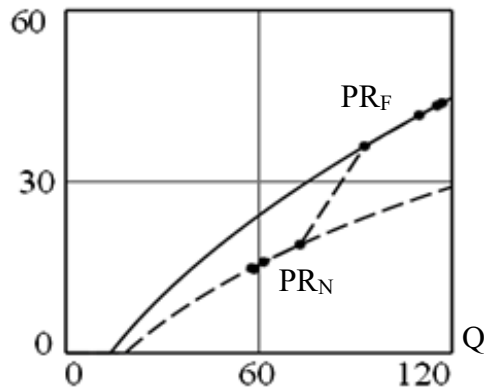


Рисунок 3.26 – Графики объемов прибыли предприятия до начала и после завершения КЦТ, построенные по формулам (3.28)*

* Точками обозначены данные таблицы 3.12. Сплошная линия – PR_N (до КЦТ), штриховая – PR_F (после КЦТ).

Примечание – Разработано автором.

Дифференциальные уравнения (3.17) и (3.18), моделирующие процесс освоения производственной мощности предприятием на этапах до и после когнитивно-цифровой трансформации, вместе с начальными условиями в рассматриваемом случае принимают следующую форму:

$$\frac{dQ_N}{dt} = 0,045 \cdot (0,1106 \cdot (Q_N^{0,749} - 51,5222) \cdot (116,9875 - Q_N). \quad (3.29)$$

$$\frac{dQ_F}{dt} = 0,044 \cdot (2,6966 \cdot (Q_F^{0,751} - 51,5222) \cdot (116,9875 - Q_F). \quad (3.30)$$

$$Q_N|_{t=4} = 92,8675. \quad (3.31)$$

$$Q_F|_{t=4} = 92,8675. \quad (3.32)$$

Функция производственного фактора $Q(t)$, построенная по формуле (3.22) с использованием решений задач Коши (3.29)–(3.32), отображена на рисунке 3.27.

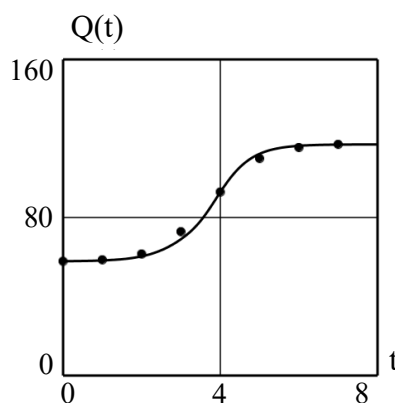


Рисунок 3.27 – График функции производственного фактора $Q(t)$, построенный по формуле (3.22) в соответствии с решениями задач Коши (3.29)–(3.32)*

* Плавный переход от Q_N (до КЦТ) к Q_F (после КЦТ).

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 3.28 показаны графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.29), (3.30) и (3.31), а также функции $V(t)$, построенной по формуле (3.23) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

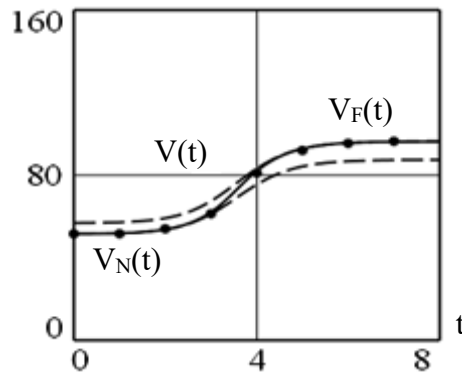


Рисунок 3.28 – Графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.29), (3.30) и (3.31), а также функции $V(t)$, построенной по формуле (3.23) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы 3.12. Сплошная линия – V_N (до КЦТ), штриховая – V_F (после КЦТ).

Примечание – Разработано автором.

Функции производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, полученные на основе решений задач Коши (3.29)–(3.31), графически представлены на рисунке 3.29. На этом же рисунке приведена функция $TC(t)$, рассчитанная по формуле (3.24) с использованием логистической функции перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

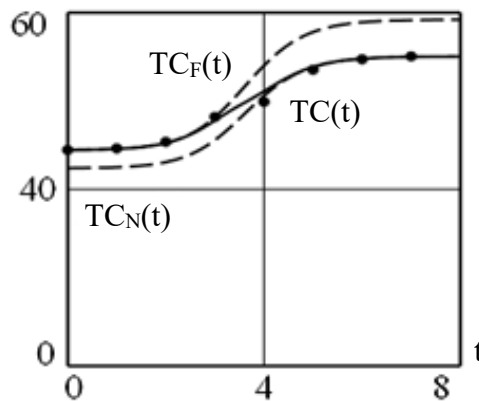


Рисунок 3.29 – Графики функций производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач (3.29), (3.30) и (3.31), а также функции $TC(t)$, построенной по формуле (3.24) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы 3.12. Сплошная линия – TC_N (до КЦТ), штриховая – TC_F (после КЦТ).

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 3.30 показаны графики функций прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.29), (3.30) и (3.31), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

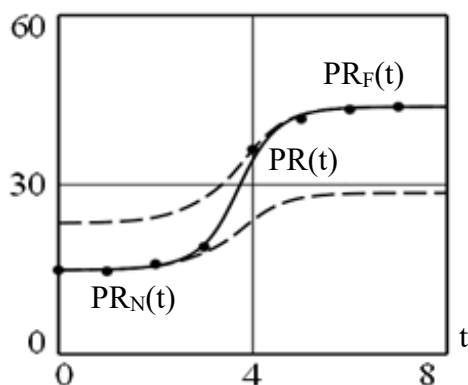


Рисунок 3.30 – Графики функций динамики прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (3.29), (3.30) и (3.31), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы 3.12. Сплошная линия – $PR_N(t)$ (до КЦТ), штриховая – $PR_F(t)$ (после КЦТ).

Примечание – Разработано автором.

При построении графиков рисунков 3.24–3.30 были использованы следующие расчетные значения показателей:

$P_N = 2,4676$; $a_N = 0,749$; $P_F = 2,6966$; $a_F = 0,751$; $H_N = 0,3746$; $H_F = 0,3212$; $TFC = 15,16$; $Q_N^{\min} = 10$; $Q_F^{\min} = 57,8066$; $Q_F^{\max} = 116,9875$; $\lambda_N = 0,045$; $\lambda_F = 0,044$; $t_N = 4$; $t_F = 4$; $t_Q = 4$; $\mu_Q = 3,5$; $t_V = 4$; $\mu_V = 3,5$; $t_{TC} = 4$; $\mu_{TC} = 3,5$; $t_{PR} = 4$; $\mu_{PR} = 3,5$.

Для количественной оценки точности аппроксимации статистических данных разработанной моделью рассчитаны коэффициенты детерминации R^2 . Установлено, что для производственной функции $V(t)$ $R^2 = 0,98$; для функции издержек $TC(t)$ $R^2 = 0,97$; для функции прибыли $PR(t)$ $R^2 = 0,96$. Полученные значения свидетельствуют о высоком качестве «подгонки» модели к фактическим данным (во всех случаях $R^2 > 0,95$).

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы о влиянии цифровой трансформации на эффективность освоения производственных мощностей промышленными предприятиями.

Для диагностики эффективности КЦТ автором предлагаются пороговые значения ключевых параметров модели. Снижение эластичности выпуска по ресурсу более чем на 5% от среднеотраслевого уровня или рост удельных переменных издержек более чем на 5% за 2 последовательных периода является сигналом для пересмотра стратегии цифровой трансформации.

1. Производственная функция после внедрения процессов КЦТ демонстрирует более высокую эластичность выпуска по ресурсу: показатель степени α вырос с 0,749 до 0,751, что соответствует увеличению эластичности на 0,27%. Это свидетельствует о повышении эффективности использования производственных ресурсов за счет внедрения цифровых технологий.

2. Функция издержек после внедрения процессов КЦТ характеризуется более низкими удельными затратами: коэффициент H снизился с 0,3746 до 0,3212, т.е. на 14,3%. Это подтверждает эффективность автоматизации и оптимизации производственных процессов.

3. Функция прибыли после внедрения процессов КЦТ показывает устойчивый рост: в точке оптимума прибыль увеличилась с 14,07 до 27,83 млрд руб., что соответствует росту на 97,8%. Это свидетельствует о положительном влиянии цифровизации на финансовые результаты предприятия.

4. Логистические функции перехода (3.21) адекватно описывают эмпирически наблюдаемый процесс освоения новых производственных мощностей: на начальном этапе – стабильный рост, на этапе активного освоения – ускоренный рост, при приближении к предельному уровню – замедление темпов прироста. Подтверждение данного характера динамики фактическими данными (рисунки 3.26–3.30) свидетельствует о корректности выбора логистической формы функции перехода.

5. Полученные количественные оценки (рост прибыли на 97,8%, снижение удельных переменных издержек на 14,3%, увеличение эластичности выпуска на 0,27%) позволяют рассчитать ожидаемый экономический эффект от внедрения

MES-систем, цифровых двойников и технологий предиктивной аналитики на предприятиях химической промышленности. В рамках национального проекта «Экономика данных» эти оценки могут быть использованы для обоснования инвестиций в цифровую и когнитивную трансформацию.

Апробация разработанной модели и методики оценки эффективности внедрения процессов КЦТ проведена на трех промышленных предприятиях РФ: ПАО «КуйбышевАзот» (химическая промышленность), ООО «Робола» (производство комплектующих для автотранспортных средств) и АО «Транскат» (производство меди). Выбор предприятий обусловлен их принадлежностью к разным отраслям обрабатывающей промышленности и различиями в уровне цифровизации, что обеспечивает репрезентативность апробации. Детальные расчеты по предприятиям ООО «Робола» и АО «Транскат» приведены в приложении В.

Выводы по главе 3:

1. Проведенный анализ инновационной деятельности и процессов цифровой трансформации промышленного комплекса РФ показал следующее:

– Россия располагает весомым потенциалом для развития инновационной деятельности и цифровой трансформации промышленности. В стране сформирована собственная научная база, действует сектор НИОКР, имеются квалифицированные кадры, способные вести научные исследования, а также накоплены существенные заделы в инновационной сфере;

– за последние пять лет динамика основных показателей инновационной деятельности в промышленности остается практически без изменений. Позиции России в Глобальном инновационном индексе (ГИИ) отражают эту стагнацию: в 2022 г. страна занимала 45-е место среди 132 стран, а в 2024 г. опустилась на 59-ю позицию из 133;

– в интервале 2020–2024 гг. уровень инновационной активности промышленных предприятий увеличился на 0,7%, что фиксирует незначительную динамику рассматриваемого индикатора;

– затраты на инновационную деятельность, включая НИОКР, демонстрируют устойчивый рост: в 2024 г. их объем достиг 4,10 трлн руб.;

– объем выпуска инновационной продукции имеет положительный тренд (в 2023 г. объем выпуска составил 8,32 трлн руб., в 2024 г. – 9,50 трлн руб.);

– уровень цифровизации и внедрения IT-технологий в инновационную деятельность промышленного комплекса России находится на средних и низких позициях;

– с развитием рынка цифровизации и IT-технологий повысилась роль интеллектуальной собственности, импортозамещения и разработки отечественных аналогов импортной продукции, отсутствующей на российском рынке;

– РФ необходимо перейти к собственным IT-технологиям, повышающим технологический суверенитет государства. В 2024–2025 гг. данная задача решается в рамках национального проекта «Экономика данных».

2. Проведено исследование развития цифровой среды инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса, разработана организационная схема инновационной среды промышленного комплекса. Выявлено, что ключевыми элементами цифровой среды являются технологии искусственного интеллекта, промышленный интернет вещей, цифровые двойники и облачные вычисления. В 2024 г. объем российского рынка Smart Industry оценивается в 1,2 трлн руб. с темпом роста 15% годовых.

3. Предложены определение цифровой среды инновационной деятельности промышленных комплексов и ключевые направления ее развития. В условиях 2024–2025 гг. под цифровой средой инновационной деятельности понимаются формирование и развитие многоуровневой интегрированной IT-инфраструктуры, обеспечивающей взаимодействие субъектов инновационной деятельности на основе цифровых платформ, искусственного интеллекта и технологий обработки больших данных. Среди приоритетных направлений развития следует выделить автоматизацию и роботизацию, периферийные вычисления, аддитивные технологии, глубокое обучение, цифровое прототипирование, а также интеграцию систем искусственного интеллекта в управление инновационными процессами.

4. Разработана модель управления цифровой средой инновационной деятельности промышленных комплексов. Модель базируется на организации гибких производственных систем с использованием методологии Agile, цифровых двойников и промышленных роботов. В 2024–2025 гг. модель дополнена нейроцифровыми двойниками и когнитивными роботами, способными к обучению в процессе работы. Апробация модели проведена на промышленном предприятии Самарской области ПАО «КуйбышевАзот», подтверждена ее эффективность.

5. Предложено создание центра управления цифровой инновационной средой промышленного комплекса. Центр управления включает в себя цифровые двойники для поддержки принятия решений, нейросетевой блок предиктивной аналитики и модуль генеративного проектирования. В рамках национального проекта «Экономика данных» планируется создание сети региональных центров управления цифровой трансформацией промышленности.

6. Разработаны модель и методика оценки эффективности процессов КЦТ в промышленности. Модель базируется на сравнении производственных функций, функций издержек и прибыли до и после цифровой трансформации с использованием логистических функций перехода. Апробация модели проведена на промышленных предприятиях ПАО «КуйбышевАзот», АО «Транскат» и ООО «Робола», что подтвердило ее эффективность.

4 МЕХАНИЗМ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССОВ КОГНИТИВНО-ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РФ НА ОСНОВЕ СЕРВИСНОЙ КОММУНИКАЦИИ

4.1 Формирование и развитие цифровых платформ как инструмента когнитивно-цифровой трансформации промышленных экосистем

Цифровая платформизация выполняет важную роль в развитии промышленного сектора России. Промышленные предприятия переходят к платформенному управлению, объединяя в информационной среде задачи управления знаниями производством, технологиями, персоналом, качеством выпускаемой продукции, логистикой и пр. Цифровые платформы в онлайн-режиме обеспечивают бизнес-процессы производства и реализации продукции, повышения уровня взаимодействия с потребителями, партнерами и сотрудниками.

Цифровая платформа является ключевым элементом современной экономики. Все виды экономической деятельности переходят на формат цифровизации, что повышает интерес к цифровым платформам, их активному применению в хозяйственной и общественной деятельности.

РФ имеет определенную стратегию развития информационных технологий на период 2017–2030 гг. В том числе для развития цифровой экономики требуется обеспечить партнерство множества организаций на цифровых платформах, взаимодействие их технологий, предоставляемых сервисов, аналитических систем [316]. Требования, предъявляемые к цифровым платформам:

- обеспечить комплекс услуг, предлагаемых цифровой экономикой, и их концентрацию на одном ресурсе;

- предоставить возможности для надежного хранения данных, равного обеспечения доступа пользователей к платформе, подключения ресурсов программного обеспечения и различных приложений;
- обеспечить идентификацию пользователей, контроль их доступа к сайтам и конфигурациям;
- обеспечить биллинговую систему услуг, автоматизацию бизнес-процессов;
- иметь наличие системы кибербезопасности, аналитики данных, возможностей применения облачных сервисов.

В научной среде представлено множество формулировок и определений цифровых платформ. По мнению автора, наиболее удачное из них: «Цифровая платформа – это, с одной стороны, бизнес-модель, позволяющая потребителям и поставщикам взаимодействовать онлайн, а с другой – подрывная инновация, представляющая собой интегрированную информационную систему, обеспечивающую многосторонние взаимосвязи пользователей, снижение транзакционных издержек и оптимизацию бизнес-процессов».

В работе под цифровой платформой понимается электронная площадка для взаимодействия участников, под цифровой экосистемой – интегрированная среда для совместного создания и обмена ценностью.

Становление и эволюция цифровых платформ выступают в качестве ключевого инструмента когнитивно-цифровой трансформации промышленных экосистем. Данные платформенные решения обеспечивают интеграцию разнородных участников рыночного пространства, оптимизацию бизнес-процессов, повышение производственной эффективности и формирование новых возможностей для реализации инновационных проектов.

Цифровая экосистема представляет собой единство взаимодействующих цифровых платформ, сервисов и субъектов – предприятий, организаций и государства, – объединенных общей инфраструктурой и стандартами. В рамках данной системы обеспечиваются создание и обмен ценностью в виде продуктов, услуг, данных и технологий как для конечных потребителей, так и для самих участников экосистемы. Цифровые экосистемы могут включать в себя несколько

цифровых платформ и являются следующей фазой их развития. Роль цифровых платформ в когнитивной трансформации представлена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Роль цифровых платформ как инструмента когнитивно-цифровой трансформации промышленных экосистем

Примечание – Разработано автором.

Когнитивные сервисы (нейросетевая аналитика, ИИ-прогнозирование, когнитивные оркестраторы) обеспечивают интеллектуальную обработку больших данных, выявление скрытых закономерностей и формирование прогнозных сценариев для управления инновационной деятельностью.

Основная роль цифровых платформ в качестве инструмента когнитивно-цифровой трансформации промышленных экосистем заключается в обеспечении взаимодействия между участниками. Платформы служат связующим звеном между участниками рынка, минимизируя транзакционные издержки и расширяя возможности совместного потребления товаров и услуг.

Следующим инструментом цифровой платформы являются сбор данных и аналитика информации в глобальном масштабе. Платформы облегчают сбор данных о производственных процессах, что позволяет выявлять закономерности, прогнозировать поломки оборудования, оптимизировать параметры производства.

Цифровые платформы являются базисом для развития инновационной деятельности. Единые цифровые платформы позволяют принимать решения и

управлять ценностью продукта на основе данных, а также управлять бизнес-процессами в реальном времени, повышая гибкость и адаптивность инновационной деятельности. Платформенные стратегии развития распространяются благодаря высокой масштабируемости и усилению сетевых эффектов.

Реализация перечисленных выше требований к цифровым платформам обеспечивается комплексом технологий, среди которых ключевыми являются: промышленный интернет вещей (IIoT), искусственный интеллект, облачные вычисления, MES-системы, технологии виртуальной и дополненной реальности, цифровые двойники. Таким образом, цифровые платформы становятся ключевым инструментом трансформации инновационных промышленных экосистем, способствуя повышению эффективности производства, инновационности и конкурентоспособности предприятий и отрасли в целом.

Формирование и организация цифровых платформ как инструмента цифровой трансформации инновационных промышленных экосистем предназначены для модернизации производственных бизнес-процессов, преобразования их в новую бизнес-модель, строящуюся на цифровых технологиях и данных, создающую дополнительную добавленную ценность, содействуя взаимосвязям производственных участков, а также предприятий между собой.

В настоящее время платформы позволяют объединять производителей и конечных пользователей для реализации сделок друг с другом. Они позволяют промышленным предприятиям обмениваться информацией в целях повышения степени сотрудничества или разработки инновационной продукции. Вновь созданные платформенные экосистемы могут объединять большое количество участников, формируя сетевые эффекты и повышая свою ценность в производственной деятельности.

В отличие от традиционных цифровых технологий, когнитивные сервисы ориентированы на имитацию мыслительных процессов человека и адаптивное взаимодействие с пользователем. В рамках промышленных экосистем к ним относятся:

- нейросетевые ассистенты оператора, анализирующие производственные ситуации и предлагающие оптимальные решения;

– системы распознавания контекста и намерений при взаимодействии человека с оборудованием (интерфейсы «мозг – компьютер» на основе ЭЭГ-гарнитур – перспективное направление);

– когнитивные оркестраторы, самостоятельно перераспределяющие задания между станками и роботами на основе анализа текущей загрузки и предиктивных моделей;

– интеллектуальные советники по инновационной деятельности, генерирующие гипотезы на основе патентных ландшафтов и научных публикаций с использованием технологий обработки естественного языка.

Внедрение когнитивных сервисов в состав цифровых платформ позволяет перейти от реактивного управления к проактивному, когда система не только сообщает о текущем состоянии, но и прогнозирует будущие события, предлагает и обосновывает управленческие решения, адаптируется к изменяющимся условиям без участия человека.

Формирование и развитие цифровых экосистем на основе платформизации с помощью анализа данных о клиентах и управления рисками повышают возможности цифрового производства, создавая «умные города», цифровые двойники, инновационную продукцию, формируя оптимальную логистику поставок сырья и продукции.

С проникновением в бизнес-модели участников рынка акторы цифровых платформ повышают свое влияние, уровень производства и контроля всей цепи поставок, развития контроля над ценообразованием и свое влияние на соотношение спроса и предложения путем формирования и развития искусственной асимметрии платформенной информации.

С образованием цифровых платформ государство столкнулось с новой моделью контроля рынка, которая вызвала дилемму: с одной стороны, государство должно использовать цифровые платформы для развития национальной экономики (экономической экспансии), а с другой – не допустить цифровой монополизации рынков.

Отсюда ключевая задача цифровых платформ – это создание баланса управленческой деятельности между эффективным, самостоятельным развитием

национальных цифровых платформ и степенью регулирования их деятельности относительно интересов всех участников.

Цифровая платформа рассматривается в качестве основного инструмента трансформации традиционных отраслей и рынков промышленности. Она задает вектор цифрового развития, четко разделяя два типа стратегий: стратегию автоматизации, связанную с внедрением цифровых решений, и стратегию цифровой трансформации как таковой. В этом смысле платформа выступает носителем глобальной цифровой повестки для промышленного сектора.

Теоретические вопросы формирования цифровых платформ рассмотрены в трудах зарубежных и российских ученых, таких как М. Биллон, Дж. Брайсон, К. Варвик, В.В. Григорьева, Л.И. Прокопова [95, 224, 331, 332, 380] и многих других.

Фундаментальные вопросы исследования цифровизации в российской промышленности и перспективы ее развития и особенности применения цифровых технологий на разных стадиях производственного цикла представлены в публикациях В.А. Плотникова [219].

Теоретические исследования цифровых платформ как инструмента цифровой трансформации промышленности проводятся в работах А.В. Бабкина, И.З. Гелисханова, В.З. Месропяна, Д.А. Степаненко, Н.С. Чуркиной, Т.Н. Юдиной [38, 39, 40, 69] и др.

Ключевая роль российского станкостроения и оценка степени его готовности к осуществлению процессов цифровой трансформации исследована в работе Т.Н. Рыжиковой [240].

В докладе «Цифровая трансформация: ожидания и реальность», представленном ВШЭ, внимание отводится оценке цифровой зрелости отраслей экономики [297].

В работах В.Г. Варнавского исследуется взаимосвязь между уровнем роста мировой экономики и процессами ее цифровизации с общемировыми трендами развития цифровых технологий и их влияния на общество [57].

Исследование процессов внедрения интеллектуальной собственности в промышленное производство, межстрановые сравнения в этой области

представлены в трудах А.Е. Варшавского [58], а также в работе В.В. Масленникова и Л.В. Шабалтиной [301].

Специфика производственных процессов в контексте использования технологий ИИТ представлена в работах Н.В. Городновой [89]. Особенности применения технологий искусственного интеллекта в экономике посвящена работа В.В. Масленникова и Л.В. Шабалтиной [301].

Обширные исследования ученых по вопросам цифровой трансформации промышленности и условий функционирования промышленных предприятий в контексте цифровой трансформации деятельности, в том числе цифровых платформ, подтверждают важность дальнейших теоретико-методологических исследований в данном направлении, особенно в части формирования «подрывного» сценария трансформации цифровых платформ (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – «Подрывной» сценарий когнитивной трансформации цифровых платформ

Примечание – Разработано автором.

Данный сценарий меняет роль платформ с «инструмента коммуникации» на «активного когнитивного агента».

В рамках «подрывного» сценария цифровая платформа трансформируется в активного когнитивного агента, использующего нейроморфные вычисления для обработки сенсорной информации в режиме, аналогичном работе человеческого мозга (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Обоснование необходимости внедрения «подрывного» сценария когнитивной трансформации цифровых платформ

Выявленная проблема / статистический индикатор	Почему эволюционный сценарий не обеспечивает решения	Инструментарий «подрывного» сценария когнитивно-цифровой трансформации
Общая стоимость реализуемых особо значимых проектов (ОЗП) – 187 млрд руб. (господдержка – 23 млрд руб., бизнес – 164 млрд руб.)	Эволюционное госфинансирование (100% за счет бюджета) не стимулирует бизнес к софинансированию и ответственности за результат	«Подрывной» сценарий: механизм грантов (до 50% от государства, остальное – бизнес), ИИ-отбор проектов с нейросетевым прогнозированием успеха (точность 96%)
Количество закрытых «белых пятен» (направлений, где не было российского ПО) – более 180	Эволюционная замена импорта предполагает создание аналогов существующих продуктов, а не новых классов ПО	«Подрывной» сценарий: создание принципиально новых цифровых продуктов (нейросетевые АСУ, когнитивные сенсорные сети), формирующих новый технологический уклад
Экспорт российского ПО (впервые с 2022 г.) – рост на 15%	Эволюционный сценарий ориентирован на внутренний рынок (импортозамещение), а не на глобальную конкуренцию	«Подрывной» сценарий: выход на внешние рынки с новыми классами ПО, конкуренция с мировыми лидерами (Китай, США), создание глобальных технологических стандартов
Доля отечественного ПО в закупках крупного и среднего бизнеса (2019–2025 гг.) – с 24% до 82%	Эволюционное импортозамещение происходило бы десятилетиями при рыночных механизмах	«Подрывной» сценарий: форсированное импортозамещение через ОЗП, гранты, промышленные центры компетенций и принудительную миграцию с иностранного ПО
Примечание – Составлено автором на основе [294]		

Исходя из особенностей создания и целей функционирования, автором предлагается классификация цифровых платформ по функциональному предназначению (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Классификация цифровых платформ по функциональному назначению

Функции	Виды цифровых платформ			
	Научно-исследовательская	Инновационно-внедренческая	Инструментальная	Инфраструктурная
Основной вид деятельности платформы	Научные исследования и формирование научных идей для инновационной деятельности	Обмен данными при решении инновационных задач	Разработка ПО и программно-аппаратных решений	Предоставление информации, информационных технологий и IT-сервисов для принятия решений
Результат деятельности	Инновационные проекты и результаты НИОКР	Инновационная продукция и технологии	Инструмент – программа для обработки решений	Инструмент – информация, информационные технологии и IT-сервисы
Обработка информации	Обработка информации между заинтересованными акторами	Использование информации между заинтересованными акторами	Технологии обработки информации	Предоставление информации на уровне субъекта хозяйствования
Бенефициар платформы	Государство, рынок, промышленные и инновационные структуры	Рынок, степень коммерциализации инноваций	Технические условия, разработчики ПО и программно-аппаратных решений	Функциональные требования, требования к информации, заказчики IT-сервисов
Ведущие платформы (пример)	Единая цифровая платформа научного и научно-технического взаимодействия исследователей (ЦПИ), ГИС, наукометрические базы данных, цифровые библиотеки	Uber, AliExpress, Яндекс	Зарубежные: Microsoft, Android, Amazon Российские промышленные: ZIoT («Цифра»), IoT.Istok (Ростех), CAPUS+ (НKK)	General Electric, Глонасс, Кобрайн-аналитика
Примечание – Разработано автором				

В рамках настоящего исследования технологический инструментарий когнитивно-цифровой трансформации рассматривается через призму цифровых платформ. Их применение инициирует преобразования организационных форм инновационной деятельности на промышленных предприятиях, что в совокупности предопределяет смену экономической парадигмы на уровне государства.

В работах Э.Д. Адамайдеса и Н. Каракапилидиса обосновывается положение, согласно которому имплементация цифровых решений не только оптимизирует

инновационные процессы предприятий и активизирует их инновационную деятельность, но и существенно влияет на траектории коммерциализации инновационных продуктов, обеспечивая тем самым достижение измеримых экономических и социальных эффектов [325].

Цифровизационные процессы, по своей сути, предполагают реструктуризацию и переформатирование коммуникационных каналов пользователей, осуществляемые на базе задействованных цифровых технологий. Итогом данной трансформации становится формирование цифрового пространства взаимодействия – экосистемы, объединяющей пользователей цифровых технологий и определенные сетевые модели цифровой коммуникации, функционирующие на партнерских началах.

Становление и последующая эволюция цифровых платформ, рассматриваемых в качестве базового инструмента когнитивно-цифровой трансформации промышленных экосистем, открывают новый этап в разработке и диффузии цифровых технологий. Данный этап сопряжен с кардинальной перестройкой производственных бизнес-процессов на цифровой основе.

Содержательно трансформация не ограничивается внедрением нового программного обеспечения и цифрового оборудования. Она предполагает фундаментальные изменения в управлении бизнес-моделью промышленного предприятия, трансформацию знаниевой и корпоративной культуры, перестройку внутренних и внешних коммуникационных контуров. Совокупность указанных изменений создает условия для роста производительности труда и повышения уровня удовлетворенности потребителей.

Результатом выступает качественный прорыв в производственной сфере и формирование новых конкурентных преимуществ, достигаемых за счет использования инновационного потенциала цифровых технологий и их максимально полной имплементации во все аспекты промышленного бизнеса.

В методологических изысканиях В.А. Гюнтера, М.Х.Р. Мехризи, Ф. Фельдберга и М. Хьюисмана установлена прямая корреляционная связь между применением технологий интернета вещей, искусственного интеллекта и больших данных, с одной стороны, и повышением эффективности и адаптационных способностей промышленного бизнеса – с другой [339].

В ракурсе наращивания инновационной активности промышленных предприятий ключевое значение приобретают два взаимосвязанных фактора: использование цифровых технологий и кооперационное взаимодействие участников экосистемы. Х.В. Чесбро в своих фундаментальных работах акцентирует, что генерация дополнительной стоимости бизнеса в экосистемном контексте становится возможной при условии комбинирования внешних и внутренних разработок и идей [335]. Указанный подход фиксирует устойчивый запрос промышленных предприятий на привлечение внешних источников инноваций для развития собственных исследовательских направлений.

Автором предлагаются дополнение и актуализация инструментов развития инновационной деятельности на основе цифровой платформы (рисунок 4.3).

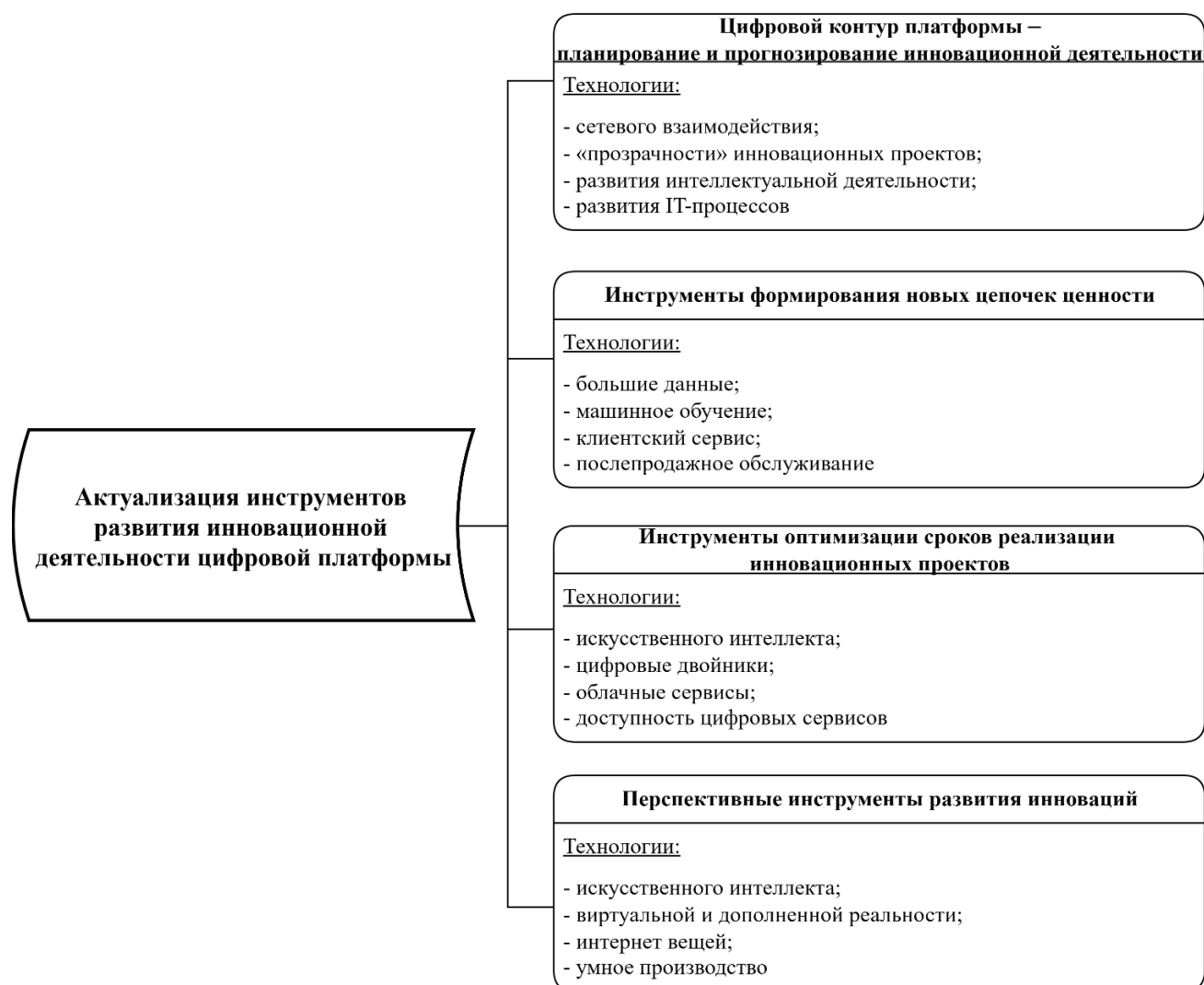


Рисунок 4.3 – Актуализация инструментов развития инновационной деятельности на основе цифровой платформы

Примечание – Разработано автором.

Из рисунка 4.3 видны функции инновационного инструментария цифровых платформ: коммуникационная, информационная, ценообразующая, регулирующая, стимулирующая.

Цифровая платформа как инструмент когнитивно-цифровой трансформации инновационных экосистем предоставляет своим участникам современные цифровые сервисы (инструментарий): возможности НИОКР, реализацию инновационных проектов, разработку новых технологий, коммерциализацию, диффузию и трансфер инноваций, производственную интеграцию участников, патентование, сертификацию и стандартизацию продукции, обучение персонала, защиту данных от киберугроз и предоставление информационной безопасности, защиту интеллектуальной собственности и управление ею, аналитику параметров инновационных бизнес-процессов, совместное использование оборудования.

Формирование и последующая эволюция цифровых платформ как инструментального обеспечения КЦТ промышленных экосистем создают условия для объединения ранее обособленных бизнес-функций, производственных процессов и бизнес-моделей в целостную экосистемную конструкцию. В орбиту данного объединения вовлекаются государственные органы, отдельные предприятия, научно-исследовательские институты и научное сообщество в целом, образовательные учреждения и общественные институты (рисунок 4.4).

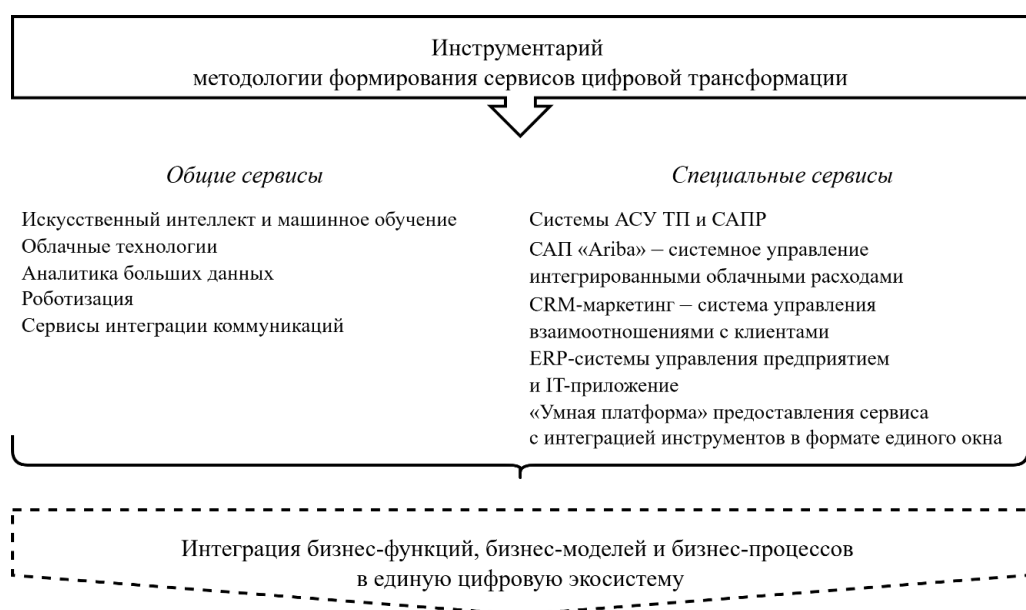


Рисунок 4.4 – Платформенные сервисы цифровой трансформации

Примечание – Разработано автором.

В исследованиях О. Гранстранда и М. Хольгерссона инновационная цифровая экосистема представляет собой развивающийся цифровой комплекс, включающий в себя акторов процессов цифровизации и инновационных процессов, интегрирующих различные виды экономической деятельности и способствующих формированию различных коммуникаций, представляющих ценность осуществления инновационной деятельности различных акторов [345].

Повышение эффективности деятельности и развитие конкурентоспособности субъектов хозяйствования в цифровой среде требуют создания определенного механизма, объединяющего их информационные и технологические возможности. Механизмы цифровых платформ формируют цифровую среду и цифровую инфраструктуру, распространяя инновационные бизнес-модели.

Элементы механизма инновационной деятельности на основе цифровых платформ базируются на закономерностях осуществления инновационных циклов, реализации целей, задач, принципов субъектов экономики. Перечислим ключевые элементы механизма осуществления инновационной деятельности субъектов в цифровой среде:

- инновационно-информационная среда цифровой экономики;
- государственная программа развития информатизации и IT-инфраструктуры;
- собственное программное обеспечение, конкурентоспособное с зарубежными аналогами;
- интеллектуальные технологии и технологии искусственного интеллекта, используемые в инновационной системе промышленных предприятий, кластеров.

Для создания целостной методологии формирования цифровой платформенной экосистемы вначале представим подходы к созданию методологии государственного регулирования цифровых платформ (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Подходы к созданию методологии государственного регулирования цифровых платформ

Примечание – Разработано автором.

Цифровые инновационные платформы экосистемы могут быть организованы на уровне предприятий, отраслей, регионов и государства. В условиях современного этапа развития цифровой экономики актуализируется задача концептуализации категории цифровой инновационной экосистемы. Предлагается трактовать данную дефиницию как инфраструктурный объект, функционирующий в пространстве цифровизации, структурная конфигурация которого включает в себя цифровые инструменты, цифровые компетенции, цифровую инфраструктуру и институты развития цифровых коммуникаций. Функциональное предназначение экосистемы состоит в сокращении временных интервалов разработки и коммерциализации инновационной продукции, что в совокупности создает условия для повышения конкурентоспособности и эффективности промышленных предприятий и национальной экономики в целом, причем одновременно по двум векторам – инновационному и цифровому (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Методология формирования цифровой инновационной экосистемы

Примечание – Разработано автором

В отличие от общих подходов к цифровизации, в состав основных элементов экосистемы включены специфические для цифровых платформ механизмы: сетевые эффекты, обеспечивающие рост ценности платформы с каждым новым участником; API-интеграция как технологическая основа взаимодействия разнородных систем; управление данными, включая качество, безопасность и монетизацию, а также платформенная бизнес-модель, определяющая способы создания и распределения ценности между участниками. Методологический конструкт формирования цифровых инновационных платформ (экосистем) ориентирован на реализацию комплекса дополнительных мер по оптимизации традиционных организационных форм участников инновационной деятельности посредством использования конкурентных преимуществ цифровой среды. Данный комплекс включает в себя следующие направления:

- создание телекоммуникационных площадок, обеспечивающих интенсификацию взаимодействия и кооперации акторов;
- актуализацию и имплементацию многоуровневой цифровой экосистемы (в том числе с задействованием системы знаний) в разрезе функциональных направлений ее деятельности;
- достижение оптимального баланса производственных, инновационных, информационных и кадровых процессов в границах единого цифрового пространства;
- активизацию инновационной активности промышленных предприятий и наращивание компетенций на всех уровнях взаимодействия участников экосистемы;
- поступательное развитие рынка инноваций.

Этапы реализации методологического подхода к формированию и развитию цифровых платформ как инструмента цифровой трансформации инновационных промышленных экосистем отражены на рисунке 4.7.

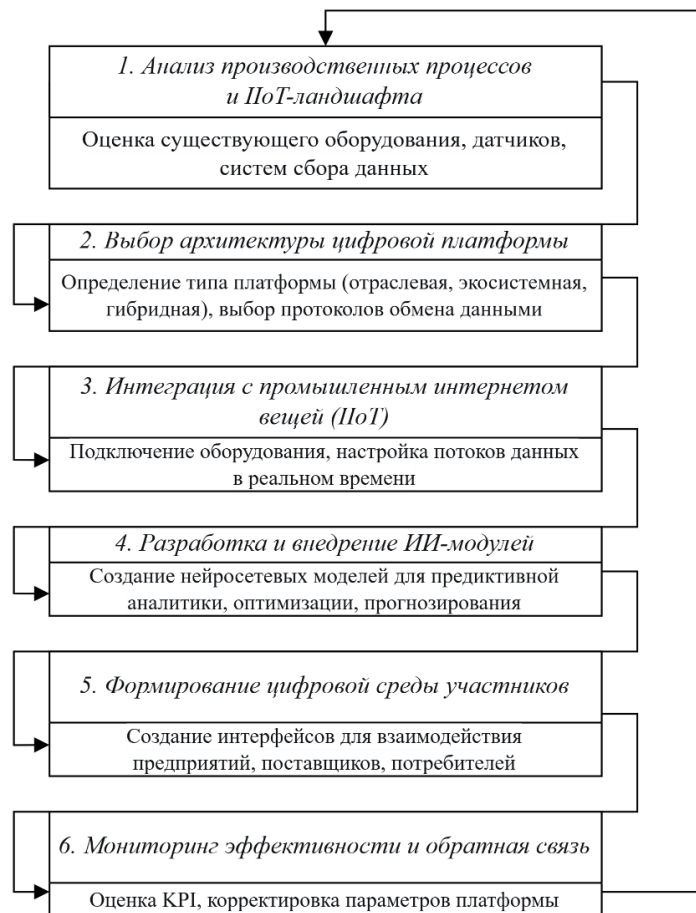


Рисунок 4.7 – Алгоритм методологии формирования и развития цифровых платформ как инструмента КЦТ инновационных экосистем

Примечание – Разработано автором.

В отличие от общих алгоритмов цифровизации, предложенная последовательность включает в себя специфические для промышленных экосистем этапы: выбор архитектуры платформы (с учетом отраслевой специфики), интеграцию с ПоТ-инфраструктурой предприятия, разработку ИИ-модулей для предиктивной аналитики и оптимизации производственных процессов.

Трансформационные процессы цифровой экономики направлены на повышение функциональности всей цифровой платформы, а не на накопление цифровых трансформаций в границах отдельных участников инновационной деятельности.

Цифровые платформы выполняют функцию ключевого инструмента когнитивно-цифровой трансформации социально-экономической системы и развития инновационной деятельности промышленных предприятий. Данный эффект достигается за счет повышения уровня взаимодействия с другими участниками платформенной структуры – государственными органами, научными подразделениями и институтами гражданского общества.

По своей сути платформа представляет собой единую информационно-коммуникационную цифровую инфраструктуру, обеспечивающую достижение синергетических эффектов, среди которых – снижение транзакционных издержек и рост эффектов сетевизации, обусловленных участием в платформенном взаимодействии.

Автором представлены различия цифровых платформ и цифровых экосистем (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Основные различия цифровых платформ и цифровых экосистем

Элементы различий	Цифровая платформа	Цифровая экосистема
Цели формирования	Формирование электронной площадки для взаимодействия участников процессов цифровизации	Создание интегрированной среды взаимодействия участников для совместного создания и обмена ценностью
Выполняемая роль в экономике предприятий	Основа экономического развития, повышения эффективности и конкурентоспособности	Создание единого цифрового пространства в промышленном секторе государства
Участники	Сотрудники платформы, IT-специалисты, промышленные предприятия, государство, инфраструктурные компании, потребители продукции и др.	Участники цифровых платформ, ГИС, структуры цифровизации, координаторы экосистемы

Окончание таблицы 4.3

Элементы различий	Цифровая платформа	Цифровая экосистема
Методы и инструменты	Большие данные, искусственный интеллект, облачные вычисления, 3D-печать, интернет вещей	Предиктивное прогнозирование, интеллектуальная собственность, искусственный интеллект, цифровые двойники, технологии блокчейна, когнитивные технологии, виртуальная и дополненная реальность
Нормативная база	Нормативная база и правила цифровой платформы	Законодательные ограничения и государственное регулирование деятельности участников
Дополнительные возможности участников	Доступ к информации, сокращение затрат и транзакционных издержек, повышение инновационной активности	Освоение новых рынков; повышение производственных возможностей, качества жизни общества; рост доходов предприятий
Примечание – Разработано автором		

Из таблицы 4.3 следует вывод, что цифровые платформы и цифровые экосистемы имеют незначительные различия в своем функционировании. Основное различие представлено объемами деятельности по предоставлению цифровых сервисов и новыми рынками присутствия.

В заключение можно отметить, что трансформация цифровой платформы в цифровую экосистему выступает этапом эволюции цифровых решений инновационных промышленных предприятий, в котором требуется уделить внимание созданию условий по выходу на цифровой рынок предприятий и организаций всех отраслей хозяйствования, активно применяя преимущества цифровых платформ для формирования будущего рынка инноваций.

4.2 Концепция формирования сервисных коммуникаций когнитивно-цифровой трансформации промышленного комплекса РФ на основе цифровой платформизации

Концепция формирования сервисных коммуникаций (коммуникационной сервитизации) КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса на основе

создания цифровых платформ направлена на повышение скорости и качества управленческих решений, позволяет организовать вариативные производственные процессы, тем самым повысив производительность труда и конкурентоспособность предприятия.

Автором определено, что коммуникационная (цифровая) сервитизация не просто является сервисом по оказанию услуг, а отражает мировой тренд стратегического развития промышленных предприятий. Для отечественного промышленного комплекса цифровая сервитизация, осуществляемая за счет инновационного потенциала отрасли, позволяет говорить о перспективах развития практики предоставления цифровых услуг.

Когнитивная сервитизация, в отличие от классической, строится на интеграции технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и предиктивной аналитики. Ее архитектура включает в себя нейросетевые сервисы прогнозирования спроса на обслуживание, когнитивные ассистенты поддержки управленческих решений, системы интерпретируемого искусственного интеллекта (ХАИ), обеспечивающие прозрачность рекомендаций, а также самообучающиеся алгоритмы оптимизации сервисных процессов. Внедрение данных технологических решений позволяет не только оказывать услуги, но и формировать адаптивную сервисную среду, способную прогнозировать клиентские потребности, идентифицировать латентные закономерности производственных отклонений и инициировать превентивные обслуживающие воздействия в автоматическом режиме (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Обоснование необходимости внедрения концепции когнитивной сервитизации

Проблема	Почему классическая ЦТ не решает	Решение КЦТ
Доля российского ПО в авиа-, двигателе- и судостроении, в транспорте, в строительстве и ЖКХ – более 90%	Классическая ЦТ ориентирована на замену импортного ПО, но не дает механизмов его монетизации и масштабирования на новые рынки	Когнитивная сервитизация предлагает переход к модели «продукт как услуга», где основная ценность – ИИ-сервисы, а не сам софт, что позволяет тиражировать решения на смежные отрасли
Объем продаж российских ИТ-продуктов и сервисов (2025 г.) – 5,15 трлн руб. (рост в 4,2 раза к 2019 г.)	Классическая ЦТ не связывает рост ИТ-рынка с внедрением сервисных моделей в промышленности	Сервитизация обеспечивает переход от разовых продаж ПО к долгосрочным сервисным контрактам (подписка, облачные ИИ-сервисы, предиктивная аналитика)

Окончание таблицы 4.4

Проблема	Почему классическая ЦТ не решает	Решение КЦТ
Доля ИТ-сектора в ВВП России – 2,67% (рост вдвое с 2019 г.)	Классическая ЦТ не предлагает стандартизированных метрик для оценки вклада ИИ-сервисов в экономику	Концепция сервитизации включает в себя ИИЦЗ, позволяющий измерить эффективность когнитивных сервисов на уровне предприятия и отрасли
Рост рынка облачных сервисов (за 6 лет) – более чем в 4 раза	Классическая ЦТ рассматривает облака как инфраструктуру, а не как платформу для когнитивных сервисов	Когнитивная сервитизация использует облачную инфраструктуру для удаленного предоставления ИИ-сервисов (предиктивная аналитика, цифровые двойники, ХАИ-интерпретация)
Примечание – Составлено автором на основе [187, 191, 245, 308]		

Термин «сервитизация» введен С. Вандермерве в 1988 г. как трансформация продуктового предложения в комбинацию, максимизирующую полезность продукции [376]. В дальнейшем П. Карлборг с соавторами трактовали сервитизацию как стратегическую продуктовую инновацию, ориентированную на потребительские предпочтения [334]. Современные исследователи определяют ее как процессы трансформации бизнес-стратегий с помощью сервис-ориентированной логики.

В начале 2000-х гг. в концепции цифровой сервитизации находились идеи уникальности предложений для увеличения лояльности потребителей [374]. В середине 2000-х гг. внимание исследователей сервитизации переместилось к цифровизации индустриальных и маркетинговых процессов: коммерциализация производств [358], инноватизация бизнес-процессов [334]. На данном этапе исследование цифровой сервитизации осуществляется в контексте концепции Индустрии 4.0, объединяющей в себе цифровизацию, решения по автоматизации и оптимизации бизнес-процессов, формирование новых цепочек добавленной стоимости.

Коммуникационная сервитизация, в отличие от широкой трактовки сервитизации, которая допускает нецифровые формы, сфокусирована на предоставлении именно цифровых услуг, обеспечивающих сетевое

взаимодействие участников промышленной экосистемы на всем протяжении инновационного цикла. Автор рассматривает ее в контексте КЦТ как интеграцию цифровых сервисов в сетевые производственные процессы. Данная трактовка, по мнению автора, способствует ускорению и повышению качества управленческих решений, сокращению транзакционных издержек и формированию новых цепочек создания стоимости за счет синергетического эффекта взаимодействия участников экосистемы. Понятия цифровой трансформации и цифровой сервитизации в некоторых случаях используются исследователями в качестве синонимов. Однако между ними есть принципиальное различие в целеполагании. Цифровая трансформация ориентирована на внутренние процессы предприятия – она направлена на расширение функциональных возможностей, рост производительности, оптимизацию организационной структуры и повышение эффективности управления. Цифровая сервитизация, напротив, сконцентрирована на внешнем контуре: ее цель – максимизировать потребительскую полезность за счет наращивания цифровых услуг в клиентском обслуживании. Таким образом, процессы сервитизации и цифровой трансформации являются драйверами создания новых ценностных предложений, увеличения масштабов производства и устойчивого положения предприятия на рынке.

Формирование сервисных коммуникаций КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса предполагает расширение сетевых взаимоотношений не только с потребителями, но и с другими акторами, что вызывает изменение моделей управления производством. Взаимодействия, возникающие при осуществлении цифровой сервитизации, между промышленными предприятиями и наукоемким бизнесом создают дополнительные инновационные возможности за счет адаптации предприятий в условиях новых вызовов [305].

Отметим, что началом развития сетей в промышленности явилось создание промышленных округов в странах с большой концентрацией предприятий, с их ярко выраженной производственной специализацией. В дальнейшем появились

инновационно-технологические сети предприятий, сгруппированных вокруг научного центра или крупной компании.

В настоящее время цифровые промышленные сети формируются в рамках производственных и стоимостных цепочек на основе распределенных производств и в границах открытой международной конкуренции [173]. В целом методология исследования сетевых промышленных структур включает в себя обширный круг научных направлений междисциплинарного характера. В нашем случае вопрос исследования заключается в повышении значимости сетевых промышленных структур в условиях формирования сервисных коммуникаций, коммуникационной сервитизации и развития инновационной активности на основе КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса.

Предпосылками для формирования новых моделей взаимодействия промышленных предприятий являются требования по постоянной коммуникационной сервитизации всех участников производственного процесса, ускорение реакции на изменения, требования контроля и корректировки принимаемых решений, усложнение функционирования производства.

Отметим, что «сетевая бизнес-модель сервитизации – это новая форма взаимодействия инновационных технологий, рыночного потенциала (наличие уникальных возможностей взаимодействия с поставщиками и потребителями) и сетевой производственной архитектуры» [357].

Исследователи П. Кумбс и Й. Николсон в своих трудах отражают, «что сетевые и цифровые бизнес-модели функционирования промышленных предприятий представляют новое явление – сервитизацию, для которой характерно создание новой стоимости между заинтересованными участниками, а не просто отдельной фирмой» [338].

Концентрация внимания промышленных предприятий на создании сетевых бизнес-моделей сервитизации выступает интерфейсом цифрового взаимодействия предприятия с сетью, решается при помощи цифровых технологий. Новые решения цифровой сервитизации производственных процессов предприятий создаются на

основе их совместимости и быстрого встраивания в существующие в сети технологические цепочки, стандарты.

Экономическое развитие сектора услуг заставило ученых исследовать практические аспекты использования сервитизации [344]. Ряд исследователей на конкретных примерах показали, что сервитизация становится важным конкурентным преимуществом в условиях геополитической нестабильности. Так, М. Роза [365] отмечает, что промышленные предприятия, внедряя сервисные модели, укрепляют свои конкурентные позиции за счет более полного удовлетворения клиентских запросов и, как следствие, повышения рыночной ценности компании.

О. Бустинза на основе международных данных по промышленным производствам подтвердил, что сервитизация дает предприятиям устойчивое конкурентное преимущество [366]. Аналогичный вывод следует из опыта таких компаний, как Michelin, IBM и Hewlett-Packard [368].

В работах Е. Гомеса, посвященных стратегиям сервитизации в малом и среднем бизнесе, показано, что эффект масштаба позволяет таким компаниям успешно конкурировать с крупными промышленными игроками. Российские исследователи, в свою очередь, рассматривают сервитизацию как элемент комплексного подхода к предоставлению разнообразных услуг клиентам [328].

В целях углубления процессов сервитизации, повышения ее коммуникативности требуется увязать сетевые изменения в рамках инновационных бизнес-моделей промышленных предприятий с цифровыми информационными сервисами на всем жизненном цикле создания инноваций, с внедрением в инновационные процессы «умного» оборудования, промышленного интернета вещей, интеллектуальной собственности, в процессы формирования, кастомизации и индивидуализации инновационного продукта и его коммерциализации.

Исследователи в области бизнеса, потребительского поведения и маркетинга сходятся в одном: собственно продукт перестает быть главным. Все большее

значение приобретают ценности и смыслы, которые клиент связывает с продуктом. На первый план выходит пользовательский опыт, а вслед за этим формируются и индивидуальные запросы [369]. Отсюда цифровая сервитизация выступает направлением дифференциации продукции, т.е. предприятия осуществляют цифровую сервитизацию в целях оказания клиентам новых комплексных решений по созданию новой ценности [368].

В настоящее время имеется 3 ключевых направления становления и развития цифровой сервитизации в промышленности на основе организации и использования сетевых коммуникаций:

- услуги, сопровождающие предложение продукции в виде интеллектуальных приложений [362];
- услуги облачных сервисов, дополняющие выпускаемую продукцию [367];
- услуги послепродажного обслуживания и сопровождения продукции с помощью виртуальной и дополненной реальности [371].

В комплексе данные направления представляют собой цифровую экосистему промышленных предприятий, организованную на основе сетевизации. Также отметим, что цифровые бизнес-модели сервитизации представляют услуги, поддерживающие реализацию продукции предприятия или реализуемую продукцию, базирующуюся на современных цифровых решениях.

Концепция формирования сервисных коммуникаций (коммуникационной сервитизации) в рамках КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ предполагает интеграцию цифровых технологий для повышения эффективности управления бизнес-процессами, развития инноваций и обеспечения технологического суверенитета. Эта концепция базируется на принципах цифровизации, когнитивных технологий, цифровизации бизнес-процессов и развития компетенций участников промышленного сектора (рисунок 4.8).

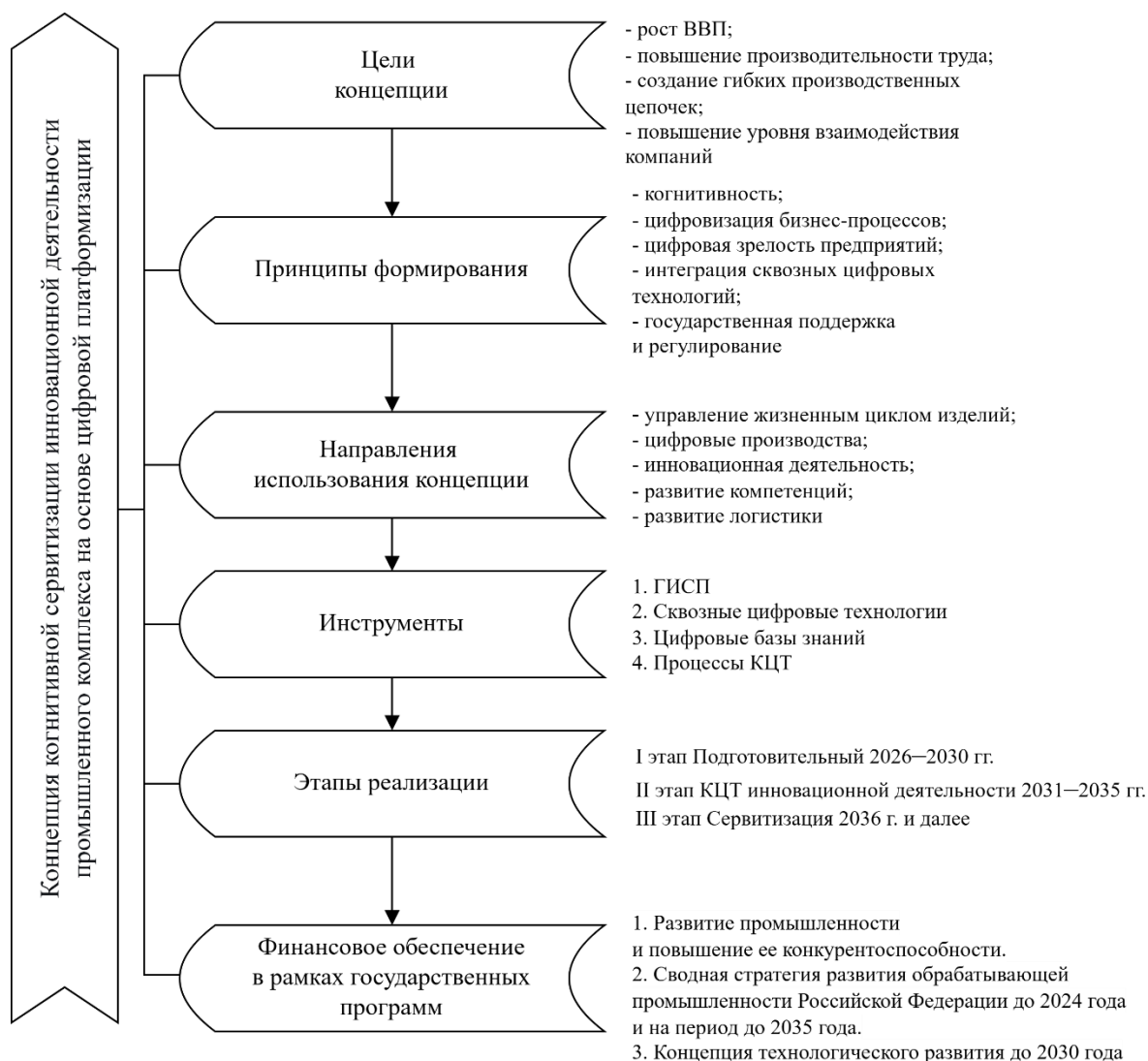


Рисунок 4.8 – Концепция когнитивной сервитизации инновационной деятельности промышленного комплекса на основе цифровой платформизации

Примечание – Разработано автором.

Когнитивная составляющая концепции, помимо принципа «когнитивность», реализуется через следующие направления: нейросетевая аналитика инновационных процессов, ИИ-прогнозирование успеха инноваций, когнитивные ассистенты для поддержки принятия решений, а также когнитивные оркестраторы производственных заданий. Данные сервисы обеспечивают интеллектуальную обработку больших данных, выявление скрытых закономерностей и адаптивное управление инновационной деятельностью.

Цели, принципы формирования, ключевые направления использования предлагаемой концепции, а также инструменты и технологии отражены на рисунке 4.8.

Предлагаемая концепция сервитизации компенсирует утрату конкурентных преимуществ предприятий в цепочке создания стоимости вследствие гомогенизации выпускаемой продукции, создавая новые возможности для повышения прибыли [377].

Использование концепции сервисных коммуникаций в рамках КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса (концепции коммуникационной сервитизации) представляет собой уникальный ресурс, согласно которому предприятие не только производит продукцию, но и создает, в том числе приобретает, сопутствующие услуги (аутсорсинг) по стимулированию ее производства, повышению качества и объемов реализации. Они могут предлагаться в «комплекте» с товаром. Формируемые предприятием услуги могут быть базовыми, улучшающими продукцию или расширенными – улучшающими возможности производственной и инновационной деятельности. Виды предлагаемых услуг цифровой сервитизации промышленных предприятий в цепочке формирования стоимости продукции предприятия представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Виды услуг цифровой сервитизации промышленных предприятий в цепочке формирования стоимости продукции

Услуги по стадиям производства	Перечень услуг
Услуги по созданию производства и организации деятельности	1. Деловые услуги. 2. Лицензирование. 3. Землеотведение. 4. Подключение промышленных мощностей и пр.
Предпроизводственные услуги	1. Услуги по закупке оборудования. 2. Услуги по набору персонала. 3. Услуги по организации производства. 4. Обеспечение безопасности. 5. Налаживание связей с контрагентами
Производственные услуги	1. Технологические услуги. 2. Инжиниринговые сервисы. 3. Техническое тестирование оборудования. 4. Услуги переработки и утилизации отходов. 5. Услуги по охране окружающей среды и пр.
Инновационные услуги	1. Услуги по разработке инновационных проектов. 2. Услуги НИОКР. 3. Услуги коммерциализации. 4. Финансовые услуги и пр.

Окончание таблицы 4.5

Услуги по стадиям производства	Перечень услуг
Постпроизводственные услуги	1. Организация логистики. 2. Услуги по введению в эксплуатацию объектов. 3. Оптовая и розничная торговля
Постпродажные услуги	1. Гарантийное и послегарантийное обслуживание (ремонт, техническая поддержка). 2. Сервисное обслуживание продукции (плановое ТО, модернизация). 3. Лизинг и аренда. 4. Страхование. 5. Консалтинговые услуги. 6. Финансовые услуги
«Бэк-офис»-услуги	1. Административные услуги. 2. Услуги по обслуживанию клиентов
Примечание – Разработано автором	

Оказание цифровых продуктово-сервисных услуг промышленными предприятиями имеет индивидуальный характер, что в наибольшей мере способствует учету потребительских предпочтений клиентов, повышая их лояльность и выбор компании для приобретения продукции [361]. В случае успешной реализации продукции данные услуги будут являться важнейшим источником доходов предприятия, поддерживая его устойчивое развитие.

Реализация концепции сопряжена с рядом вызовов и ограничений. К их числу относятся: необходимость высокого уровня цифровой зрелости предприятий и наличия у персонала соответствующих компетенций; стремительное развитие цифровых технологий, осложняющее точное планирование трансформационных проектов, а также потребность в гибкой системе управления, обусловленная высокой скоростью обновления технологий и методов их внедрения.

Таким образом, концепция сервисной коммуникации (сервитизации) в рамках КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ направлена на создание интегрированной, адаптивной и технологически развитой промышленной экосистемы, способной к инновационному развитию и обеспечению технологического суверенитета.

В условиях современной реальности, характеризующейся существенной конкуренцией на рынке, КЦТ инновационной деятельности промышленного

комплекса, осуществляемая в том числе и за счет организации сетевых взаимосвязей, позволяет оперативно реализовать большой объем бизнес-задач, таких как:

- обеспечение безопасности производства, повышение качества продукции и увеличение ее защищенности;
- увеличение гибкости производственных процессов и оперативности вывода новой продукции на рынок;
- минимизация несанкционированного доступа и хакерских атак на IT-инфраструктуру предприятия, влияющих на непрерывность производственных процессов;
- улучшение условий труда путем оптимизации производственных процессов.

Функционал сервисных коммуникаций цифровой платформы представлен на рисунке 4.9.

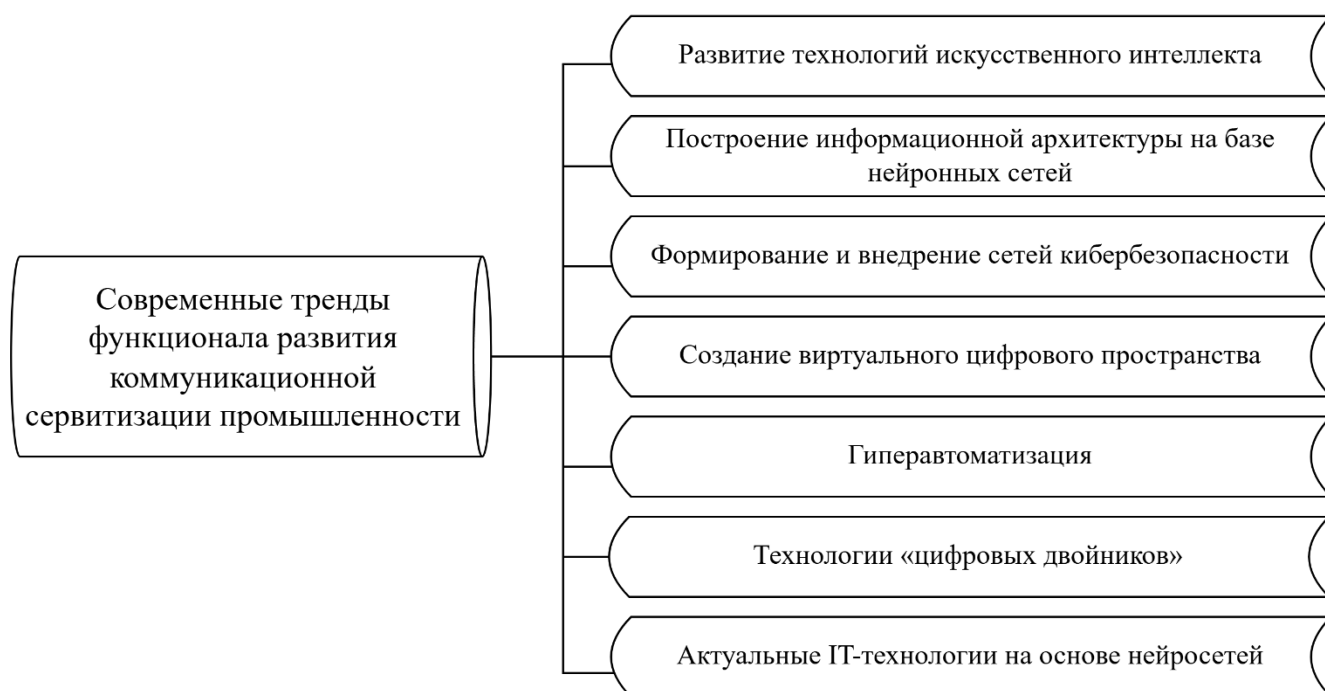


Рисунок 4.9 – Функционал коммуникационной сервитизации цифровой платформы

Примечание – Разработано автором.

На рисунке представлено, что функционал коммуникационной составляющей сервитизации отражается в цифровых процессах и процессах сетевизации, повышающих степень коммуникационных возможностей предприятий.

На первом месте среди современных общемировых трендов коммуникационной сервитизации промышленности находятся облачные платформы, решающие задачи по предоставлению услуг обеспечения непрерывности, оптимизации бизнес-процессов и защиты IT-инфраструктуры. Используя их, промышленные предприятия имеют возможность по обработке больших объемов данных, применению аналитики и цифрового моделирования для обработки информации.

Современные тренды коммуникационной сервитизации промышленного комплекса РФ представлены на рисунке 4.10.

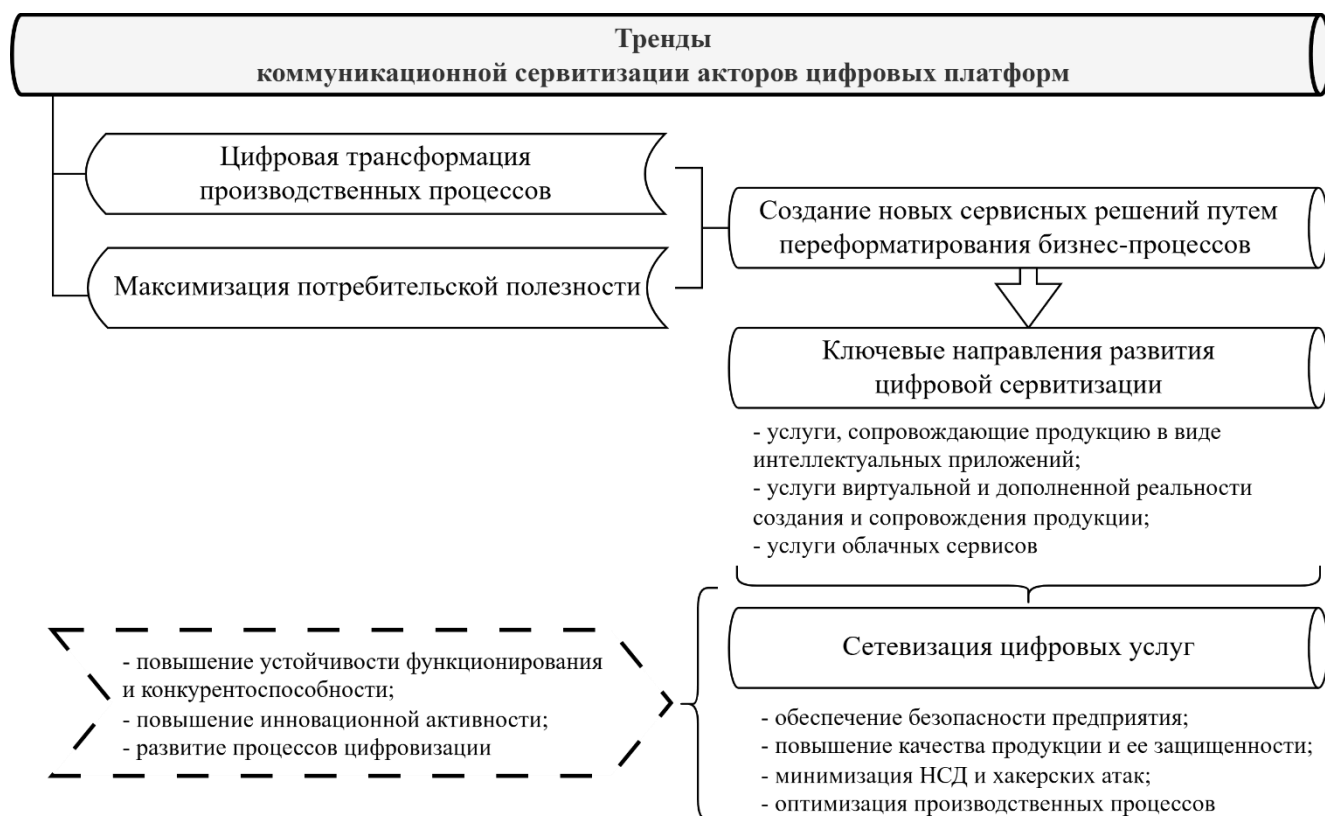


Рисунок 4.10 – Современные тренды коммуникационной сервитизации промышленного комплекса РФ

Примечание – Разработано автором.

Рисунок 4.10 иллюстрирует ключевые тренды, среди которых выделяются:

- внедрение технологий искусственного интеллекта, направленное на углубление оптимизации и автоматизации производственных процессов;
- технологии Data Fabric, предполагающие построение информационной архитектуры на базе нейросетевых и ИИ-решений и обеспечивающие повышение доступности данных;
- развитие сетей кибербезопасности, осуществляющих защиту всех сетей, приложений и устройств на предприятии от негативного внешнего воздействия, риска взломов и успешности DDoS-атак;
- создание виртуального цифрового пространства «Metaverse» («Метавселенная») для повышения возможности взаимодействия персонала предприятия между собой и с объектами цифровизации за счет аватаров (smart-фоны, VR-очки, шлемы и пр.);
- гиперавтоматизация, строящаяся на интеграции машинного обучения, программных решений и средств роботизации с привлечением технологий искусственного интеллекта и платформенных приложений. Ее внедрение позволяет сократить долю рутинного труда и устранить разрывы в цепочках автоматизированного производства;
- цифровые двойники – виртуальные копии производственной среды, актуализируемые в режиме реального времени. Они служат инструментом для широкого спектра задач: прогнозирования деятельности предприятия, планирования его развития, тестирования производственных процессов на виртуальной модели и выявления ошибок до их появления на реальном объекте;
- развитие актуальных IT-технологий для промышленных предприятий на основе нейросетей.

В исследованиях, представленных иностранными источниками, рынок сервитизации отражает динамику устойчивого роста. По оценкам экспертов, его объемы достигнут 33 млрд евро по состоянию на конец 2025 г. (в 2016 г. данный показатель составлял 4,5 млрд евро) [343]. Вследствие этого промышленные предприятия стремятся к реализации бизнес-моделей, ориентированных на услуги,

так как данные сервисные контракты гарантируют получение дополнительного дохода. Объем используемых сервисов российской обрабатывающей промышленностью представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Объем используемых сервисов российской обрабатывающей промышленностью, % от общего числа используемых услуг

Виды сервисов	Объем предоставляемых услуг, %
Реализация продукции (оптовая и розничная торговля)	41,5
Услуги строительства	13,5
Аренда, лизинг и операции с недвижимостью	6,6
Техническое обслуживание, ремонт, услуги технологического сервиса	5,4
Транспортные услуги	5
Консалтинговые услуги	4,8
НИОКР и инжиниринг	4,8
Складирование и логистические услуги	4,5
Услуги по развитию бизнеса	4,5
Услуги по развитию культуры предприятия	4,3
Информационные услуги	2,4
Реклама	2
Финансовые услуги	0,4
Услуги повышения квалификации персонала	0,4
Примечание – Составлено автором на основе [262]	

Таким образом, реализация потенциала цифровой сервитизации промышленными предприятиями в целях расширения сервисных процессов и усиления коммуникативности требует формирования новых инновационных бизнес-моделей, интегрированных с цифровыми информационными сервисами. Такие модели открывают следующие возможности:

- преодоление ограничений в построении потребительских цепочек ценности, обусловленных разрывом глобальных экономических связей;
- повышение адаптивности промышленных предприятий к динамично меняющимся потребительским запросам;
- повышение оптимальности использования ресурсной базы предприятий с их ориентацией на направления функционирования, обеспечивающие создание наибольшей ценности продукции для потребителей;
- повышение условий по привлечению новых клиентов и выход на новые рынки;
- увеличение лояльности клиентов к данной компании.

4.3 Методология формализации процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных экосистем

Под промышленной экосистемой в данном контексте понимается совокупность взаимосвязанных участников инновационной деятельности (промышленные предприятия, научно-исследовательские институты, государственные структуры) на базе цифровых платформ.

На сегодняшний день единого понимания формализации процессов КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса не существует. Категория «цифровая трансформация инновационной деятельности» может использоваться в отношении предприятий, отрасли, государства и пр. По мнению автора, методология формализации процессов КЦТ инновационной деятельности промышленных предприятий связана с использованием когнитивных технологий и подходов, которые позволяют анализировать, моделировать и поддерживать принятие решений в условиях динамичности, сложности и неопределенности инновационных процессов.

Согласно мнению коллектива авторов Е.С. Бирюкова, И.А. Калининой, Ю.В. Ляндау, В.В. Масленникова, Е.В. Поповой, цифровая трансформация промышленного предприятия заключается в переходе аналоговой структуры управления в цифровую и отражает сквозное применение цифровых технологий для эффективного взаимодействия субъекта и объекта управления [301].

По мнению Ю.В. Забайкина, Ю.С. Капитоновой, М.Ф. Харламова, формализация процессов цифровой трансформации представляет собой фундаментальное переосмысление того, как работает организация и как она взаимодействует с окружающей средой [105].

Зарубежные исследователи (Н.Ф. Аяла, Л.С. Даленогар, А.Г. Франк) рассматривают формализацию в рамках концепции «умного производства»,

предполагающей интеграцию жизненного цикла продукта с изменением способов деятельности персонала и цепочек поставок [329].

Обобщая приведенные подходы, автор предлагает следующее определение: формализация процессов когнитивно-цифровой трансформации (КЦТ) инновационной деятельности – это представление инновационных процессов в виде структурированных когнитивных моделей (когнитивных карт), допускающих количественный анализ, сценарное прогнозирование и поддержку принятия решений в условиях динамичности и неопределенности.

На основании данных положений автором предлагается разработка методологии формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем (рисунок 4.11).



Рисунок 4.11 – Методология формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем

Примечание – Разработано автором.

Основными элементами методологии, представленной на рисунке 4.11, являются: когнитивная структуризация функционирования системы; структурный анализ когнитивной модели; сценарное моделирование (сравнительный анализ развития ситуации); интеграция с другими технологиями (поддержка принятия решений на основе использования знаниевых технологий, технологий сетевого моделирования, информационных систем, имитационных технологий).

Пример построения когнитивной карты для промышленного предприятия (на примере ПАО «КуйбышевАзот») приведен в приложении Г. Методика построения включает в себя следующие этапы:

- выявление ключевых факторов инновационной деятельности предприятия (на основе экспертных интервью и анализа статистических данных);
- определение причинно-следственных связей между факторами (с использованием метода парных сравнений);
- построение графа когнитивной карты и оценка весов связей;
- анализ сценариев развития инновационной деятельности при различных управляющих воздействиях.

Особенностями применения методологии в контексте инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса являются: учет специфики инновационной деятельности; работа со слабоструктурированными ситуациями (когнитивные модели позволяют исследовать поведение сложных, плохо определенных систем, которые не поддаются точному математическому анализу); поддержка принятия решений в динамических условиях; учет когнитивных факторов производства.

Ограничения в использовании методологии – недостаточность данных, невозможность точного прогноза, лингвистический формат результатов.

Таким образом, методология формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем требует сочетания качественных аналитических методов с возможностью интеграции с современными технологическими

инструментами для повышения эффективности управления инновационными процессами.

Анализируя внутреннюю среду промышленной экосистемы, осуществляющей цифровую трансформацию, необходимо отразить инструментарий, который используется для внедрения цифровых технологий, т.е. создать механизм формализации процессов КЦТ применительно к предприятию. Автором предлагается рассмотреть понятия методологии и механизма внедрения процессов цифровой трансформации в промышленное предприятие с точки зрения развития цифровой экономики РФ.

Механизм формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем представляет собой комплекс методов и средств воздействия на экономические процессы с целью их организации, внедрения и регулирования. Помимо этого, механизм трактуется как система взаимосвязей между экономическими процессами, объединяющая организационные, управленческие, экономические и хозяйственно-правовые отношения, а также совокупность методов, способов и форм их реализации, направленных на достижение конкретных задач.

В контексте внедрения и реализации процессов цифровой трансформации механизм формализации трактуется как совокупность организационных форм, методов и инструментов воздействия цифровых технологий на структуру, функции и управленческую систему предприятия. Субъектом управления в данном случае выступает управляющее воздействие (решение руководства о внедрении цифровых технологий), объектом – система управления предприятиями, на которую направлено соответствующее воздействие механизма.

Механизм формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях становления инновационных промышленных экосистем представляет собой синтез организационных, управленческих и экономических мер воздействия на промышленный комплекс и его систему управления в рамках внедрения когнитивно-цифровых технологий. В ходе реализации процессов когнитивно-цифровой трансформации происходит формирование новой бизнес-

модели функционирования цифрового предприятия с последующим созданием цифровой «экосистемы данных».

Цифровая экосистема представляет собой клиентоцентричную бизнес-модель, объединяющую внешние и внутренние направления деятельности предприятия, охватывающие различные отрасли и рыночные ниши, и создающую единое цифровое пространство в промышленном секторе. В контексте механизма формализации КЦТ под экосистемой данных понимается технологическая реализация этой модели – совокупность взаимосвязанных цифровых технологий, сетевых ресурсов, системных и пользовательских приложений, обеспечивающих сбор, хранение, обработку данных и обмен данными между участниками экосистемы.

К числу современных инструментов теории управления относятся гибкие и нелинейные системы управления, цифровые платформы и цифровые экосистемы предприятий промышленного комплекса. Результатами механизма внедрения и реализации процессов цифровой трансформации на промышленных предприятиях выступают: оцифровка технологических процессов, повышение эффективности производства и производительности труда, сокращение производственных и транзакционных издержек, оптимизация управленческих процессов, развитие бизнес-процессов предприятий и другие направления.

Основную роль в механизме формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем играет информация, получаемая от различных источников, в том числе и источников промышленного интернета вещей, представляющих собой объекты информатизации. Качественный организационно-экономический механизм формализации процессов цифровой трансформации строится с учетом того, что промышленная экосистема прошла весь путь цифровой трансформации: оцифровку предприятий и технологий, цифровизацию производства и выпускаемой продукции, создание многопрофильных цифровых платформ и цифровых экосистем.

На рисунке 4.12 представлена структурно-логическая схема механизма формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем.

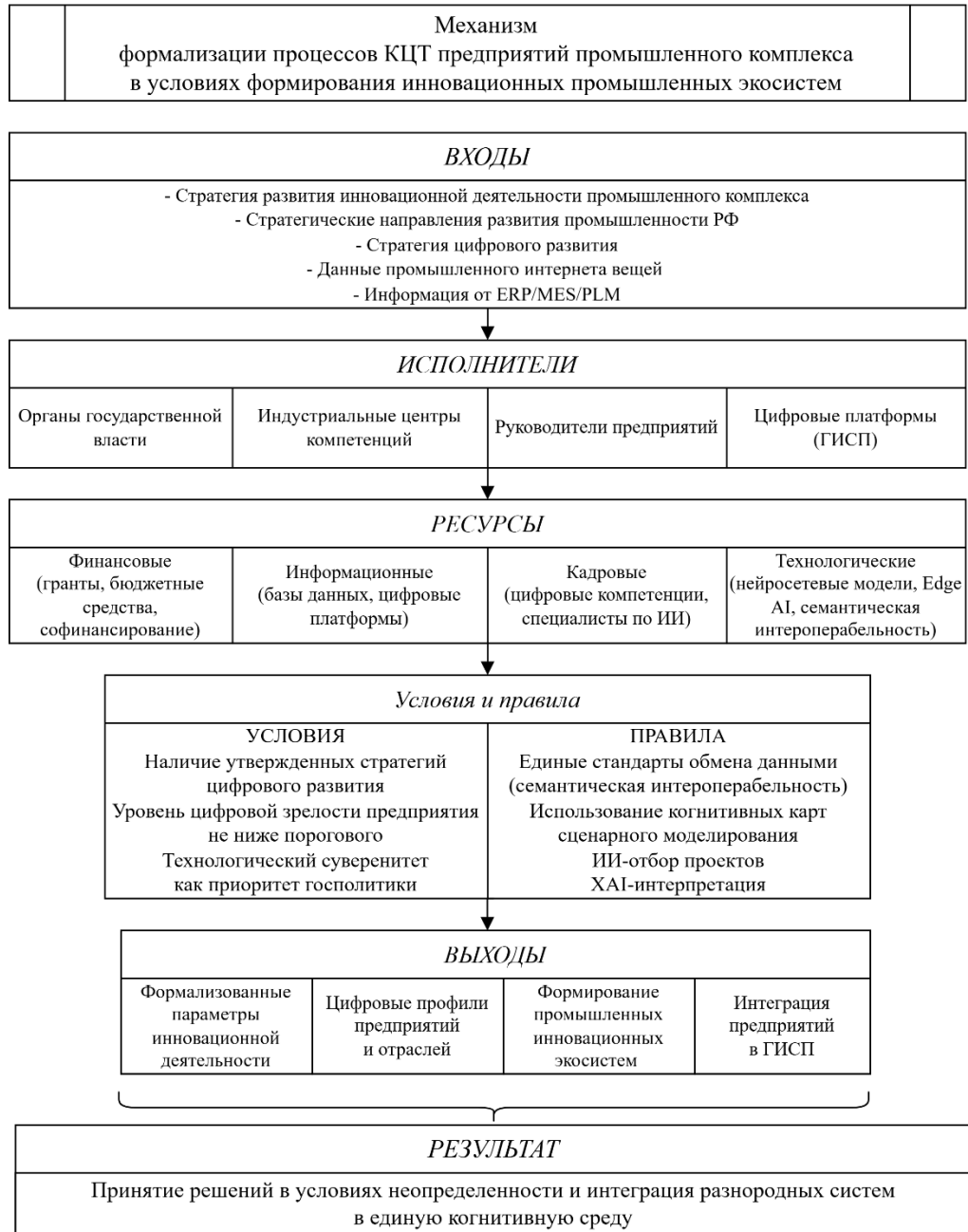


Рисунок 4.12 – Механизм формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем

Примечание – Разработано автором.

Методология формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем представляет собой совокупность экономических и организационных методов, способов, инструментов и управленческих воздействий, направленных на структурирование параметров и правил инновационной деятельности, обеспечивающих интеграцию предприятий в цифровые экосистемы и их когнитивно-цифровую трансформацию в соответствии с приоритетами технологического суверенитета и стратегией цифрового развития государства (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Обоснование необходимости формализации процессов когнитивно-цифровой трансформации

Диагностический индикатор	Ограничения классической цифровой трансформации	Механизм формализации в рамках КЦТ
Выручка от продажи разработанных в рамках особо значимых проектов (ОЗП) решений – свыше 1,6 млрд руб.	Классическая ЦТ не решает проблему коммерциализации инноваций после завершения госпроектов	Сервитизация предлагает бизнес-модель «ИИ как услуга», обеспечивающую постоянный доход после завершения проекта
Количество ОЗП ~ 200 проектов	Классическая ЦТ не имеет формализованных критериев отбора проектов по приоритетности и ожидаемой эффективности	Формализация: четкие КРІ ИИЦЗ, пороговые значения, источники данных, владельцы, САРА-триггеры для каждого ОЗП
Количество завершённых ОЗП – 120 проектов (69% от отобранных)	Классическая ЦТ не обеспечивает прозрачного мониторинга выполнения проектов с прогнозированием рисков	Формализация через цифровые дашборды, нейросетевые модели прогнозирования рисков (точность 96%), единые стандарты отчетности
Количество предприятий, внедривших созданные ИТ-решения – более 930	Классическая ЦТ не формализует процесс тиражирования решений на отраслевом уровне	Формализация: стандартизация требований к внедрению, а именно API, цифровые регламенты, протоколы обмена данными, когнитивные ассистенты для адаптации
Налоговые поступления от реализованных проектов – более 4,9 млрд руб.	Классическая ЦТ не отслеживает экономическую эффективность проектов после их завершения	Формализованные КРІ с тремя порогами: целевой/предупреждающий/критический, привязка к САРА-триггерам, регулярный мониторинг налоговой отдачи
Примечание – Составлено автором на основе [106, 209]		

При разработке методологии внедрения и развития механизма процессов цифровой трансформации необходимо учитывать следующие факторы:

1. Целеполагание разработки и внедрения механизма процессов цифровой трансформации, предполагающее повышение эффективности производства, снижение издержек, улучшение качества продукции, выход предприятия на новые рынки и другие направления.

2. Разработка методологии и инструментария осуществления целей и задач:

– внедрение процессов цифровизации – оцифровка технологий и оборудования, внедрение промышленного интернета вещей, искусственный интеллект, аналитика больших данных и пр.;

- информатизация и автоматизация процессов производства;
- формирование и внедрение цифровых платформ предприятия;
- организация сетевых связей;
- обучение персонала навыкам работы с цифровыми технологиями.

3. Определение сектора внедрения цифровых трансформационных процессов:

- цифровизация структуры управления и бизнес-процессов компании;
- создание цифровых продуктов;
- формирование цифровой стратегии развития;
- оптимизация логистики и пр.

4. Определение необходимых кадровых и финансовых ресурсов:

– наличие квалифицированного кадрового состава по цифровизации;

– определение требуемых финансовых ресурсов для внедрения новых цифровых технологий и пр.

5. Учет имеющихся и потенциальных рисков:

- риски по формированию и внедрению цифровых технологий;
- риски и угрозы кибербезопасности;
- риски недостатка квалифицированного персонала;
- риски требуемого качества продукции и пр. [300].

Методологию формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем необходимо рассматривать в двух направлениях (рисунок 4.13).



Рисунок 4.13 – Виды методологий формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем

Примечание – Разработано автором.

Представленные на рисунке 4.13 виды методологии формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем отражают следующие направления:

– методология формализации процессов КЦТ на основе когнитивного моделирования, позволяющая структурировать слабоструктурированные инновационные ситуации и учитывать когнитивные факторы производства через построение когнитивных карт и сценарное моделирование;

– методология формализации процессов КЦТ на основе семантической интероперабельности, обеспечивающая обмен данными между разнородными системами (ERP, MES, PLM) без потери смыслового контекста и интеграцию предприятий в единую цифровую среду;

– инструментарий формализации, включающий в себя когнитивные карты, сценарное моделирование и семантическую интероперабельность, позволяющий формализовать параметры инновационной деятельности для их последующего анализа и моделирования.

Результатами реализации представленных направлений являются принятие управленческих решений в условиях неопределенности и интеграция разнородных систем в единую когнитивную среду, что обеспечивает устойчивость и конкурентоспособность предприятий промышленного комплекса в условиях цифровой экономики.

В настоящее время направления исследования методологических подходов к методологии формализации КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем ученые связывают с четвертой промышленной революцией, формированием и развитием «умной промышленности» в разрезе Индустрии 4.0, базирующейся на сетевых коммуникациях единого цифрового пространства в целях обмена информацией и данными, применения искусственного интеллекта, дополненной и виртуальной реальности, использования роботизированных систем в формате технологий «умного предприятия» с перспективой интеграции промышленных предприятий в единую цифровую сеть продукции и услуг – сеть сервитизации – промышленную экосистему [153].

При создании методологии формализации КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем вначале необходимо представить 3 ключевые характеристики, опережающие процессы функционирования входящих в них предприятий [172]:

– интеграционные процессы промышленности – формирование и развитие инновационных и других интеграционных объединений, ориентированных на производство «умной продукции» и «умных сервисов»;

- переход промышленных предприятий от функциональной модели развития к процессной, создание новых бизнес-моделей на основе инновационных бизнес-процессов;

- создание собственного пула потребителей продукции предприятия.

Базовыми элементами промышленного комплекса являются производственная ресурсная база, направленность специализации. Исходя из методологии формализации КЦТ инновационной деятельности промышленных экосистем, необходимо ориентироваться на ключевые измерения, детерминирующие деятельность промышленных предприятий:

- цель функционирования промышленности – удовлетворение потребностей внутреннего рынка;

- функционал промышленного комплекса РФ;

- сетевая среда функционирования [66].

С повышением роли процессов формализации КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем связаны не только направления их экономического роста, развития конкурентных преимуществ, повышение эффективности функционирования, но и риски, появляющиеся вследствие сокращения рабочих мест, повышение сложности выполняемых работ персонала и пр. Следовательно, необходимо создать методологию формализации КЦТ инновационной деятельности промышленных экосистем внедрения, направленную на адаптацию к новым технологическим вызовам, представленным в виде разработки и внедрения технологий интеллектуальной собственности и искусственного интеллекта, обработки больших массивов информации, технологий промышленного интернета вещей и др.

В данном разрезе актуализируется задача формализации методологического информационно-аналитического обеспечения для управления процессами КЦТ инновационной деятельности промышленных экосистем и их формализации, создания необходимого инструментария данных процессов (рисунок 4.14).



Рисунок 4.14 – Информационно-аналитическое обеспечение управления процессами КЦТ предприятий промышленного комплекса и их формализации в условиях формирования инновационных промышленных экосистем

Примечание – Разработано автором.

Инструментарий цифровых промышленных экосистем по внедрению КЦТ инновационной деятельности представлен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Инструментарий цифровых промышленных экосистем по внедрению КЦТ

Инструмент	Преимущества
Цифровая бизнес-модель	– гибкое управление путем оперативного изменения основных параметров; – значительная скорость реагирования на вариации рыночной среды
Цифровые технологии	– оптимизация бизнес-процессов в организации; – рациональное применение компетенций и ресурсов
Платформенные решения	– концентрация основных ресурсов платформы на «прорывных» направлениях функционирования предприятия; – сосредоточение ресурсов платформы на выпуске продукции с использованием сквозных и критических технологий; – платформенная интеграция различных отраслей, обеспечивающих условия для повышения эффективности деятельности и конкурентоспособности предприятий
Примечание – Разработано автором	

В настоящее время возможностей создания цифровых промышленных экосистем под платформами второго типа понимаются многосторонние цифровые бизнес-экосистемы, объединяющие несколько групп участников на основе цифровых платформ; они реализованы у 25–30% промышленных предприятий, на которых внедрены ERP-, SAP-, SCM- и CRM-системы [64]. В РФ в настоящий период внедрены и успешно функционируют цифровые платформы, созданные в рамках крупных промышленных корпораций: платформа управления производством ZПoT (ГК «Цифра»), единая цифровая платформа атомной отрасли «Атом-Платформа» (Госкорпорация «Росатом»), а также цифровые решения «Газпром нефти» на базе национальной открытой платформы промышленной автоматизации [73, 212].

Результаты исследования подтверждают, что внедрение автоматизированных решений для формализации КЦТ на предприятиях промышленного комплекса – в условиях становления инновационных экосистем и необходимости роста операционной эффективности – может стать значимым фактором их деятельности.

Однако сам по себе запуск IT-системы не дает полного эффекта. Требуется системный подход: наряду с техническим развертыванием необходимо перестраивать организационную структуру, корректировать бизнес-процессы, пересматривать кадровые политики. Только в таком случае удастся выйти на нужный уровень продуктивности и сформировать устойчивые конкурентные преимущества.

Ключевая цель повышения операционной эффективности – сделать использование всех видов ресурсов (материальных, финансовых, кадровых, информационных) более рациональным.

Современный ландшафт IT-решений для промышленности характеризуется наличием широкого спектра инструментов, среди которых особое место занимают микросервисные платформы операционного управления. Данные системы предоставляют предприятиям разветвленный функционал, позволяющий проводить углубленный анализ и вносить оперативные корректировки в ход производственных процессов. Практика применения таких платформ свидетельствует о положительной динамике по ряду ключевых показателей: отмечаются прирост производительности, сокращение ресурсопотребления,

улучшение качественных параметров выпускаемой продукции и укрепление системы производственной безопасности. Происходящие кардинальные изменения в промышленном производстве, связанные с формализацией процессов КЦТ и переходом предприятий на новые бизнес-модели, вызванным цифровой трансформацией экономики, обуславливают необходимость учета мировых тенденций в промышленности с ориентацией на цифровые инновационные тренды [254]. Несмотря на существенную государственную финансовую и технологическую поддержку инновационной модернизации промышленного комплекса, недостаточно внимания уделяется формализации механизмов цифровой трансформации на отечественных предприятиях [248].

Таким образом, в процессе исследования автором были предложены механизм и методология формализации процессов КЦТ предприятий промышленного комплекса в условиях формирования инновационных промышленных экосистем, использования цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей в данном механизме. Цифровые услуги, оказываемые данным механизмом, активно воздействуют на цифровое производство, предлагая новые бизнес-возможности и бизнес-инструменты, а цифровое производство предъявляет новые требования к качеству цифровых услуг.

Однако разработанная модель не постулирует автоматического положительного эффекта от КЦТ, а предоставляет инструмент для количественного сравнения показателей эффективности деятельности предприятия до и после внедрения когнитивно-цифровых технологий. В случае неудачной реализации трансформации модель фиксирует отсутствие роста выпуска и прибыли или их снижение, что является ее диагностической функцией.

В качестве итогового вывода можно заключить, что методология формализации КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса обеспечивает качественное улучшение всех производственных бизнес-процессов. Это достигается за счет внедрения современных управленческих концепций, адаптации действующих бизнес-моделей к условиям цифровой экономики, а также трансформации традиционного мышления персонала в сторону «цифрового».

Выводы по главе 4:

1. Предложены формирование и развитие цифровых платформ как инструмента цифровой трансформации промышленных экосистем, предназначенного для модернизации производственных бизнес-процессов, преобразования их в новую бизнес-модель, строящуюся на цифровых технологиях и данных, создающую дополнительную добавленную ценность, содействуя взаимосвязям производственных участков, а также предприятий между собой.

2. Предложен «подрывной» сценарий трансформации цифровых платформ, актуализированы инструменты и платформенные сервисы цифровой трансформации развития инновационной деятельности на основе цифровой платформы.

3. Сформулированы концептуальные положения, определяющие методологию государственного регулирования цифровых платформ. Кроме того, предложена методологическая модель, ориентированная на формирование цифровой инновационной экосистемы и применение цифровых платформ в качестве инструментария трансформации промышленных экосистем.

4. Обоснована концептуальная модель формирования сервисных коммуникаций (сервитизации) КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ, базирующаяся на цифровой платформизации. В рамках данной концепции проведены разграничение и содержательное раскрытие понятий цифровой трансформации и цифровой сервитизации.

5. Раскрыты функционал коммуникационной сервитизации цифровой платформы и современные тренды коммуникационной сервитизации промышленного комплекса РФ.

6. Разработаны методология и механизм внедрения и реализации процессов КЦТ промышленного комплекса на основе технологий цифровых платформ.

7. Предложена методология формализации процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных экосистем.

8. Раскрыты основные компоненты и методологические процессы механизма формализации и развития КЦТ инновационной деятельности промышленных экосистем.

5 РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ, ИНСТРУМЕНТАРИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ КОГНИТИВНО-ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

5.1 Методология развития инструментария институционального обеспечения платформы когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных предприятий

На современном этапе функционирования промышленных предприятий потребность в интенсификации и экономическом росте обуславливает переход промышленного комплекса России на качественно иной уровень развития – цифровизацию. Именно промышленность, в полной мере представляющая реальный сектор экономики, выступает базисом для формирования новой экономической модели государства, обеспечивающей решение социальных задач и достижение общественно значимых целей, которые являются приоритетными направлениями государственной политики. Отсюда следует необходимость стимулирования развития промышленного комплекса как государственными, так и региональными властями.

Главный фактор формирования современных территориально-производственных комплексов на основе цифровизации, цифровых платформ и цифровых экосистем – стремление промышленности к повышению конкурентоспособности, поскольку данные формы интеграции предоставляют возможность оперативно реагировать на рыночную конъюнктуру и запросы потребителей за счет разработки новых инновационных решений.

Однако следует заметить, что для реализации синергетического эффекта от регулирующего воздействия властных структур и инициатив топ-менеджмента предприятий в процессе осуществления КЦТ инновационной деятельности

требуется формирование обеспечивающих институциональных структур, а в конечном счете – методологии развития инструментария и технологий институционального обеспечения платформы КЦТ инновационной деятельности промышленных предприятий.

Нестабильность геополитической составляющей, обострение глобальной конкуренции на рынке, ограничения в использовании ресурсов и технологий заставили отечественных ученых и практиков перейти на инновационную модель развития отечественной экономики, позволяющую промышленным предприятиям иметь конкурентное преимущество в длительных периодах, через инструментарий КЦТ инновационной деятельности предприятий. Данный процесс представляет собой переход промышленного предприятия на автоматизированное цифровое производство, которое управляется «умными» системами, сводящийся к переводу всей информации в доступную цифровую среду [299].

Главная роль в мировой экономике при формировании цифровой структуры промышленного комплекса принадлежит государству. По мнению автора, это положение на первый взгляд противоречит классическим принципам рыночного хозяйствования, однако в условиях цифровой трансформации и санкционных ограничений активная роль государства оправдана необходимостью формирования технологического суверенитета. Именно государство выступает координатором создания критической цифровой инфраструктуры, разработки национальных стандартов и стимулирования импортозамещения в сфере промышленного ПО и оборудования, что в долгосрочной перспективе создает основу для устойчивого развития рыночных отношений.

Отсюда при организации процессов КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса следует, что взаимосвязь между предприятиями, формирующими свою цифровую структуру, и органами власти, базирующаяся на единой цифровой основе, требует организации системы поддержки предприятий со стороны государства, преференций, а в некоторых случаях и формирования структур государственно-частного партнерства. В конечном счете цифровизация повышает эффективность функционирования предприятия, увеличивает объемы

производства продукции, отраженные в его социально-экономических показателях.

Данные взаимосвязи и взаимодействия являются инструментом и технологиями регулирования процессов КЦТ инновационной деятельности, что обуславливает первенство инициатив со стороны промышленных предприятий (частного сектора).

Исходя из вышеизложенного, в качестве значимой научно-прикладной задачи выступает разработка универсального инструментария стратегического планирования, применимого как к отдельным промышленным предприятиям, так и к их комплексам. Данный инструментарий может найти применение в целях методологического обеспечения институционального развития, включая механизмы государственной поддержки процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности России.

В связи с этим существенную актуальность приобретает моделирование процессов КЦТ промышленных комплексов, направленное на развитие цифровых платформ предприятий и определение траекторий их системного развития в условиях цифровизации. Как справедливо отмечают С.С. Голубев и М.А. Крещенко, «в институциональной экономической среде РФ стратегии цифровизации промышленных интегрированных структур могут выступить заменой ряда отсутствующих экономических институтов, которые делают поведение рыночных агентов эффективным и предсказуемым» [86]. Тем самым, в исследовании предлагается обоснование совместного инструментария модели КЦТ инновационной деятельности и институционального обеспечения, формируемого на основе цифровых платформ, в условиях цифровой трансформации, а также методологии управления развитием цифровых платформ с учетом инструментов институционального обеспечения промышленных предприятий.

Предлагаемая методология институционального обеспечения базируется на результатах главы 4, где обоснованы типы и модели цифровых платформ. Классификация цифровых платформ по функциональному предназначению (таблица 4.1) детерминирует выбор инструментария институциональной

поддержки в зависимости от типа платформы – научно-исследовательская, инновационно-внедренческая, инструментальная или инфраструктурная. Для научно-исследовательских платформ приоритетными инструментами институциональной поддержки являются грантовая поддержка и налоговые льготы для НИОКР; для инновационно-внедренческих – механизмы государственно-частного партнерства и субсидирование пилотных проектов; для инструментальных и инфраструктурных – стандартизация, сертификация и меры импортозамещения программного обеспечения.

Разграничение цифровых платформ и экосистем (таблица 4.2) учитывается при формировании контура институционального обеспечения, в рамках которого платформы выполняют функцию базовой инфраструктуры, а экосистемы – интегратора участников и сервисов.

Методология формирования цифровых платформ (рисунки 4.5–4.7) служит основой построения институциональной платформы КЦТ, дополняя ее инструментарием государственного регулирования и институтами поддержки.

Таким образом, разработанная методология институционального обеспечения не является автономной конструкцией, а логически развивает и дополняет платформенную архитектуру, представленную в главе 4, придавая ей институциональное измерение.

Под методологией развития инструментария институционального обеспечения платформы когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных предприятий автор понимает совокупность концептуальных подходов, принципов, методов и организационно-экономических инструментов, направленных на формирование, адаптацию и эволюцию когнитивно-ориентированных, а также интеллектуальных цифровых платформ, интегрирующих технологии искусственного интеллекта, нейросетевого прогнозирования и предиктивной аналитики. Данная методология обеспечивает координацию инновационной деятельности субъектов промышленного комплекса, снижение институциональных и транзакционных издержек, минимизацию когнитивных рисков и создание долгосрочных стимулов для технологического

суверенитета и перехода к новому технологическому укладу, базирующемуся на принципах человеко-машинной коллаборации и когнитивной автоматизации.

Устойчивость социально-экономического развития экономики в большей мере определяется параметрами институциональной среды, состоящей из системы норм, правил, традиций, форм поведения субъектов хозяйствования, а также структурированием информации, носящей формальный и неформальный характер. Данные параметры создают систему стимулов инновационной активности промышленных предприятий и в существенной мере определяют возможный выбор целей и инструментов цифровой трансформации (формальных и неформальных), а также способов и затрат на достижение цели промышленными предприятиями.

Методология развития инструментария институционального обеспечения платформы КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса направлена на устойчивое развитие НИС и РИС на основе синтеза подходов, связанных с институтами-организациями и институтами-правилами (нормами) [202].

Методология развития инструментария институционального обеспечения платформы КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса определяет построение цифровых платформ, включающих в себя субъекты хозяйствования упорядоченных и устойчивых взаимосвязей, позволяющих инициировать, обеспечивать ресурсами, осуществлять и оценивать процессы производства на цифровой основе. Отсюда промышленный комплекс РФ представляет собой социально-экономическую институциональную среду, реализующую функции воспроизводства, в которой параметрами устойчивости и сбалансированности развития являются:

- сбалансированность целей государства и промышленных предприятий;
- цифровая трансформация производственных процессов и общественных отношений;
- сформированность правовой, нормативной, инновационной, социокультурной и экологической среды;
- наличие региональной стратегии цифровизации промышленного комплекса государства.

Формирование и развитие цифровой экономики в РФ самым существенным образом определяются состоянием институциональной среды, не только создающей нормы и правила экономической деятельности, но и представляющей собой комплекс экономических, политических, социальных и прочих норм и правил, формирующих взаимоотношения между субъектами цифровой трансформации экономики. Институциональная среда КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса выполняет целый ряд новых функций, присущих цифровой экономике:

- функция сетевой интеграции промышленных предприятий, отражающая организационное сближение и системное объединение участников цифровой трансформации;
- функция информационной ориентации промышленных предприятий относительно перспектив и возможностей осуществления определенных цифровых трансакций;
- функция стимулирования субъектов хозяйствования, функционирующих в сфере цифровой экономики;
- функция создания дополнительной прибыли промышленными субъектами цифровой экономики, определяющаяся результатами их специализации;
- функция дифференциации – устранение неравенства между регионами в сфере цифровизации и экономического развития;
- социальная функция – повышение уровня и качества жизни населения регионов и государства в целом.

Институциональная теория утверждает, что любая институциональная среда формирует определенный уровень транзакционных издержек, структура которых отражает формы и механизмы организации предпринимательской деятельности различных видов. В случае низкого уровня предоставляемых институциональных услуг существенно повышаются транзакционные издержки, затрагивающие интересы прежде всего промышленного сектора, в силу специфики деятельности и влияния факторов микро-, мезо- и макроэкономической среды. Транзакционные издержки предприятий связаны с поиском инвесторов, формированием спроса на производимую продукцию, качества продукции, значительным налоговым

бременем и пр. Выявление и нейтрализация данных факторов происходят вследствие воздействия институциональной среды, особенно под влиянием процессов цифровизации.

В контексте исследования автором приводятся основные подходы к понятию институциональной среды (Приложение Д).

Исходя из трактовок институциональной среды промышленного комплекса, в целях формирования методологии институционального обеспечения автором выделяется совокупность формальных и неформальных институтов, создающих контур функционирования в сфере промышленности. Контур институционального обеспечения включает в себя институты поддержки и развития цифровой трансформации (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Система институционального обеспечения когнитивно-цифровой трансформации предприятий промышленного комплекса на основе цифровых платформ

Примечание – Разработано автором.

На рисунке 5.1 отражено, что интегрирующим фактором формирования методологии, по мнению автора, является цифровая платформа, объединяющая в себе функционал институтов. Платформы при их интеграции выступают пространством для сетевого взаимодействия участников и позволяют

управляющей структуре платформы (государство или ГЧП) регулировать данные взаимодействия, оказывать поддержку и мотивировать персонал предприятий.

На первых порах создания цифровой институциональной платформы в целях ее определения в качестве государственной автором предлагается, что государство должно взять на себя основные функции в обеспечении функционирования данной платформы. Признаком отнесения институциональной цифровой платформы к государственной является факт участия государства в качестве владельца данной платформы или основным поставщиком услуг. В дальнейшем по мере развития деятельности институциональной платформы происходит ее преобразование в государственно-частную или частную цифровую платформу. По мнению автора, оптимальным будет создание государственно-частной платформы, вследствие того, что институты оказывают ряд государственных услуг, требующих регулирования.

Кроме этого, государство отвечает за функционирование платформы, принимает участие в ее деятельности и стимулирует формирование частных институциональных цифровых платформ в отраслях, где это экономически целесообразно. Целью государства является сохранение отраслевой конкуренции, а не создание за счет платформы отраслевого монополиста.

В качестве стимулов для формирования коммерческой институциональной цифровой платформы используются следующие инструменты:

- доступ к критически важным технологиям для создания цифровой платформы, инфраструктуре, данным из ГИС, реестрам, сервисам и пр.;
- льготные условия налогообложения, выделение государственных грантов и субсидий участникам;
- формирование саморегулируемых организаций, «регуляторных песочниц» участников;
- развитие отраслевых платформенных сервисов;
- государственные гарантии процессов взаимодействий участников платформы;

– формирование единых отраслевых стандартов, реализуемых на цифровой платформе (единая система отраслевых нормативов, требований, справочников к процессам производства, хранения, упаковки продукции);

– наличие механизмов урегулирования споров через платформу; и пр.

Одним из основных институтов, влияющих на развитие КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса, выступает институт инновационных процессов, включающий в себя как федеральные, так и региональные структуры.

К федеральным институтам относятся: «ДОМ.РФ», «Роснано», «Российская венчурная компания», «Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства», «Государственная корпорация развития «ВЭБ.РФ»», «Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий», «Российский фонд развития информационных технологий» и др.

К региональным институтам причисляются: инновационные центры, центры содействия инновациям, центры развития инновационных проектов, агентства стратегических инициатив, технопарки, технополисы и др. Данные институты формируют инновационную среду и выступают источником роста ВРП, развития конкурентоспособности, повышения благосостояния общества. В данной связи ключевыми задачами государственного регулирования должны явиться развитие институтов науки и технологий, образование и создание содействующих институциональных условий для развития инновационной деятельности.

Помимо всего прочего, основным институтом, влияющим на эффективное функционирование промышленных предприятий и содействие КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса, выступает институт промышленной политики, являющийся гарантом привлечения инвестиций, условием осуществления устойчивого и сбалансированного развития промышленного комплекса.

Эффективная промышленная политика направлена на обеспечение целевых положений и вызовов современного этапа развития экономики, создание условий для ее инновационно-ориентированного развития и роста. Выделяют следующие направления государственной политики, оказывающие влияние на промышленность

в контексте цифровой трансформации: инновационная, бюджетная, внешнеэкономическая, денежно-кредитная, налоговая, инвестиционная, политика национальной безопасности, образовательная, политика в области труда и занятости, кадровая, региональная, информационная, социальная.

Институт интеллектуальной собственности выполняет функцию институциональной основы для развития интеллектуальных технологий, включая инновационные разработки, и одновременно обеспечивает их правовую защиту. Уровень сформированности данного института выступает одним из ключевых факторов, определяющих траектории и темпы формирования цифровых платформ на промышленных предприятиях.

Институт цифровизации (цифрового развития) определяет приоритетные направления цифрового развития промышленности; отвечает за единую политику информатизации промышленного комплекса; обеспечивает общее руководство процессами цифровизации на предприятии, защиту информации и управление деятельностью по внедрению цифровых процессов и технологий на предприятии.

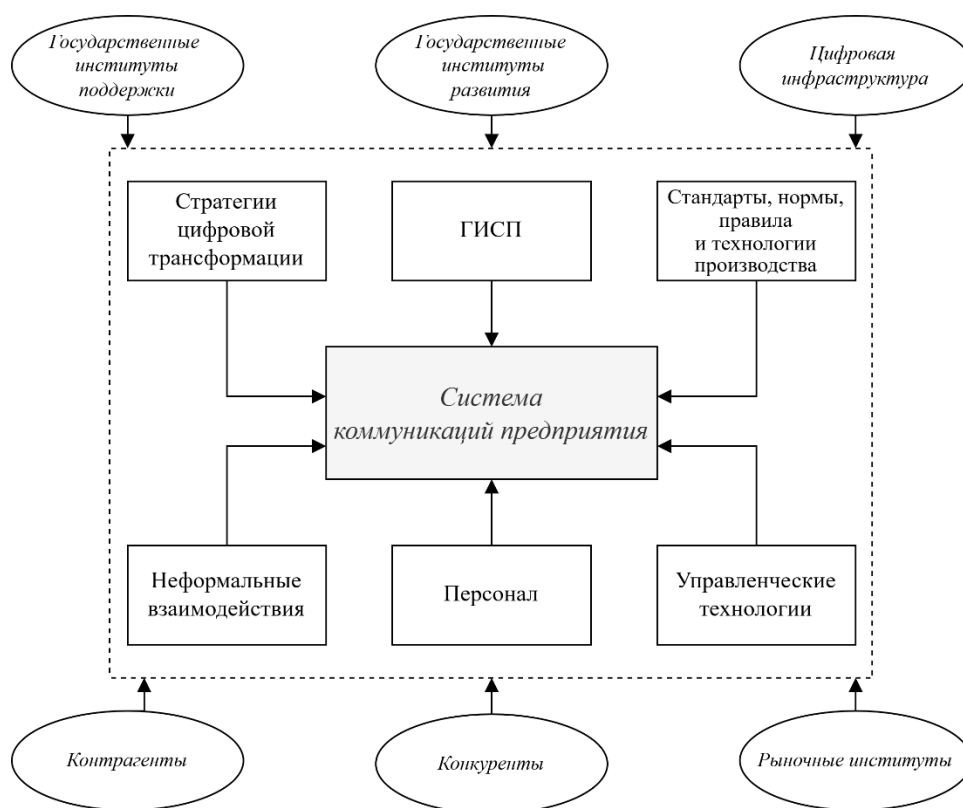
Нормативно-правовой институт обеспечивает формирование правовой базы предприятия в ходе разработки и реализации процессов цифровой трансформации промышленного комплекса.

Институт промышленного развития разрабатывает концептуальные и программные документы стратегического развития промышленности, промышленных кластеров и иных интегрированных структур, а также программы реструктуризации и диверсификации функционирования промышленных комплексов. Региональный уровень представлен гарантийными фондами (например, АО «Гарантийный фонд развития Самарской области»), промышленными парками, технопарками, технополисами, агентствами стратегических инициатив и другими институтами развития.

Институт экосистемного развития промышленности целесообразно рассматривать как единую площадку сервисов по привлечению инвестиций промышленного комплекса. Экосистемы институтов развития имеют тренд к постоянному расширению своей деятельности вследствие заинтересованности

акторов предоставляемыми функциями. В ряде субъектов РФ экосистемы формируются за счет интеграции цифровых платформ.

Институциональная среда, формируемая контуром цифрового обеспечения промышленного комплекса, приобретает ключевое значение при разработке механизмов регулирования промышленного развития с учетом отраслевых, технологических и территориальных особенностей, что создает условия для эффективной реализации инновационного и экономического потенциала. Исходя из значимости институциональной среды промышленного сектора, автором предлагается модель формирования институциональной платформы цифровой трансформации, интегрированной в общую платформу цифровизации предприятия, представляющую собой систему устойчивых корпоративных ценностей, норм, правил, алгоритмов, неформальных практик взаимодействия и технологий управления, формирующих информационную среду и содержание процессов производства, на основе государственной поддержки (рисунок 5.2).



**Рисунок 5.2 – Модель институциональной платформы КЦТ
инновационной деятельности промышленного комплекса**

Примечание – Разработано автором.

Модель строится на основе инструментов государственных институтов поддержки и развития с использованием элементов цифровой инфраструктуры.

Основными инструментами институциональной платформы КЦТ выступают:

- стратегия цифровой трансформации предприятия, включающая в себя приоритеты и индикаторы развития, цифровую и инновационную культуру предприятия;
- формальные стандарты, нормы, правила, технологии производства, формирующие ключевой каркас институтов и механизмов взаимодействия персонала на предприятии;
- комплекс неформальных институтов и сетевых взаимодействий предприятия, обеспечивающих и ускоряющих обмен информацией между работниками;
- управленческие технологии организации производственных процессов, являющиеся инструментальной базой института распорядительных взаимоотношений;
- ГИСП, являющаяся основой информационных данных для осуществления процессов цифровой трансформации, с набором инструментов интеллектуальной собственности, искусственного интеллекта и нейросетей.

В отличие от общей модели институциональной платформы (рисунок 5.2), на рисунке 5.3 представлена интегрированная модель, которая дополнительно содержит конкретные технологические компоненты: информационную систему интеллектуальной аналитики, технологии искусственного интеллекта, технологии развития платформы, комплекс целевых параметров деятельности предприятия и высокие технологии цифровых бизнес-процессов. Таким образом, рисунок 5.3 детализирует инструментарий реализации институциональной платформы, в то время как рисунок 5.2 отражает ее общую структуру и участников.

На рисунке 5.3 представлена модель интегрированной институциональной платформы цифровой трансформации промышленного предприятия, представляющая собой интеллектуальный инструментарий информатизации предприятия.

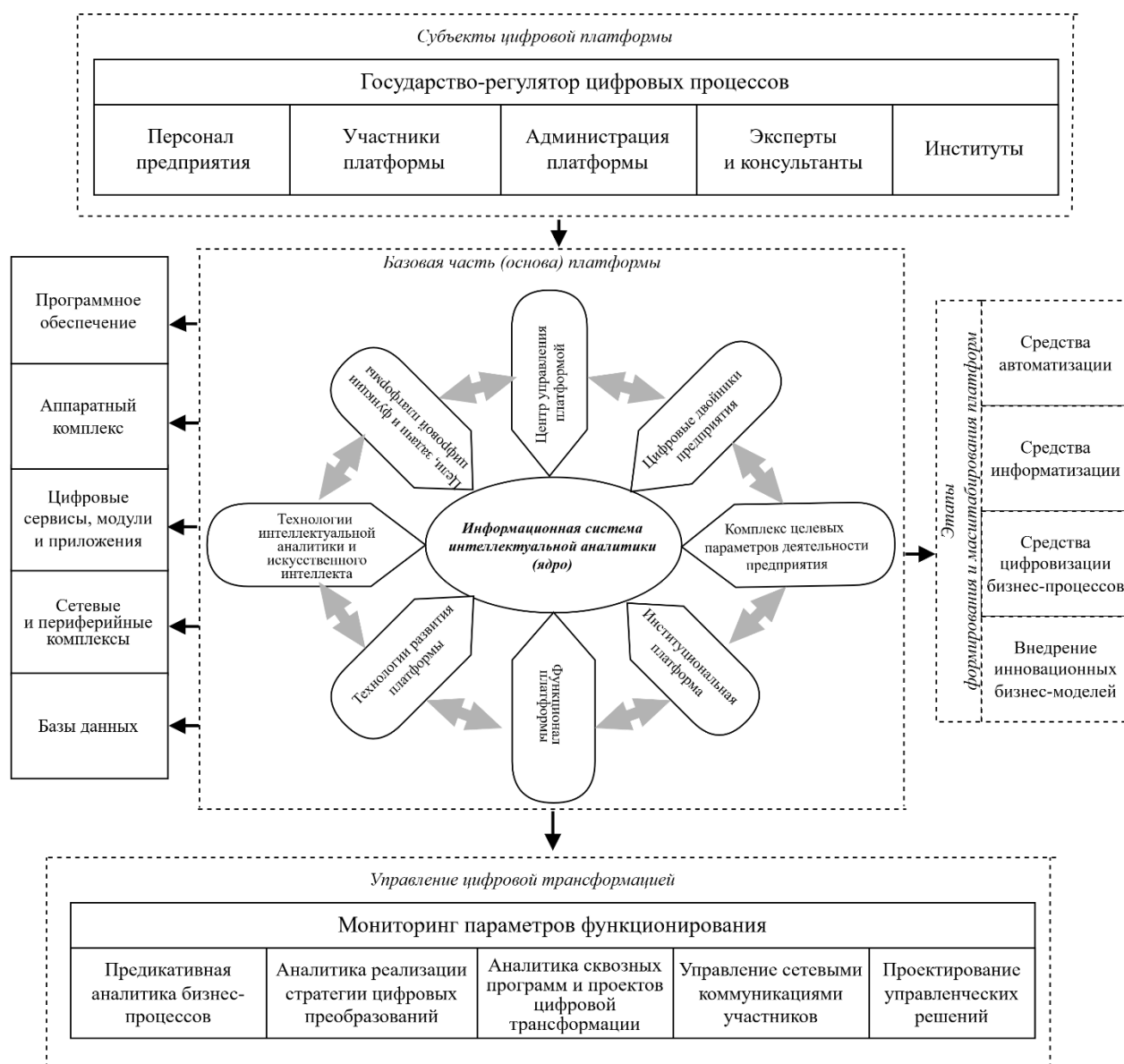


Рисунок 5.3 – Модель интегрированной институциональной платформы КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

Ключевыми блоками интегрированной институциональной платформы являются:

1. Институциональная платформа КЦТ предприятия – объединяет инструменты государственной поддержки и регулирования цифровой трансформации.

2. Информационная система интеллектуальной аналитики – обеспечивает сбор, обработку и анализ больших данных, включая предиктивную аналитику бизнес-процессов и оценку реализации стратегии цифровой трансформации.

3. Технологии искусственного интеллекта, включающие в себя нейросетевые модели, используемые для прогнозирования, оптимизации и поддержки управленческих решений.

4. Технологический блок развития платформы, обеспечивающий ее масштабируемость, адаптивные возможности и интеграционное сопряжение с внешними системами.

5. Комплекс целевых параметров деятельности предприятия, аккумулирующий ключевые показатели эффективности (KPI) цифровой трансформации.

6. Высокие технологии цифровых бизнес-процессов – включают в себя сквозные цифровые технологии (ИоТ, цифровые двойники, облачные вычисления и др.).

Центральным элементом платформы является информационная система интеллектуальной аналитики, которая связана со всеми остальными блоками и обеспечивает управление сетевыми процессами коммуникаций предприятия, контроль соответствия целевым параметрам, а также взаимоувязку стратегий, программ и проектов по бюджету и срокам реализации.

Таким образом, базовая часть цифровой платформы представляет собой интеграцию цифровой платформы и институциональной платформы КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса. В нашем случае базовая часть цифровой платформы включает в себя группу инструментов и технологий, применяемых в качестве основы для создания специализированной системы цифровых коммуникаций участников.

Ядром цифровой платформы является информационная система интеллектуальной аналитики, производящая аналитику больших данных информационно-коммуникационной среды:

- предиктивную аналитику цифровых бизнес-процессов предприятия;
- аналитику реализации стратегии цифровых преобразований предприятия;
- аналитику сквозных программ и проектов цифровой трансформации;
- управление сетевыми процессами коммуникаций предприятия;

– проектное управление инновационными и цифровыми процессами предприятия.

К функциям управления КЦТ относятся:

– аналитика процессов формирования и реализации стратегии цифровых преобразований предприятия;

– контроль и мониторинг показателей соответствия целевым параметрам;

– взаимоувязка стратегий, программ и проектов по бюджету и срокам.

Содержание методологии институционального обеспечения КЦТ и цифровых платформ промышленных предприятий включает в себя:

– определение эффективного инструментария институционального обеспечения цифровой трансформации промышленных предприятий;

– выбор и формирование эффективных институтов;

– освоение новых знаний, правил и компетенций;

– выбор модели институционального преобразования предприятия и продукции;

– формирование цифровой инновационной платформы или участие в ней;

– осуществление оптимизации предприятия и реинжиниринга бизнес-процессов;

– внедрение современных методов управления на основе интеллектуальной собственности;

– формирование стратегии цифрового развития предприятия;

– формирование методического подхода к виду и содержанию стратегии институционального обеспечения цифровой трансформации промышленного комплекса (стратегия опережающего развития, стратегия следования в тренде развития цифровизации, прорывная стратегия);

– оценку результатов деятельности.

Автором представлен алгоритм формирования методологии институционального обеспечения на основе реализации процессов КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса (рисунок 5.4).

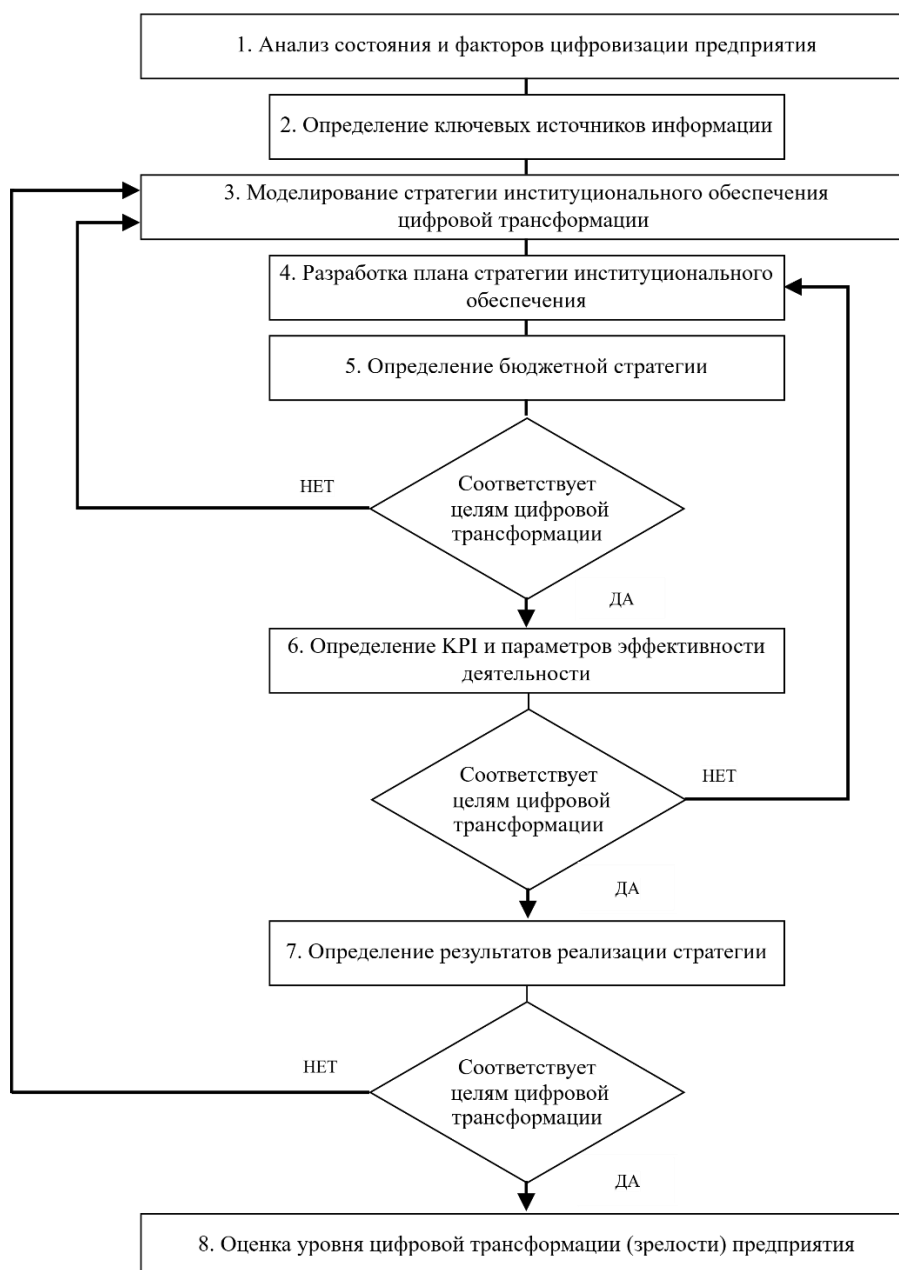


Рисунок 5.4 – Алгоритм формирования методологии институционального обеспечения на основе реализации процессов КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса

Примечание – Разработано автором.

При разработке алгоритма методологии институционального обеспечения концепции КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса требуется учесть:

– переход предприятия к платформенной организации деятельности на основе институционального обеспечения;

– то, что ключевым активом предприятия являются интегрированные цифровые информационно-аналитические платформы;

– повышение качества управления предприятием путем внедрения интеллектуальных систем поддержки управленческих решений, в том числе цифровых двойников и искусственного интеллекта;

– масштабирование процессов цифровой трансформации предприятия, ускоряющих создание цифровых интегрированных промышленных структур (кластеры, холдинги, ГЧП, промышленные экосистемы).

План реализации процессов институциональных преобразований промышленного предприятия представляет собой основное содержание методологии долгосрочной КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса и отражает практическую деятельность, направленную на изменение траектории цифрового развития предприятия.

Результаты реализации методологии развития инструментария институционального обеспечения платформы КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса отражают качественные и количественные достижения итогов институциональных преобразований промышленного предприятия и перевод его в новое конкурентоспособное состояние.

5.2 Концепция когнитивно-цифровой трансформации инноваций в промышленном комплексе РФ

В условиях геополитической нестабильности размываются границы между социально-экономическими системами различных уровней управления, и менеджменту предприятий приходится выстраивать новые модели производственной деятельности.

Формирование экосистемного подхода к управлению промышленными комплексами в условиях КЦТ считается наиболее эффективным с точки зрения эволюционных процессов в промышленности, поскольку он основывается на

процессах самоорганизации, повышения коммуникаций участников, на принципах партнерства, устойчивого развития производственной деятельности на условиях экологической и социальной политики и корпоративного управления.

Концепция когнитивно-цифровой трансформации инноваций в промышленном комплексе РФ с использованием экосистемного подхода достаточно широко представлена в современных исследованиях. В рамках парадигмы экосистемного подхода к управлению инновационной деятельностью промышленного комплекса аккумулируются научные достижения в области устойчивого развития и взаимодействия экономических систем. Данные системы функционируют на основе взаимовыгодности и производственной связности, что создает условия для моделирования траекторий их развития.

Многообразие экосистемных образований проявляется в широком спектре их организационно-типологических форм – цифровых, промышленных, инновационных, технологических и других. В орбиту данных структур вовлекаются предприятия и организации, представляющие различные отраслевые сегменты, научно-исследовательские институты и университетские комплексы, инновационные и научно-образовательные центры, интегрированные корпоративные образования, а также инфраструктурные проекты, включая концепцию «умных городов».

В условиях инновационно-технологического развития, повышения требований цифровизации промышленные предприятия стали осуществлять взаимодействие в рамках цифровых и инновационных платформ с их трансформацией в промышленные экосистемы, способствующие развитию производственной деятельности, обмену опытом, ресурсами и знаниями участников.

По данным ВШЭ, в 2024 г. 35% отечественных промышленных предприятий повысили инвестиции в технологическое и цифровое развитие [133].

По информации Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК), в 2025 г. отечественный рынок цифровых промышленных платформ достиг 200 млрд руб. [234].

По информации агентства «Gartner», к 2028 г. свыше 50% промышленных предприятий мира будут применять облачные платформы в целях внедрения бизнес-инициатив. Промышленные предприятия РФ также находятся в данном тренде,

внедряя адаптивные и гибкие инструменты автоматизации управления, аналитики больших данных, разработки отечественного программного обеспечения [234].

В 1993 г. Дж. Мур в статье «Хищники и жертва: новая эволюция конкуренции» ввел понятие «бизнес-экосистема», определив ее как экономическое сообщество хозяйствующих субъектов, которые совместно формируют производственные возможности и инновации. По мнению Дж. Мура, «предприятие выступает не как элемент отрасли, а как часть бизнес-экосистемы, включенной в несколько отраслей» [360]. Внутри данных отраслей (экосистемы) предприятия совместно формируют производственные возможности, используя инновации: осуществляют кооперацию деятельности, конкурируют друг с другом, развивают потребительские качества новых продуктов для удовлетворения запросов потребителей, осуществляют инновационную деятельность и диффузию инновационной продукции. Согласно положениям Дж. Мура, компоненты экосистемы эволюционируют в целях наибольшего удовлетворения потребностей рынка.

В условиях быстро изменяющегося рынка технологических и цифровых инноваций стратегия когнитивно-цифровой трансформации инноваций в промышленном комплексе РФ путем создания промышленных экосистем предоставляет предприятиям возможности более оперативного внедрения данных изменений, более быстрой реакции на новые требования рынка для повышения устойчивости бизнеса.

Промышленные экосистемы являются эффективным способом поддержки предприятий, повышая доступность к ресурсной базе, знаниям и рынкам, которые ранее были им недоступны. Цифровые платформы, на базе которых созданы экосистемы, являются технологической основой и инфраструктурой, обеспечивающей интеграцию и взаимодействие участников экосистемы.

Она может представлять собой информационный портал, специализированное программное обеспечение, сервис, которые реализуют обмен информацией, управление и координацию процессов в экосистеме вследствие наличия обширного круга участников: государство, промышленные предприятия, учреждения науки и образования, финансовые структуры и другие стейкхолдеры, которые сотрудничают для реализации общих целей, таких как инновационная деятельность, экономический рост и устойчивое развитие.

Основной отличительной особенностью цифровой промышленной экосистемы является ее пространственная локализация, а наиболее обоснованными организационными формами создания экосистем выступают специализированные цифровые платформы, экоиндустриальные парки, экотехнополисы, ОЭЗ, ТОР и цифровые сети промышленного симбиоза. Цифровые платформы выступают аналогом реального рынка, осуществляя взаимодействие между различными участниками в формате цифровой среды, предоставляющей участникам платформы различные конкурентные преимущества за счет взаимодействия между группами пользователей, формируя большую ценность продукта. Структурная схема цифровой промышленной экосистемы представлена на рисунке 5.5.

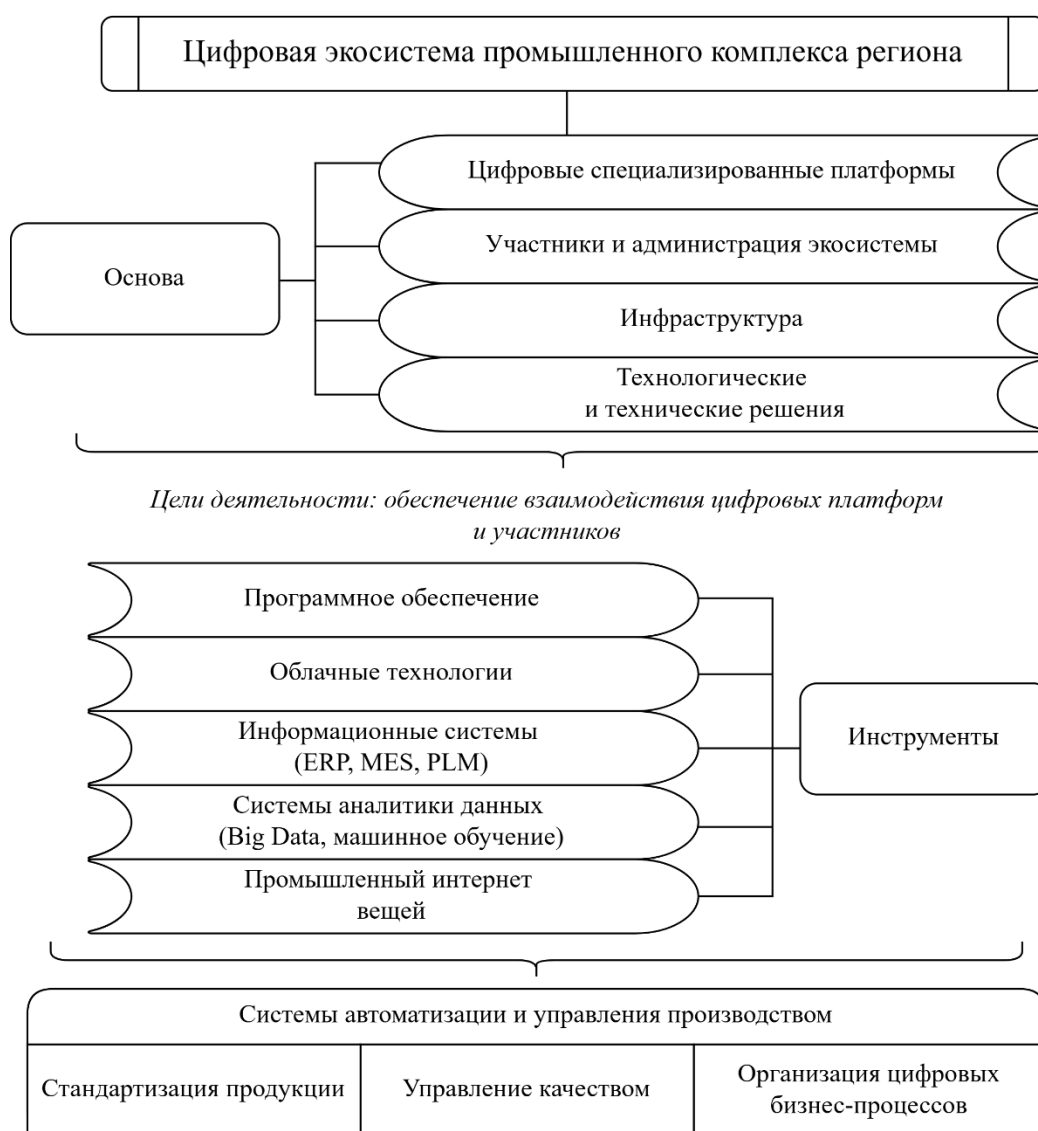


Рисунок 5.5 – Структурная схема цифровой промышленной экосистемы

Примечание – Разработано автором.

Разнообразие экосистем вызывает актуальность вопросов о формировании их классификации вследствие того, что деятельность участников может иметь существенные различия в организации и масштабах ведения хозяйственной деятельности, а также различную заинтересованность в развитии собственных направлений и пр. В соответствии с вышеизложенным автором предлагается классификация цифровых экосистем (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Классификация цифровых экосистем промышленных предприятий

Тип цифровой экосистемы	Особенности	Примеры реализации
Корпоративная (закрытая) экосистема	Формируется вокруг одной крупной компании. Ограниченное количество участников (до 100). Закрытый тип экосистемы, сосредоточенный на развитии внутренних бизнес-процессов. Слабая интеграция для новых участников	Промышленные компании видов экономической деятельности, кластеры, холдинги
Технологическая	Основана на использовании участниками передовых промышленных технологий, информационных ресурсов, IT-технологий, промышленного интернета вещей	Высокотехнологичные промышленные предприятия
Инновационная экосистема	Базируется на сетевой инновационной деятельности промышленных предприятий, разработке новых инновационных продуктов и технологий. Состав участников относительно небольшой – присутствуют только заинтересованные предприятия	Инновационные кластеры, высокотехнологичные предприятия, предприятия опережающего инновационного развития
Интегрированная экосистема на базе цифровой платформы	Относительно новый и востребованный вид экосистемы. Количество участников может составлять до миллиона пользователей различных сервисов. На основе данных клиентов формируются новые сервисы и предложения, повышаются продажи. Общая концепция экосистемы – максимизация ценности продукции для клиентов	Цифровые экосистемы, созданные вокруг технологических компаний («Яндекс», «Сбер»), а также отраслевые цифровые платформы крупных промышленных корпораций («Газпром нефть», «Росатом»)
Экосистема на базе суперплатформы	Редкий и довольно сложный вид. Позволяет вместить неограниченное количество участников, а также других цифровых платформ. Интеграция участников происходит на уровне технологий, сервисов и отдельных цифровых платформ. Это более развитая и масштабная экосистема на основе цифровых платформ	Платформы различных отраслей и видов экономической деятельности («Apple», «Google», «Amazon» и др.)
Примечание – Разработано автором		

Взаимосвязь цифровых платформ и создаваемых на их основе экосистем выражается в следующем: цифровая платформа выступает базовой инфраструктурой и формирует технологическую основу, которая поддерживает функционирование экосистемы, а экосистема является интегратором участников и представляет возможности для коммуникации. Промышленные предприятия на основе цифровых платформ повышают обоснованность производственных бизнес-процессов, качество продукции и управление поставками [252]. Они осуществляют коммуникации с контрагентами, используя информационные системы, а также производят транзакции через электронные торговые площадки. Промышленная экосистема отражает взаимосвязи между участниками путем применения цифровых технологий для повышения эффективности производства и получения конкурентных преимуществ.

Экосистемный подход к концепции управления промышленными комплексами в условиях цифровой трансформации представляет собой основу стратегии комплексного управления хозяйствующими субъектами и экономическими системами с целью обеспечения их устойчивого развития.

Отличия основных принципов экосистемного подхода к управлению развитием хозяйствующих субъектов в условиях цифровой трансформации представлены на рисунке 5.6.

Важность перехода и использования экосистемного подхода к управлению развитием хозяйствующих субъектов и экономических систем в условиях цифровой трансформации заключается в самой концепции управления, где осуществляется воспроизводство экосистемы, а также основной деятельности ее участников. Г.Б. Клейнер, характеризуя управление на основе экосистемного подхода, отражает «возникновение в экосистеме коэволюции возможностей и способностей участников в создании ценности» [255]. Помимо этого, он отмечает, что «основная парадигма экономической конкуренции в экосистемах заменяется на парадигму взаимовыгодного сотрудничества с целью покрытия недостатка дефицитных ресурсов» [255].

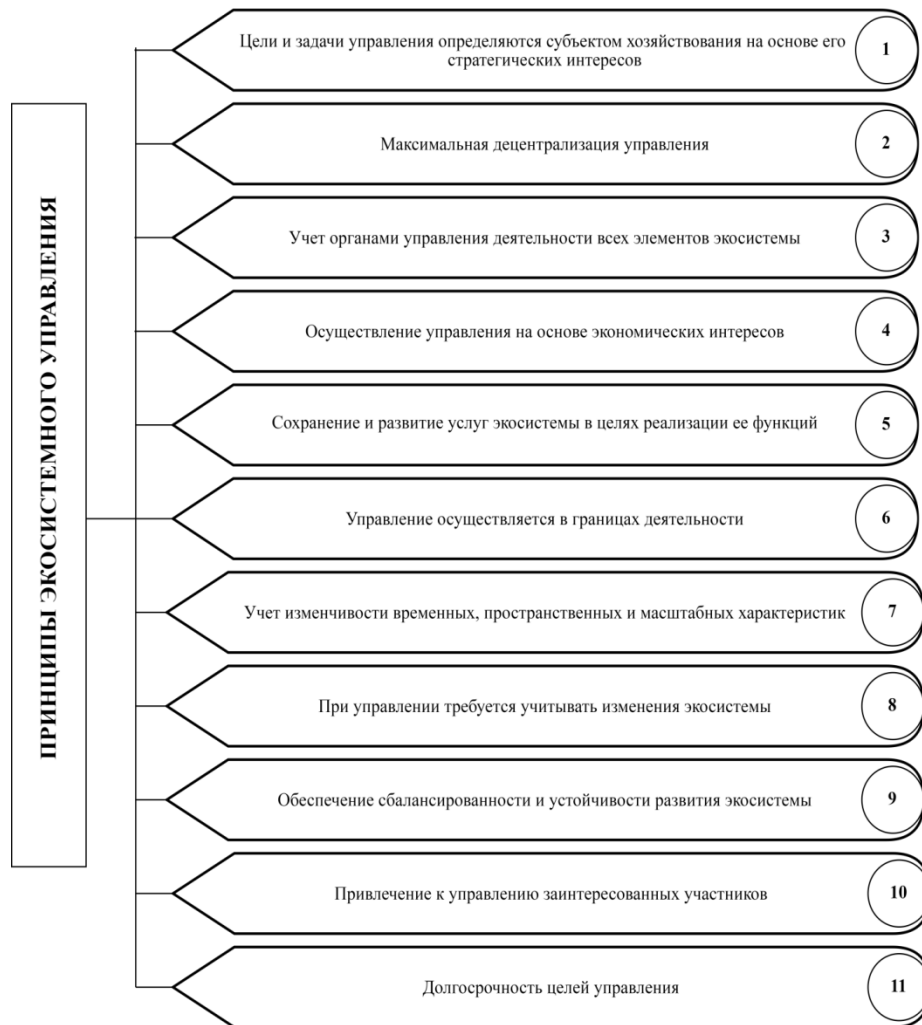


Рисунок 5.6 – Основные принципы экосистемного подхода к управлению развитием хозяйствующих субъектов в условиях КЦТ

Примечание – Составлено автором на основе [283].

Экосистемный подход к управлению представляет собой сложную, но вместе с тем довольно устойчивую структуру управления, характеризующуюся достижением индивидуальных целей участников. Данную структуру Д. Медоуз [178] характеризует с точки зрения трех базовых факторов воздействия на экосистему: ресурсных запасов, информационных и финансовых потоков, динамического равновесия в функционировании экосистемы.

Отметим, что «факторные условия определяются тем, что участники экосистемы взаимодействуют друг с другом в определенных границах на основе взаимодополняемости, осуществляется обмен ресурсами, информацией, их трансформация, создаются новые цепочки добавленной ценности» [356].

В связи с тем, что основой функционирования цифровой экосистемы является формирование «ценностного предложения», она может считаться успешной в том случае, когда все ее участники довольны собственной деятельностью. Материальное отражение «ценностного предложения» базируется на понятии «структура выравнивания экосистемы» при формировании пула заинтересованных в коллаборации партнеров и участников, а также за счет предоставления им дополнительных преимуществ цифровых технологий [326].

Ценность в границах экосистемного подхода формируется за счет цифрового конструирования структуры экосистемы, а также ее трансформации (модернизации, оптимизации, реорганизации).

Обобщая рассмотренные подходы, автор предлагает следующее определение: «Экосистемный подход к управлению промышленными комплексами в условиях когнитивно-цифровой трансформации предполагает такую модель управления, которая базируется на интеграции всех участников – промышленных предприятий, научных и образовательных организаций, институтов развития, государства – на базе цифровой платформы, обеспечивающей кооперацию, координацию инновационной деятельности, снижение транзакционных издержек и достижение синергетического эффекта за счет сетевого взаимодействия и совместного использования ресурсов».

На основе вышеизложенного, а также научных трудов Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования Института народнохозяйственного прогнозирования РАН [228], научной работы В.А. Карпинской [139] автором предлагается концепция формирования экосистемного подхода к управлению промышленными комплексами в условиях цифровой трансформации.

Концептуальная модель строится на комплексной методологии, которая охватывает три взаимосвязанные составляющие: цифровизацию производственных и управленческих процессов, наращивание когнитивного потенциала персонала и активизацию инновационной активности в условиях цифровой экономики. Практическая реализация данной модели требует перехода к принципиально новым

управленческим практикам, перестройки производственной структуры и обновления форматов взаимодействия между участниками промышленного сектора.

Структурная схема концепции (рисунок 5.7) содержит следующие основные элементы: когнитивно-информационный подход, процессы КЦТ, управление инновациями, развитие компетенций, регуляторная инфраструктура, государственная поддержка, использование цифровых платформ.



Рисунок 5.7 – Структурная схема концепции когнитивно-цифровой трансформации инноваций на базе экосистемы промышленного комплекса РФ

Примечание – Разработано автором.

На том же рисунке представлены и целевые ориентиры концепции: достижение цифровой зрелости, обеспечение технологического суверенитета, рост высокотехнологичных рабочих мест, увеличение доли высокотехнологичной продукции по сервисной модели, снижение затрат на разработку и вывод продукции на рынок.

Реализация данной концепции требует координации с другими документами стратегического планирования (например, стратегиями научно-технологического развития, экономической безопасности) и активного участия государства в создании условий для цифровой трансформации промышленности.

Авторским предложением в концепции является «ускоритель управления» инновационной деятельностью, построенный на интеграции целевых платформ, представляющих собой специализированные сервисы предприятий в различных сферах инновационной деятельности, оказывающие информационную поддержку и стимулирование процессов коммерциализации инноваций (рисунок 5.8).

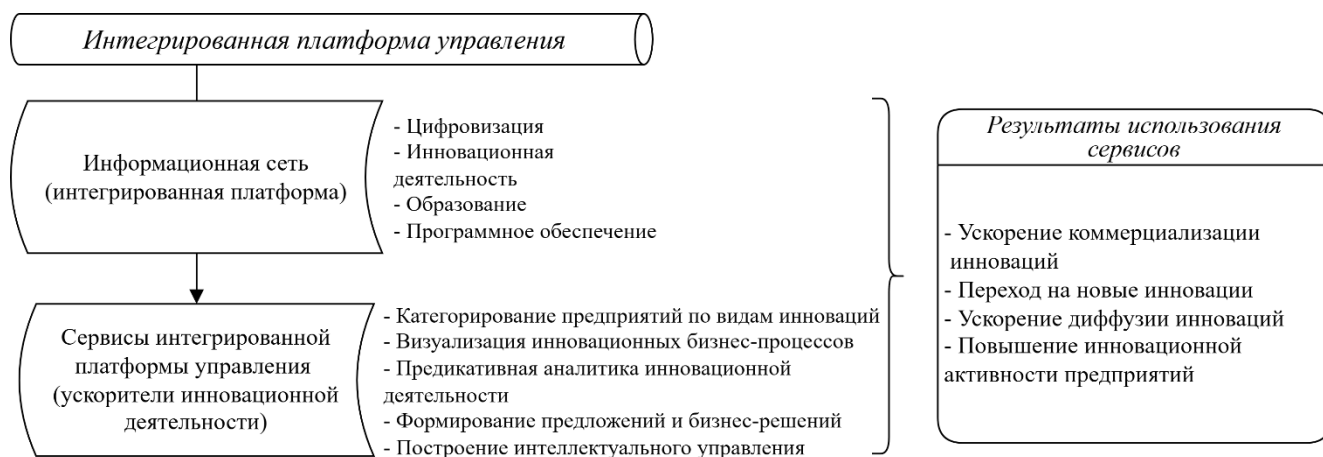


Рисунок 5.8 – «Ускоритель управления» инновационной деятельностью экосистемы

Примечание – Разработано автором.

Механизм работы «ускорителя управления» заключается в следующем. Целевые платформы агрегируют данные об инновационных проектах, о потребностях рынка, доступных компетенциях и мерах государственной поддержки. На основе интеграции этих данных формируются индивидуальные траектории сопровождения инновационных проектов: от идеи до

коммерциализации. Автоматизированная система подбора мер поддержки, поиска партнеров и инвесторов, а также мониторинг ключевых показателей эффективности проектов в реальном времени обеспечивают сокращение сроков вывода инновационной продукции на рынок и снижение транзакционных издержек участников инновационной деятельности.

Принципиальное отличие «ускорителя управления» от традиционной цифровой платформы заключается в переходе от реактивного режима взаимодействия к проактивному на основе когнитивных технологий. Если обычная платформа создает лишь среду для взаимодействия участников (рынок услуг, данные, контакты), диктуя им самостоятельно искать ресурсы и партнеров, то «ускоритель управления» выполняет функцию когнитивного оркестратора. На основе нейросетевого прогнозирования, анализа больших данных с применением алгоритмов машинного обучения и интеллектуальной обработки неструктурированной информации он выявляет скрытые закономерности в инновационной активности участников; прогнозирует успешность инновационных проектов на основе анализа патентных ландшафтов, научных публикаций и рыночных трендов; автоматически формирует рекомендации по кооперации участников, по оптимальному распределению ресурсов и выбору мер государственной поддержки; адаптирует предлагаемые решения в реальном времени с использованием технологий предиктивной аналитики и обучения с подкреплением.

Таким образом, «ускоритель управления» реализует когнитивно-цифровую платформу, которая не просто агрегирует данные, а осмысляет их в контексте инновационной деятельности, выявляет неочевидные взаимосвязи и самообучается на основе накопленного опыта (см. рисунок 5.8). Это переводит платформенное взаимодействие из реактивного режима, при котором участники сами ищут ресурсы и партнеров, в проактивный, где когнитивная система сама инициирует связи, предлагает оптимальные решения и прогнозирует риски.

Автором в контексте исследования предлагаются стратегические императивы экосистемного управления промышленными комплексами на основе бизнес-моделей стратегий цифровизации промышленных предприятий (рисунок 5.9).



Рисунок 5.9 – Стратегические императивы экосистемного управления промышленными комплексами

Примечание – Разработано автором.

Экосистемный подход для РФ является еще достаточно новым, но его эффективность уже представлена в достаточной степени. Концепция стратегии экосистемного управления инновациями представляет собой новый тренд продвижения устойчивых инновационных решений, являющихся значимыми для промышленных предприятий [352].

Экосистемный подход управления инновациями являет собой использование новой стратегической бизнес-модели предприятия, включающей в себя устойчивое осуществление и развитие всех бизнес-процессов жизненного цикла инновационной деятельности и (в сотрудничестве с партнерами) – создание цепочки новой ценности, основывающейся на координации изменений, использовании новых решений в производственной деятельности, усовершенствовании продукции в организационной

структуре предприятия, что приводит к повышению эффективности и конкурентоспособности.

Экосистемный подход к управлению промышленными комплексами в условиях цифровой трансформации раскрывается через три взаимосвязанные проекции, реализуемые во взаимодействии с другими элементами цифровой экосистемы. Первая проекция охватывает информационную среду цифровой трансформации. Вторая – отраслевые промышленные рынки. Третья – специализированные платформы и технологии, которые обеспечивают эффективную кооперацию и продуктивную интеграцию производственной деятельности. Комплекс экосистемных индикаторов представляет собой основные показатели для оценки эффективности промышленного взаимодействия в рамках экосистемы. Оценка промышленной интеграции в экосистему осуществляется на основе экономических, инновационных, технологических, экологических и социальных показателей. Эффективность управления отражает успешность функционирования предприятия и выражается в наличии более высокого результата, получаемого при использовании преимуществ экосистемы, что выражается:

- в более высокой экономичности производства инновационной продукции;
- более развитой степени взаимоотношений с внешней средой;
- более высоком объеме производимой продукции;
- более высокой инновационной активности предприятия; и др.

В современной научной литературе представлен широкий спектр методических подходов к оценке экосистемного управления развитием промышленных комплексов в условиях цифровой трансформации; выбор конкретного подхода определяется целями и объектом проводимого исследования. В актуальной трактовке экосистемное управление акцентирует внимание на процессах становления и эволюции информационной среды и информационного общества.

5.3 Тенденции и перспективы развития методологии, инструментария и технологий когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса РФ

КЦТ инновационной деятельности в промышленной сфере является одним из основных приоритетов экономического развития РФ. Ассортимент и качество промышленной продукции, включая ту, что поставляется в другие отрасли, напрямую зависят от того, насколько активно внедряются цифровые технологии. Промышленность остается движущей силой экономического развития.

В современных условиях когнитивно-цифровая трансформация инновационной деятельности промышленного комплекса России, опирающаяся на внедрение искусственного интеллекта, цифровых двойников, нейросетей и роботизированных решений, влечет за собой глубокие изменения. Они затрагивают как жизненный цикл производственных процессов, так и качественные характеристики самой продукции. Современные модели, методы и подходы к осуществлению трансформационных процессов цифровой экономики заставляют промышленные предприятия пересматривать традиционные методы управления, использование информационных систем, а с учетом конкуренции в сфере цифровизации требуется разработка новых подходов, методов и инструментов для устойчивого функционирования всей отрасли.

Современная геополитическая ситуация, изоляция России на международной арене, вынужденное импортозамещение, перестройка технологических и сбытовых цепочек вызвали ускоренное внедрение цифровых технологий: предприятия, которые взяли курс на цифровизацию с 2017 г., смогли быстро перестроить бизнес-процессы, соответствующие современным трендам развития рынка цифровых технологий.

Лидеры отечественного рынка промышленной продукции, такие как ПАО «Газпром», «Росатом», ПАО «АвтоВАЗ», ПАО «Концерн «Калашников»» и многие другие, центры цифровой трансформации, цифровой зрелости и цифровых

компетенций позволяют разрабатывать и внедрять перспективные цифровые технологии и решения.

Автором предлагается систематизировать направления развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов на основе четырех блоков (рисунок 5.10).

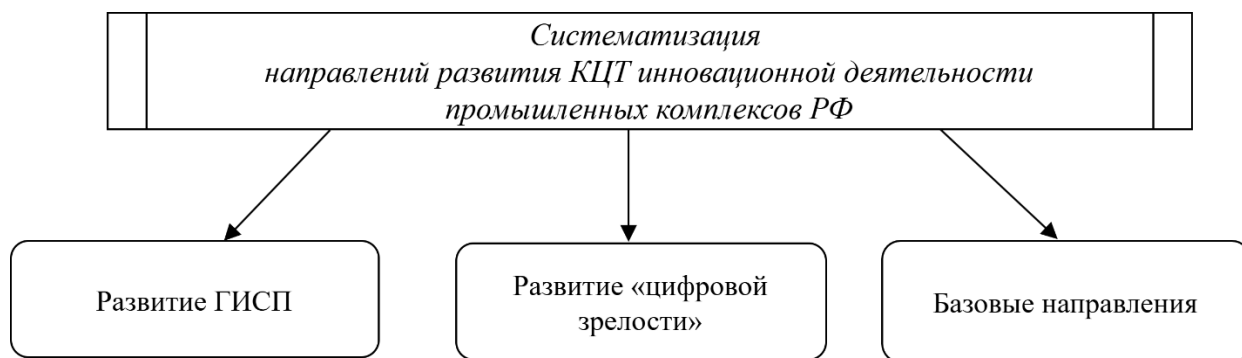


Рисунок 5.10 – Систематизация направлений развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов РФ

Примечание – Разработано автором.

Базовые направления развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов основываются на Стратегии цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года, разработанной Минпромторгом РФ [12] в целях комплексного решения вопросов повышения эффективности функционирования и формирования условий для успешной работы промышленных отраслей (рисунок 5.11).

Цифровая трансформация промышленности направлена на обеспечение высокой адаптивности промышленных предприятий при переходе на цифровые бизнес-модели производственных процессов путем внедрения и интеграции сквозных и критических цифровых технологий. Основой внедрения цифровых технологий в промышленность служат комплексное повышение эффективности производства и формирование условий для устойчивого развития отраслей. Указанные задачи относятся к приоритетным на всех уровнях власти (федеральном, региональном, муниципальном), а также на отраслевом уровне управления.



Рисунок 5.11 – Базовые направления развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов

Примечание – Разработано автором.

Отрасли промышленности, отнесенные к стратегическому контуру государства, в условиях цифровой трансформации демонстрируют прямую сопряженность с обеспечением функциональной, технологической и инновационной самостоятельности национального промышленного сектора. Ход данного процесса предопределяет последовательное укрепление технологического суверенитета, повышение порога национальной безопасности и наращивание автономности цифровой, информационной и инновационно-технологической инфраструктур. Именно совокупность указанных составляющих формирует системную основу для устойчивого развития промышленного комплекса в долгосрочной перспективе.

Стратегический документ, определяющий вектор цифровой трансформации, исходит из задачи перевода производственных процессов на качественно иной технологический уклад. В данном контексте системная цифровизация промышленного комплекса РФ трактуется в качестве ключевого драйвера социально-экономического роста.

Для хозяйствующих субъектов указанный вектор создает предпосылки для выхода на глобальные рынки с продукцией, характеризующейся конкурентными преимуществами и соответствующей современным технологическим стандартам.

К числу приоритетных направлений цифровой трансформации промышленных предприятий относится также модернизация управленческих практик в производственной сфере. Результатом данного процесса выступают существенный рост производительности труда, увеличение валового регионального продукта и, как следствие, повышение уровня благосостояния населения. Кроме того, ключевым направлением развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов служит создание высокотехнологичных производств, современной производственной сферы, способной реагировать на изменения внутренних и внешних факторов, быстро перестраивать производственные технологии при запрете и ограничении импортных поставок, санкций, изменении мировой конъюнктуры.

Вопросы устойчивости и безопасности инфраструктурного обеспечения промышленных предприятий, защита от потенциальных киберугроз также являются ключевыми драйверами в современных условиях. Глобализация информационно-коммуникационных сетей и информационных систем, вынужденное применение при их построении иностранного оборудования и заимствованного программного обеспечения формируют новые угрозы безопасности на всех уровнях. Целевым направлением мер государственной поддержки при глобализации ИКТ, информационных сетей и систем, вынужденном использовании иностранного оборудования и программного обеспечения является решение задач, направленных на предиктивное управление

производством, аналитику бизнес-процессов, управление жизненным циклом инновационных проектов, послепродажным и сервисным обслуживанием продукции, созданной на основе цифровых технологий.

Организация межотраслевого взаимодействия на базе цифровых технологий выступает следующим направлением развития когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных комплексов. Цифровые технологии в данном контексте выполняют роль интегрирующего элемента российской промышленности, обеспечивающего достижение синергетических эффектов в различных видах экономической деятельности. На базе проектного управления, формирующего экосистемную интеграцию предприятий, существует возможность превратить их в эффективные, высокотехнологичные производства, а также построить межрегиональные промышленные комплексы в целях повышения экономического потенциала РФ.

Значительным потенциалом обладают меры государственной поддержки, которые направлены на повышение доли отечественного программного обеспечения и основных средств для ускорения цифровой трансформации реального сектора экономики, обеспечение национальной безопасности и технологического суверенитета РФ.

КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов отечественной промышленности не ограничивается мерами прямого финансирования – в отрыве от обоснованной институциональной среды финансирование не принесет должного эффекта, не сможет обеспечить обширный охват производственных процессов и простимулировать рост спроса на цифровые технологии и необходимые инвестиции.

Государственная информационная система промышленности (ГИСП) выступает базовым инструментом практической реализации Федерального закона от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации». В качестве цифровой платформы она обеспечивает организацию информационного и коммуникационного взаимодействия между органами

государственной власти и промышленными предприятиями, действующими в различных субъектах Российской Федерации. Функциональные возможности ГИСП включают в себя применение технологий искусственного интеллекта в целях аналитического мониторинга деятельности предприятий, оценки результативности мер государственной поддержки и координации производственной загрузки предприятий в региональном разрезе.

Направления развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов на базе ГИСП систематизированы на рисунке 5.12.

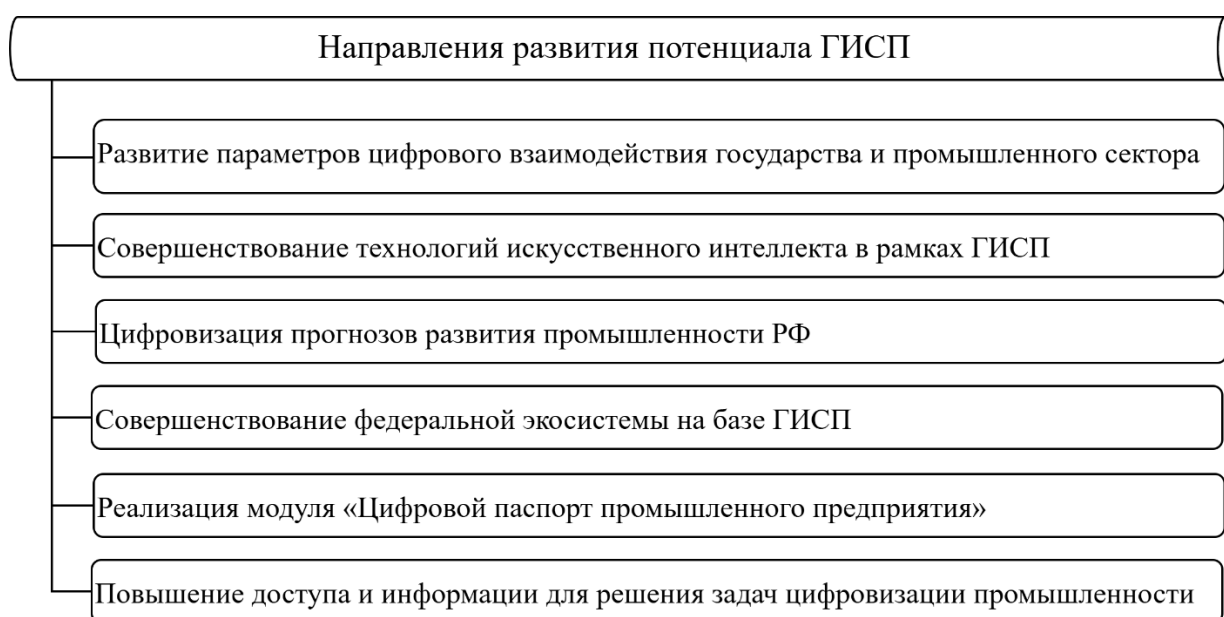


Рисунок 5.12 – Направления развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов на основе ГИСП

Примечание – Составлено автором на основе [269].

ГИСП представляет собой цифровую платформу, через которую выстраивается информационное взаимодействие федеральных и региональных органов власти с предприятиями промышленного сектора. В рамках данной системы задействованы инструменты искусственного интеллекта – они используются для аналитического отслеживания производственной активности хозяйствующих субъектов и оценки действенности применяемых мер государственной поддержки. Информационный контур ГИСП концентрирует данные о текущем положении и прогнозных сценариях развития отраслей и

отдельных предприятий, включая как вновь создаваемые, так и уже функционирующие производства. Кроме того, система аккумулирует сведения о номенклатуре и физических объемах выпуска, о реализуемых государственных программах в области промышленности, о наилучших доступных технологиях, о кадровом обеспечении, а также о других параметрах, значимых для управления отраслью. ГИСП представляет собой федеральную экосистему, позволяющую собирать информацию о функционировании и планах развития предприятий и на данной основе осуществлять своевременные изменения производственной загрузки промышленных предприятий в различных регионах. Данная платформа на основе содержащейся в ней базы нормативно-правовых актов, технологий поддержки потенциальных пользователей, открытого каталога промышленных площадок по направлениям функционирования предприятий и их территориальной принадлежности предоставляет промышленным предприятиям возможность получать господдержку, организовывать логистику поставок сырья и отгрузки продукции, осуществлять закупку необходимых материалов, налаживать взаимодействие с контрагентами и др.

Резидентам ГИСП предоставляется доступ к цифровым инструментам, размещенным в тематических каталогах платформы. Данные каталоги содержат информационные ресурсы, необходимые для комплексного решения задач цифровой трансформации в рамках Национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости» (паспорт проекта утвержден в 2018 г.) [15].

По состоянию на текущий период в регистрационном контуре ГИСП аккумулировано более 140 тыс. субъектов промышленной интеграции, 58 тыс. производителей и поставщиков продукции, а также свыше 1 тыс. представителей государственных органов.

В составе платформы функционирует модуль «Цифровой паспорт промышленного предприятия», предназначенный для самодиагностики и оценки уровня цифровой зрелости. Методическая база модуля сформирована на основе инструментария «Мониторинг и оценка уровня открытости федеральных органов

исполнительной власти», который также применяется в процедурах самообследования министерств и ведомств [99].

Цифровой паспорт аккумулирует систематизированные данные о деятельности предприятия, формируемые в ГИСП, и содержит информацию об уровне цифровой зрелости и степени готовности к внедрению цифровых решений [269]. Внедрение цифрового паспорта на промышленных предприятиях нацелено на достижение следующих ключевых результатов:

- обеспечение национальных приоритетов РФ посредством перехода на технологии цифровой экономики, цифровизации и трансформации промышленности, увеличения экспортных поставок и участия в национальных проектах;

- укрепление промышленного потенциала страны, побуждение предприятий к запуску цифровых проектов и внедрению технологических решений;

- создание востребованных сервисов и технологических разработок в рамках ГИСП;

- повышение операционной эффективности и производительности труда на промышленных предприятиях;

- совершенствование методов, инструментов и мер государственной поддержки промышленности;

- распространение лучших практик, передового опыта и технологических решений в области цифровизации промышленного сектора [269].

Цифровой паспорт предоставляет промышленным комплексам возможность оценить индекс цифровизации, определить свое положение в рейтинге цифровизации и провести бенчмаркинг с конкурентами, что создает основу для выработки новых направлений развития цифровых процессов в производственной сфере. Данный инструмент выступает в качестве независимого средства диагностики готовности предприятия к внедрению цифровых технологий в производственные процессы.

Ключевым направлением развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов выступает достижение уровня цифровой зрелости, позволяющего предприятиям встраиваться в процессы глобализации экономики и создавать новые активы на основе цифровых данных. Уровень цифровой зрелости предприятий промышленных комплексов выступает катализатором для стратегического планирования развития экономики (рисунок 5.13).

Развитие цифровой трансформации в деятельности предприятий промышленного комплекса РФ проявляется в достижении требуемого уровня показателя цифровой зрелости по национальной цели «Цифровая трансформация», закрепленной Указом Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [6].

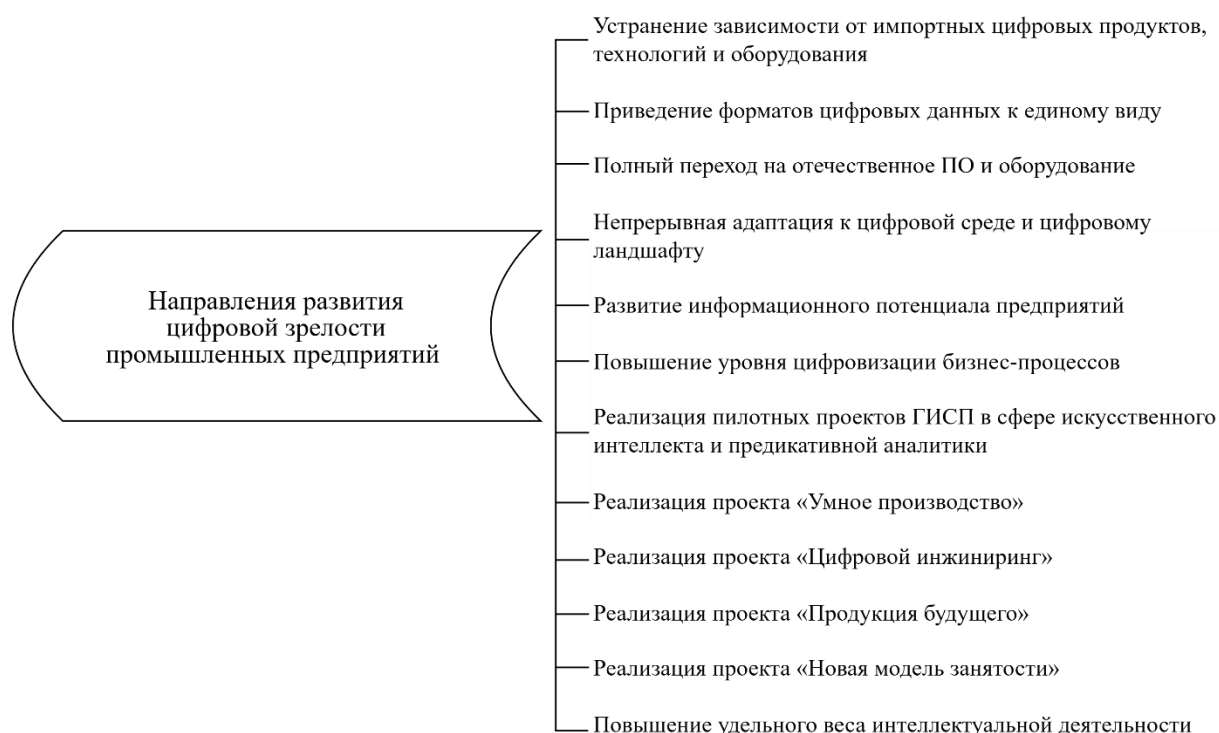


Рисунок 5.13 – Развитие цифровой зрелости предприятий промышленного комплекса РФ

Примечание – Разработано автором.

К проблемным направлениям развития КЦТ инновационной деятельности предприятий промышленных комплексов при реализации функций цифрового проектирования относят:

- полную или выборочную зависимость от импортных цифровых проектов, технологий и оборудования;
- различные форматы использования данных, вызывающих процедуры согласования при интеграции и осуществлении цифровых проектов;
- несоответствие программного обеспечения требуемому уровню информационной безопасности.

Для обеспечения эффективности КЦТ требуется непрерывно и последовательно осуществлять мероприятия государственной политики протекционизма на всех уровнях управления – федеральном, региональном и муниципальном, а также на отраслевом уровне. КЦТ стратегически значимых для государства предприятий и отраслей экономики не только приведет к функциональной и технологической независимости реального промышленного сектора, но и повысит уровень национальной безопасности, автономности информационно-технологической инфраструктуры и технологического суверенитета.

Под цифровой зрелостью промышленного предприятия понимается его готовность к встраиванию в новый технологический уклад на основе применения новейших цифровых технологий, а также способность адаптироваться к постоянно изменяющейся цифровой среде и эффективно конкурировать в ней. Цифровая зрелость отражает ключевые показатели и целевой образ конечного результата, на который должно ориентироваться предприятие, и предполагает изменение стратегии развития, внедрение цифровых технологий, трансформацию организационной структуры, развитие цифровой культуры персонала и соответствие требованиям потребителей и контрагентов.

Для достижения требуемого уровня цифровой зрелости необходима государственная поддержка на этапе ее формирования, выражающаяся:

- в привлечении инвестиций (как государственных, так и совместных с частным бизнесом);
- формировании и реализации условий для максимального использования имеющихся научных и производственных активов;

- привлечении новых участников цифровой трансформации;
- развитии производственного потенциала отраслей промышленности на основе цифровой трансформации.

Унифицированная методика оценки уровня цифровой зрелости дает возможность провести анализ как основных, так и вспомогательных бизнес-процессов предприятий промышленного комплекса. Показатели, полученные в результате анализа, используются для оценки уровня готовности предприятия к осуществлению производственных процессов на основе цифровых инструментов, повышению эффективности производства и снижению затрат путем их интеграции в производство. С 1 января 2023 г. оценка уровня цифровой зрелости введена в качестве обязательной процедуры для промышленных предприятий, претендующих на получение государственной поддержки. Проведение данной оценки предусмотрено с периодичностью не реже одного раза в шесть месяцев. Направления оценки цифровой зрелости промышленных предприятий содержат в себе 3 уровня:

1. Уровень цифровизации бизнес-процессов в общей цепочке создания добавленной стоимости: управление НИОКР, маркетинговые исследования, управление запасами, подготовка производства, производственные процессы, контроль качества, реализация и логистика, послепродажное обслуживание.

2. Уровень цифровизации вспомогательных и сопутствующих процессов: стратегическое управление, обеспечение производственной деятельности, эксплуатация производства, развитие организационной структуры, промышленная безопасность, управление контентом и документооборотом.

3. Уровень технологического развития IT-инфраструктуры: управление цифровыми процессами, единое информационное пространство, сквозные и критические технологии, автоматизация, защита информации, искусственный интеллект, цифровые двойники.

Для отработки механизмов взаимодействия промышленных предприятий с ГИСП запускаются пилотные цифровые проекты. Их основная цель – применение технологий искусственного интеллекта для предиктивной аналитики: оценки

текущего состояния предприятий, уровня их цифрового развития и эффективности мер государственной поддержки.

Цифровой проект «Умное производство предприятий промышленных комплексов» направлен на создание эффективной инфраструктуры и организацию поддержки по внедрению отечественного оборудования и программного обеспечения.

В фокусе данного проекта – решение приоритетных задач, связанных с когнитивно-цифровой трансформацией инновационной деятельности промышленных комплексов. В их числе – повышение эффективности использования основных фондов и ресурсного обеспечения; наращивание производственного, технологического и сбытового потенциала; расширение доступа предприятий к информации о технологических и производственных возможностях; разработка и внедрение отечественных программных продуктов и цифровых платформ ключевых классов – CAD, CAE, CAM, PLM, MES, PDM, MDM; недопущение использования иностранного программного обеспечения при проведении закупок.

Ключевые показатели когнитивно-цифровой трансформации обрабатывающих отраслей в рамках проекта «Умное производство» обобщены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Основные показатели КЦТ обрабатывающих отраслей промышленности по проекту «Умное производство» за 2024 г.

Показатели	Значение
Время вынужденного простоя производственных мощностей	Понижено на 45%
Время формирования промышленных данных за счет перехода от отраслевой статистики к цифровым паспортам, создаваемым на основе ГИСП	Сокращено на 50%
Эффективность функционирования оборудования путем внедрения в производство новых управленческих решений загрузки производственных фондов	Повышена на 14%
Сроки окупаемости инвестиций	Снижены на 30%
Примечание – Составлено автором на основе [12]	

Проектное направление «Цифровой инжиниринг» предусматривает разработку «Национальной системы стандартизации и сертификации» на основе технологий виртуальной и дополненной реальности. Целевыми установками проекта выступают сокращение сроков вывода промышленной продукции на внутренние рынки, формирование универсальных маркетплейсов и внедрение унифицированных форматов данных, создание цифровых архитектур, а также увеличение числа предприятий, применяющих технологии цифровых двойников.

Ключевые индикаторы выполнения проекта представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Основные показатели реализации проекта «Цифровой инжиниринг» за 2024 г.

Показатели	Значение
Сроки вывода высокотехнологичной продукции на рынок путем признания результатов виртуальных испытаний	Сокращены на 50%
Перевод национальных стандартов в машиночитаемые форматы с возможностью применения в системах цифрового проектирования	Осуществлен на 70%
Примечание – Составлено автором на основе [12]	

Цифровой проект «Продукция будущего» предполагает переход к производству кастомизированной промышленной продукции и организации ее ремонта по фактическому состоянию. При реализации проекта осуществляется переход к модели гибкого конвейерного производства (выпуск кастомизированной продукции под запросы потребителя) с внедрением технологий предиктивной аналитики в целях перехода обслуживания от «ремонта по регламенту» к «ремонту по состоянию» (системы SCADA, EAM и пр.), а также сервисной модели реализации промышленной продукции и обеспечения широкого доступа к эффектам от цифровых технологий. Основные показатели реализации проекта представлены в таблице 5.4.

**Таблица 5.4 – Основные показатели реализации цифрового проекта
«Продукция будущего» за 2024 г.**

Показатели	Значение
Доля высокотехнологичной продукции, поставляемой на рынок по сервисной модели (товар как услуга)	Повышена на 5,7%
Затраты на обслуживание высокотехнологичной продукции путем перехода от «ремонта по регламенту» к «ремонту по состоянию» с применением предиктивной аналитики	Сокращение на 50%
Примечание – Составлено автором на основе [12]	

Целью цифрового проекта «Новая модель занятости» выступает создание обновленной модели занятости в промышленности, предполагающей формирование биржи компетенций для повышения удельного веса интеллектуальной деятельности персонала в процессе производства и повышения эффективности применения человеческого капитала в промышленности за счет создания сервисов, устраняющих недостаток необходимых компетенций для цифровой трансформации и позволяющих повысить производительность труда.

Таблица 5.5 содержит ключевые индикаторы, отражающие ход реализации проекта.

**Таблица 5.5 – Основные показатели реализации цифрового проекта
«Новая модель занятости» за 2024 г.**

Показатели	Значение
Доля высококвалифицированных сотрудников, занятых в реализации заказов, с применением специализированных цифровых платформ (маркетплейсов)	Рост на 30%
Количество высокотехнологичных рабочих мест на промышленных предприятиях с использованием цифровых технологий	Рост на 23%
Примечание – Составлено автором на основе [12]	

Цифровое государственное управление позволяет осуществить целенаправленную государственную политику поддержки цифровой трансформации на основе специализированных цифровых платформ, повышающих эффективную навигацию, и строительство специализированных траекторий поддержки промышленных предприятий, создавая межотраслевые модели информационных данных (отраслевые дата-сеты для применения предприятиями и IT-компаниями),

формируя переход от традиционной статистики к технологиям обработки больших данных и искусственного интеллекта (рисунок 5.14).

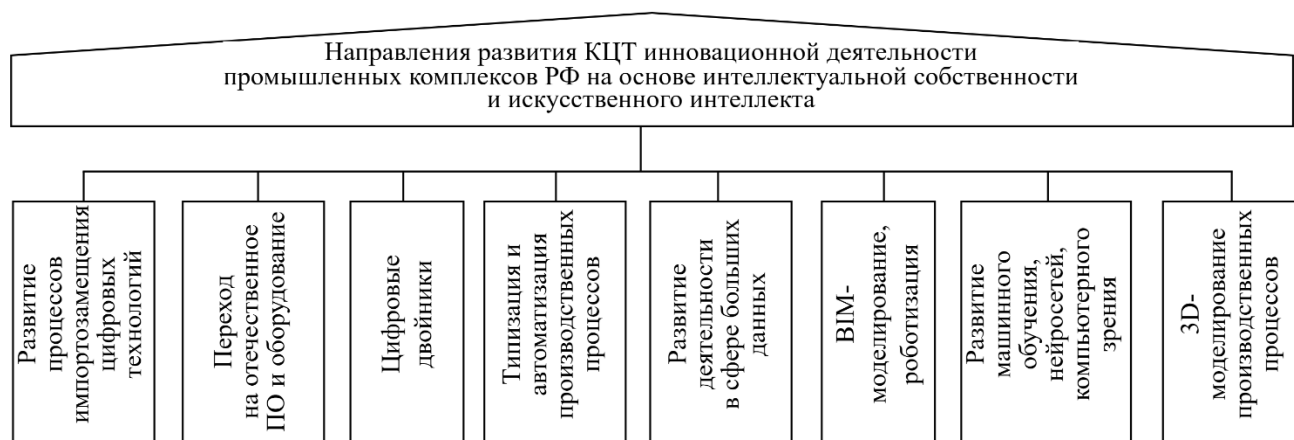


Рисунок 5.14 – Направления развития КЦТ инновационной деятельности промышленных комплексов РФ на основе интеллектуальной собственности и искусственного интеллекта

Примечание – Разработано автором.

В настоящее время доля отечественных IT-решений в критических классах промышленного программного обеспечения (CAD, CAE, PLM, MES) составляет лишь 23%, что обусловлено многолетней зависимостью от импортных систем автоматизации производства. Для сравнения: в общих затратах на ПО доля отечественных решений достигает 67,3% за счет менее критичных классов, таких как офисное ПО и бухгалтерские системы. Следовательно, важным трендом развития цифровой трансформации в промышленности выступают решения на основе интеллектуальной собственности, промышленного интернета вещей (IIoT), а также создание новых IT-решений в области импортозамещения критического промышленного ПО.

Начиная с 2022 г. отечественные предприятия промышленного комплекса РФ стали активно развивать собственные IT-структуры, разрабатывать востребованные решения в сфере оцифровки и автоматизации процессов производства и ресурсного обеспечения: системы организации взаимоотношений с контрагентами, системы управления цепями поставок. Происходит активизация замещения отдельных импортных инструментов (CAD, CAE, EDA и др.) на

отечественные платформы (PLM, ERP, MES). Вместе с этими изменениями формируются унифицированные корпоративные справочники оборудования, сырья и материалов одновременно с формированием концернов заказчиков – крупных производственных предприятий – на основе промышленных центров компетенций.

Итогом данных изменений выступает тренд на типизацию и автоматизацию производственных бизнес-процессов для передачи информации в системы MES и PLM.

В промышленном секторе значительную популярность имеют цифровые технологии, не требующие большого количества специалистов и глубоких знаний в части программирования: «Low Code / No Code», «Agile / DevOps», «TestOps».

Аспекты информационной безопасности отражены в направлении решений вопросов кибербезопасности, защиты цифровой инфраструктуры, внедрения цифровых технологий промышленной безопасности, которые помогают значительно понизить и нейтрализовать риски, появляющиеся при использовании цифровых решений.

Вышеперечисленные направления отражают внедрение производственных процессов цифровых решений:

- организация деятельности с большими данными, а именно аналитика и обработка производственных данных, предиктивная аналитика управленческих решений в целях развития процессов промышленной идентификации и диспетчеризации производства;

- машинное обучение, нейросети, компьютерное зрение в целях снижения производственного брака;

- 3D-моделирование производственных и логистических процессов с целью повышения эффективности деятельности предприятия;

- BIM-моделирование, цифровые двойники, использование технологий виртуальных процессов и искусственного интеллекта, позволяющих минимизировать роль человека на производстве.

Выводы по главе 5:

1. Разработана методология развития инструментария институционального обеспечения платформы когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных предприятий, определяющая построение цифровых платформ, позволяющая инициировать, осуществлять и оценивать процессы производства на цифровой основе.
2. Предложена система институционального обеспечения цифровой трансформации промышленных предприятий на основе цифровых платформ.
3. Предложен контур институционального цифрового обеспечения предприятий промышленного комплекса, формирующего институциональную среду, представляющий особую значимость в разработке механизмов регулирования развития промышленности: институт инновационных процессов, институт промышленной политики, институт интеллектуальной собственности, институт цифровизации (цифрового развития), институт промышленного развития, институт экосистемного развития промышленности.
4. Разработана модель и предложен инструментарий государственных институтов поддержки и развития институциональной платформы цифровой трансформации промышленного предприятия.
5. Предложена модель интегрированной институциональной платформы когнитивно-цифровой трансформации промышленного предприятия, включающая в себя инструментарий: информационную систему интеллектуальной аналитики, технологии искусственного интеллекта, технологии развития платформы, комплекс целевых параметров деятельности предприятия, высокие технологии цифровых бизнес-процессов.
6. Разработана концепция стратегии когнитивно-цифровой трансформации инноваций в экосистеме промышленного комплекса РФ.
7. Предложена структурная схема цифровой промышленной экосистемы.
8. Выявлены основные принципы экосистемного подхода к управлению развитием хозяйствующих субъектов в условиях цифровой трансформации.

9. Разработаны стратегические императивы экосистемного управления промышленными комплексами.

10. Осуществлена систематизация направлений развития цифровой трансформации в деятельности предприятий промышленного комплекса, и выявлены базовые направления развития цифровизации.

11. Предложены направления развития цифровой трансформации в деятельности промышленных комплексов на основе ГИСП, формирования цифровой зрелости предприятий.

12. Предложены основные показатели цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности по проектам «Умное производство», «Цифровой инжиниринг», «Продукция будущего», «Новая модель занятости».

13. Предложены направления развития цифровой трансформации в деятельности промышленных комплексов на основе интеллектуальной собственности и искусственного интеллекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мировая экономическая конъюнктура, ориентированная на когнитивно-цифровую трансформацию инновационной деятельности промышленного сектора, генерирует новые вызовы для предприятий в их операционной и стратегической перспективе. Начиная с 2017 г. политика цифровизации российской экономики эволюционировала от оцифровки отдельных производственных операций к масштабному внедрению цифровых технологий и последующей комплексной цифровой трансформации. Указанный процесс охватывает системные преобразования деятельности промышленных предприятий и реализуется при наличии соответствующих организационно-экономических условий и стимулов. Инновационные процессы, сопровождающие цифровую трансформацию отраслей и предприятий промышленного комплекса РФ, сопряжены эффектами, если они внедряются на основе продуманной стратегии и методологии реализации цифровой трансформации.

Любые изменения начинаются с методологической основы – с построения новой организационной модели. В представленном исследовании предлагается методология когнитивной трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса на основе экосистемного подхода, объединяющего механистический (инструменты, регламенты, инструкции) и органический (ценности, сетевое взаимодействие) управленческие подходы.

Экосистемный подход являет собой новый вид управления, направленный на интенсификацию инновационного развития и цифровой трансформации промышленных предприятий, выступающий в настоящее время малоизученным. Это и представляет направление диссертационного исследования на тему «Развитие методологии когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса России».

Композиционная структура диссертации соответствует общепринятому академическому формату и включает в себя введение, пять глав, заключение,

список использованной литературы и приложения. Во введении аргументирована актуальность темы, охарактеризован уровень разработанности проблематики, сформулированы цель, задачи, объект и предмет научного изыскания, а также обозначены ключевые положения, выносимые на защиту.

Первая глава – «Теоретические положения формирования и развития процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса РФ» – посвящена раскрытию сущности и содержания КЦТ инновационной деятельности в промышленности, формированию теоретико-методологической платформы исследования, а также анализу информационной среды КЦТ в промышленном секторе РФ.

Основными научными результатами первой главы являются:

- определение сущности и содержания когнитивной цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленном комплексе РФ, выявление основных различий цифровизации и цифровой трансформации в деятельности компаний, рассмотрение основных компонентов цифровой трансформации промышленного комплекса, представление их преимуществ;

- раскрытие понятия когнитивной цифровой трансформации (КЦТ) инновационной деятельности промышленного комплекса, представляющей собой процесс интеграции когнитивных технологий и цифровых инструментов, направленный на повышение эффективности инновационных процессов, развитие интеллектуального потенциала и создание новых технологических решений;

- исследование сущности и содержания КЦТ инновационной деятельности, выявление основных различий цифровизации и цифровой трансформации в деятельности компаний. Установлено, что цифровая трансформация предполагает фундаментальную перестройку бизнес-моделей и управленческих процессов;

- определение основных компонентов КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса с раскрытием их преимуществ;

- исследование особенностей неоиндустриализации промышленного комплекса, связанных с процессами КЦТ. Предложена теоретико-методологическая платформа КЦТ инновационной деятельности промышленного

комплекса, учитывающая переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 и формирование основ Индустрии 6.0;

– исследование методологических подходов к КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса (процессный, системный, технологический, отраслевой, экосистемный, платформенный) и введение когнитивного подхода, основанного на нейросетевом прогнозировании и предиктивной аналитике, что обеспечивает переход от реактивного управления к проактивному. Разработана методологическая платформа цифровой трансформации, включающая в себя 6 базовых методологий, дополненная когнитивной сервитизацией;

– исследование информационной среды КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса. Введено понятие когнитивной информационной среды инновационной деятельности. Определены основные элементы единого информационного пространства предприятия. Предложена масштабная «информационная технология», способная создать инновационное пространство предприятия, обеспечивающая связь всех элементов инновационных процессов;

– введение понятия «когнитивная информационная интеллектуальная среда промышленности» (КИИСП) в рамках перехода на цифровые сервисы Индустрии 5.0, представляющего собой распределенную многоуровневую систему управления производственными и инновационными процессами, интегрирующую технологии искусственного интеллекта, нейросетевого прогнозирования, когнитивной автоматизации и гиперавтоматизации, обеспечивающую непрерывный сбор, обработку и анализ данных в реальном времени, а также принятие проактивных управленческих решений с использованием самообучающихся алгоритмов. Предложена авторская модель КИИСП;

– конкретизация авторских дополнений по четырем уровням управления КИИСП: АСУ ТП (нейросетевые предиктивные модели и Edge AI-устройства), MES-системы (когнитивные оркестраторы), ERP-системы (модули искусственного интеллекта), OLAP-системы (нейросетевые аналитические платформы Big Data + AI).

Вторая глава – «Методология анализа и оценки когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса РФ» – аккумулирует методологический подход к оцениванию эволюции инновационной деятельности промышленного комплекса в контексте цифровой экономики и обеспечения технологического суверенитета. В контуре данной главы разработана методология анализа и оценки продуктивности инновационной деятельности предприятий промышленного комплекса в условиях когнитивно-цифровой трансформации. Помимо этого, представлена авторская методика оценки инновационной активности промышленных предприятий в условиях цифровизации, прошедшая практическую апробацию. Основными научными результатами второй главы являются:

- систематизация методологической базы по анализу и оценке развития цифровизации промышленных комплексов России и ее воздействия на инновационную деятельность предприятий, отраслей и ВЭД промышленности. Выявлено, что большинство существующих методик не учитывают показатели технологического суверенитета и когнитивной автоматизации;

- выявление характеристик методик оценки инновационной деятельности в зависимости от уровня цифровизации объекта с представлением их достоинств и недостатков в контексте цифровой трансформации на момент 2024–2025 гг.;

- предложение методологического подхода к оценке инновационного развития промышленных комплексов на основе цифровизации с использованием интегральных индексов, включая авторские дополнения по учету технологического суверенитета;

- дополнение методологического подхода к оценке инновационного развития промышленных комплексов на основе цифровизации моделью оценки развития инновационной деятельности, учитывающей перечень параметров – цифровой зрелости и инновационной активности;

- предложение модели оценки развития инновационной деятельности промышленных комплексов на основе цифровизации и введение нового показателя

оценки инновационного развития промышленных предприятий – инновационный индекс цифровой зрелости (ИИЦЗ);

- предложение методологии анализа и оценки эффективности инновационной деятельности промышленного комплекса на основе детерминируемости инновационных процессов;

- разработка модели и методики оценки инновационной активности предприятий промышленного комплекса с учетом цифровизации, включая их практическую апробацию;

- формирование универсального оценочного инструментария эффективности бизнес-процессов, построенного на модульной основе и реализующего один из возможных подходов к детерминизации инновационных бизнес-процессов;

- предложение методики оценки инновационной активности предприятий промышленного комплекса в контексте использования цифровых технологий, проведение ее практической апробации. Расчетные данные подтверждены экспериментальными, отражая рост инновационной активности предприятия в условиях цифровизации.

В третьей главе «Анализ когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса РФ» представлены: анализ инновационной деятельности и процессов когнитивно-цифровой трансформации промышленного комплекса РФ; исследование процессов управления развитием цифровой среды инновационной деятельности промышленного комплекса; разработка и апробация модели и методики оценки эффективности процессов цифровой трансформации промышленного комплекса.

Научная новизна третьей главы заключается в следующих результатах:

- проведен анализ текущего состояния инновационной деятельности и динамики цифровой трансформации промышленного комплекса РФ;

- проведено исследование процессов развития цифровой среды, обеспечивающей инновационную деятельность промышленных предприятий, и на этой основе разработана организационная схема такой среды;

- предложены модель и структура центра управления цифровой средой инновационной деятельности промышленных комплексов;

- разработаны модель и методика оценки эффективности цифровой трансформации промышленного комплекса, выполнена их апробация.

Четвертая глава «Механизм внедрения процессов когнитивно-цифровой трансформации в деятельность промышленных предприятий РФ на основе сервисной коммуникации» посвящена трем аспектам. В ней исследуются вопросы становления и развития цифровых платформ как инструментария когнитивно-цифровой трансформации промышленных экосистем. Предлагается концепция сервисных коммуникаций (коммуникационной сервитизации) в рамках когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленного комплекса РФ. Излагается методология формализации процессов когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных экосистем.

К основным научным результатам четвертой главы относятся:

- предложение формирования и развития цифровых платформ как инструмента цифровой трансформации промышленных экосистем, предназначенного для модернизации производственных бизнес-процессов, преобразования их в новую бизнес-модель, строящуюся на цифровых технологиях и данных, создающую дополнительную добавленную ценность, содействуя взаимосвязям производственных участков, а также предприятий между собой;

- предложение «подрывного» сценария трансформации цифровых платформ, актуализация инструментов и платформенных сервисов цифровой трансформации развития инновационной деятельности;

- обоснование подходов к построению методологии государственного регулирования цифровых платформ и разработка методологической конструкции, направленной на формирование цифровой инновационной экосистемы и развитие цифровых платформ как инструмента цифровой трансформации промышленных экосистем;

- обоснование концепции формирования сервисных коммуникаций (сервитизации) КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ, базирующейся на цифровой платформизации, и содержательное разграничение понятий цифровой трансформации и цифровой сервитизации;

- раскрытие функционала коммуникационной сервитизации цифровой платформы и современных трендов коммуникационной сервитизации промышленного комплекса РФ;

- разработка методологии и механизма внедрения и реализации процессов цифровой трансформации промышленного комплекса на основе технологий цифровых платформ;

- предложение методологии формализации процессов когнитивной цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных экосистем;

- раскрытие основных компонентов и методологических процессов механизма формализации и развития КЦТ инновационной деятельности промышленных экосистем.

Пятая глава «Развитие методологии, инструментария и технологий когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности в промышленности России» содержит следующие положения: методология развития инструментария институционального обеспечения платформы КЦТ инновационной деятельности промышленных предприятий; концепция стратегии когнитивно-цифровой трансформации инноваций в экосистеме промышленного комплекса РФ, а также обоснованные тенденции и перспективы развития методологии, инструментария и технологий КЦТ инновационной деятельности промышленного комплекса РФ.

К основным научным результатам пятой главы относятся:

- разработка методологии развития инструментария институционального обеспечения платформы когнитивно-цифровой трансформации инновационной деятельности промышленных предприятий, определяющей построение цифровых

платформ, позволяющей инициировать, осуществлять и оценивать процессы производства на цифровой основе;

- предложение системы институционального обеспечения цифровой трансформации промышленных предприятий на основе цифровых платформ;

- предложение контура институционального цифрового обеспечения промышленного комплекса, формирующего институциональную среду, представляющего особую значимость в разработке механизмов регулирования развития промышленности: институт инновационных процессов, институт промышленной политики, институт интеллектуальной собственности, институт цифровизации (цифрового развития), институт промышленного развития, институт экосистемного развития промышленности;

- разработка модели и формирование инструментария государственных институтов поддержки и развития институциональной платформы цифровой трансформации промышленного предприятия;

- построение модели интегрированной институциональной платформы цифровой трансформации промышленного предприятия, включающей в себя следующие инструментальные компоненты: информационную систему интеллектуальной аналитики, технологии искусственного интеллекта, технологии развития платформы, комплекс целевых параметров деятельности предприятия, высокие технологии цифровых бизнес-процессов;

- разработка концепции стратегии когнитивно-цифровой трансформации инноваций в экосистеме промышленного комплекса РФ и стратегических императивов экосистемного управления;

- предложение направлений развития цифровой трансформации в инновационной деятельности промышленных комплексов.

В заключении представлены выводы по проведенному исследованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О промышленной политике Российской Федерации : федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://base.garant.ru/57487652/?ysclid=mt5kpk0xm7557182336> (дата обращения: 05.04.2025).

2. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации : указ Президента РФ от 07.07.2011 № 899. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : некоммерческая интернет-версия. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116178 (дата обращения: 15.09.2025).

3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : указ Президента РФ от 07.09.2018 № 204. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения: 08.10.2023). – Текст : электронный.

4. О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации : указ Президента РФ от 30.03.2022 № 166. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://base.garant.ru/403784114> (дата обращения: 19.04.2026).

5. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353> (дата обращения: 28.03.2025).

6. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634> (дата обращения: 23.03.2025).

7. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» : распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71634878> (дата обращения: 30.10.2025).

8. О создании АНО «Платформа Национальной технологической инициативы» : распоряжение Правительства РФ от 03.11.2018 № 2400-р. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : некоммерческая интернет-версия. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=566941#Szr96TVcDRBl7au2> (дата обращения: 12.04.2025).

9. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года : распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72074066> (дата обращения: 11.02.2026).

10. Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года : распоряжение Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74142592> (дата обращения: 12.07.2024).

11. Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года : распоряжение Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : некоммерческая интернет-версия. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354707 (дата обращения: 12.07.2024).

12. Об утверждении Стратегии цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 06.11.2021 № 3142-р. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401415210> (дата обращения: 09.02.2026).

13. Стратегия развития финансового рынка Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 29.12.2022 № 4355-р. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405965447> (дата обращения: 17.07.2024).

14. Об утверждении национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» : распоряжение Правительства РФ от 29.03.2024 № 707-р. – Текст : непосредственный // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2024. – № 14. – Ст. 2041.

15. Паспорт национального проекта (программы) «Производительность труда и поддержка занятости» : утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 № 16). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : некоммерческая интернет-версия. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319210 (дата обращения: 25.06.2025).

16. Паспорт федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (протокол от 28.05.2019 № 9). – URL: https://economy.samregion.ru/upload/iblock/0f2/Pasport-FP-Kadry-dlya-tsifrovoy-ekonomiki-_red.-ot-25.12.18_pdf?ysclid=mt5funrr49902499368 (дата обращения: 15.07.2024). – Текст : электронный.

17. Паспорт национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» : утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 20.12.2024 № 12). – URL: https://stavregion.ru/_/cms_page_media/11373/Pasport%20natsionalnogo%20proekta%20_Ekonomika%20dannyykh%20i%20tsifrovaya%20trans.gosud.pdf (дата обращения: 30.06.2025). – Текст : электронный.

18. Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки и инноваций : приказ Росстата от 31.07.2023 № 363 (редакция от 31.07.2024). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : некоммерческая интернет-версия. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_454629 (дата обращения: 13.06.2025).

19. Концепция долгосрочного прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2025 года : утверждена Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике (протокол от 27.12.2006 № 3). – URL: https://www.gorodperm.ru/upload/pages/537/Prognoz_do_2025.PDF (дата обращения: 21.04.2025). – Текст : электронный.

20. Перечень поручений по итогам Послания Президента Федеральному Собранию : документ от 28.02.2024 № Пр-403. – Текст : электронный // Президент России : [сайт]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/73759> (дата обращения: 07.05.2026).

21. ГОСТ 25686-85. Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы. Системы производственные гибкие. Термины и определения. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1991. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828740.pdf> (дата обращения: 23.06.2024). – Текст : электронный.

22. ГОСТ 26228-90. Системы производственные гибкие : государственный стандарт союза ССР. – Москва : Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828253.pdf> (дата обращения: 23.06.2024). – Текст : электронный.

23. ГОСТ Р 57313-2016. Инновационный менеджмент. Руководство по управлению инновациями : национальный стандарт Российской Федерации. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 48 с. – Текст : непосредственный.

24. ГОСТ Р 59799-2021. Умное производство. Модель эталонной архитектуры Индустрии 4.0 (RAMI 4.0) : национальный стандарт Российской Федерации. – Москва : Российский институт стандартизации, 2021. – 35 с. – Текст : непосредственный.

25. Абдрахманова, Г.И. Тенденции развития информационных и коммуникационных технологий / Г.И. Абдрахманова, Г.Г. Ковалева. – EDN: <https://www.elibrary.ru/nqtgpz>. – Текст : непосредственный // Форсайт. – 2009. – Т. 3, № 4. – С. 44–55.

26. Абибуллаев, М.С. Некоторые аспекты инновационного развития предприятий / М.С. Абибуллаев. – Текст : непосредственный // Стратегия экономического развития Украины. – 2004. – № 15. – С. 80–87.

27. Агентство стратегических инициатив : официальный сайт. – URL: <https://asi.ru> (дата обращения: 13.11.2025). – Текст : электронный.

28. Акбердина, В.В. Базовые стратегии поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем / В.В. Акбердина, Е.В. Василенко. – DOI: 10.31063/AlterEconomics/2023.20-3.4. – Текст : непосредственный // AlterEconomics. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 548–569.

29. Акбердина, В.В. Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности / В.В. Акбердина, С.Г. Пьянкова. – Текст : электронный // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-tsifrovoy-transformatsii-promyshlennosti> (дата обращения: 01.05.2025).

30. Акбердина, В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В.В. Акбердина. – DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. – Текст : непосредственный // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 82–99.

31. Алавердов, А.А. Управление человеческими ресурсами организации / А.А. Алавердов. – Москва : Синергия, 2012. – 655 с. – Текст : непосредственный.

32. Алешина, О.Г. Деиндустриализация, неоиндустриализация и постиндустриальная экономика: обзор подходов / О.Г. Алешина. – DOI: 10.26730/2587-5574-2022-2-19-38. – Текст : непосредственный // Экономика и управление инновациями. – 2022. – № 2 (21). – С. 19–38.

33. Анализ эффективности деятельности предприятия : учебное пособие / И.И. Мазурова, Н.П. Белозерова, Т.М. Леонова, М.М. Подшивалова. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 113 с. – Текст : непосредственный.

34. АО «Транскат». Бухгалтерская (финансовая) отчетность. – Текст : электронный // Rusprofile – сервис проверки и анализа контрагентов : [сайт]. – URL: <https://www.rusprofile.ru/accounting?ogrn=1027808750947> (дата обращения: 09.10.2025).

35. Арзамаскин, А.Н. Цифровые экосистемы в современном российском обществе: понятие, общая характеристика, правовой аспект регулирования / А.Н. Арзамаскин. – Текст : непосредственный // Общетеоретические и исторические проблемы формирования правового государства. – 2022. – № 2 (68). – С. 9–15.

36. Ассоциация разработчиков программного обеспечения «Руссофт» : официальный сайт. – URL: <https://russoft.org> (дата обращения: 23.05.2026). – Текст : электронный.

37. Афонин, И.В. Инновационный менеджмент и экономическая оценка реальных инвестиций. Серия «Homo faber» / И.В. Афонин. – Москва : Гардарики, 2006. – 301 с. – Текст : непосредственный.

38. Бабкин, А.В. Интеллектуальная киберсоциальная экосистема Индустрии 5.0: понятие, сущность, модель / А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета, В.А. Плотников. – Текст : непосредственный // Экономическое возрождение России. – 2021. – № 4 (70). – С. 39–62.

39. Бабкин, А.В. Особенности и виды цифровых платформ в экономике / А.В. Бабкин, В.В. Анисимова. – Текст : непосредственный // Цифровая экономика, умные инновации и технологии : сборник трудов Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 18–20 апреля 2021 г. – Санкт-Петербург : Политех-пресс, 2021. – С. 322–325.

40. Бабкин, А.В. Цифровые платформы в экономике: понятие, сущность, классификация / А.В. Бабкин, П.А. Михайлов. – EDN: <https://elibrary.ru/slmsni>. – Текст : непосредственный // Вестник Академии знаний. – 2023. – № 1 (54). – С. 25–36.

41. Бажанова, М.И. Прогнозирование эффективности инновационного развития промышленной интегрированной структуры с учетом вариативности факторов внешней среды / М.И. Бажанова, М.С. Кувшинов. – EDN: SQSTBH. – Текст : непосредственный // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2014. – Т. 8, № 3. – С. 24–29.

42. Басаев, З.В. Цифровизация экономики: Россия в контексте глобальной трансформации / З.В. Басаев. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-ekonomiki-rossiya-v-kontekste-globalnoy-transformatsii> (дата обращения: 13.04.2025). – Текст : электронный.

43. Бездудная, А.Г. Исследование возможностей применения цифровых инноваций в условиях внутрифирменного предпринимательства в организации / А.Г. Бездудная, М.Г. Трейман, Д.Ю. Игнатова. – EDN: AAWJIU. – Текст : непосредственный // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2024. – № 1 (67). – С. 109–117.

44. Бездудная, А.Г. Современный менеджмент как драйвер роста в условиях цифровой трансформации экономики / А.Г. Бездудная, И.В. Федосеев, Д.С. Юдин. – Текст : непосредственный // Проблемы современной экономики. – 2019. – № 2 (70). – С. 251–252.

45. Безрукова, Т.Л. Методические подходы к анализу и оценке эффективности инновационного развития экономических систем / Т.Л. Безрукова, Л.В. Маркова. – EDN: PQZNLN. – DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-1-7-19. – Текст : непосредственный // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13, № 1 (68). – С. 7–19.

46. Безрукова, Т.Л. Оценка инновационной активности предприятия: особенности многокритериального подхода / Т.Л. Безрукова, О.В. Кувшинова, С.В. Малаяк. – EDN: FOXQUA. – DOI: 10.5281/zenodo.15296856. – Текст : непосредственный // Научный журнал «Менеджер». – 2025. – № 1 (107). – С. 94–107.

47. Белл, Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования : перевод с английского / Д. Белл. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Academia, 2004. – 788 с. – Текст : непосредственный.

48. Бережливое производство : учебник / Н.С. Зинчик, О.В. Кадырова, Ю.И. Ростова, А.Г. Бездудная ; под общей редакцией А.Г. Бездудной. – Москва : КноРус, 2023. – 204 с. – Текст : непосредственный.

49. Бианкина, А.О. Цифровые технологии и их роль в современной экономике / А.О. Бианкина. – Текст : непосредственный // Экономика и социум: современные модели развития. – 2017. – № 16. – С. 15–25.

50. Бобылев, С.Н. Уровень развития цифровой экономики в регионах России / С.Н. Бобылев, В.С. Тикунов, О.Ю. Черешня. – Текст : электронный // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2018. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroven-razvitiya-tsifrovoy-ekonomiki-v-regionah-rossii> (дата обращения: 20.02.2025).

51. Бодрунов, С.Д. К вопросу о реиндустриализации российской экономики в условиях ВТО / С.Д. Бодрунов. – Текст : непосредственный // Экономическое возрождение России. – 2012. – № 3 (33). – С. 47–52.

52. Бочкарев, А.М. Определение эффективности системы информационного обеспечения предприятия / А.М. Бочкарев. – Текст : непосредственный // Агротехнологии XXI века : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 9–11 ноября 2016 г. – Пермь : Прокрость, 2016. – С. 289–295.

53. Букреев, А.М. Государственное регулирование инновационного развития в условиях цифровой экономики / А.М. Букреев, Е.Н. Сыщикова, А.Е. Кулакова. – Текст : непосредственный // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 18–21.

54. Бушек, А. Цифровая трансформация. – Текст : электронный // RUSBASE : [сайт]. – URL: <https://rb.ru/story/what-is-digitaltransformation> (дата обращения: 14.07.2024).

55. В Самарской области активно идет реализация нацпроекта «Производительность труда». – Текст : электронный // ГТРК «Самара» : [сайт]. – 2022. – 19 сентября. – URL: <https://tvsamara.ru/news/v-samarskoi-oblasti-aktivno-idet-realizaciya-nacproekta-proizvoditelnost-truda-i> (дата обращения: 05.03.2026).

56. Варнавский, В.Г. Трансформация мирового геоэкономического пространства в условиях реиндустриализации / В.Г. Варнавский. – Текст :

непосредственный // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2019. – № 2. – С. 119–133.

57. Варнавский, В.Г. Цифровые технологии и рост мировой экономики / В.Г. Варнавский. – DOI: 10.17213/2312-6469-2015-3-73-80. – Текст : непосредственный // Друкеровский вестник. – 2015. – № 3 (7). – С. 73–80.

58. Варшавский, А.Е. Сопоставительный анализ показателей и факторов роботизации в России и Польше / А.Е. Варшавский, В.В. Дубинина. – DOI: 10.24891/ni.17.10.1875. – Текст : непосредственный // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2021. – № 10 (403). – С. 1875–1902.

59. Васильева, З.А. Особенности цифровой трансформации промышленного комплекса региона / З.А. Васильева, А.В. Москвина, С.В. Михайлова. – Текст : электронный // ЭПП. – 2023. – № 10. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tsifrovoy-transformatsii-promyshlennogo-kompleksa-regiona> (дата обращения: 23.05.2025).

60. Вахрушев, Д.С. Инновационная среда как значимый фактор формирования инновационной экономики: институциональный подход / Д.С. Вахрушев. – Текст : непосредственный // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2015. – № 1. – С. 5–8.

61. Википедия. Свободная энциклопедия : официальный сайт. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 30.11.2025). – Текст : электронный.

62. Виханский, О.С. Эффективный менеджмент – красиво, но абсурдно / О.С. Виханский. – Текст : непосредственный // БОСС. – 2002. – № 10. – С. 72–76.

63. Вольчик, В.В. Институты, информация и институциональная структура экономики / В.В. Вольчик, А.А. Оганесян. – Текст : непосредственный // Журнал институциональных исследований. – 2010. – Т. 1, № 2. – С. 30–42.

64. Востриков, Ю. В 2024 году российское промышленное ПО вырастет на 17% благодаря МФТИ и Siemens / Ю. Востриков. – Текст : электронный // MyNeWTon : [сайт]. – 2025. – URL: <https://mynewton.ru/2025/04/v-2024-godu-rossijskoe-promyshlennoe-po-vyrastet-na-17-blagodarya-mfti-i-siemens> (дата обращения: 10.04.2026).

65. Выборнова, Л.А. Моделирование взаимодействия агентов системы разработки технологических инноваций / Л.А. Выборнова, Е.П. Ростова. – Текст : непосредственный // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления : сборник научных трудов, Москва, 17–20 июня 2024 г. – Москва : Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2024. – С. 1970–1972.

66. Галимова, М.П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации: организационные драйверы и барьеры / М.П. Галимова. – Текст : непосредственный // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия «Экономика». – 2019. – № 1. – С. 27–37.

67. Гарифуллин, Б.М. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы / Б.М. Гарифуллин, В.В. Зябrikов. – URL: https://www.researchgate.net/publication/328423718_Cifrova_a_transformacia_biznesa_modeli_i_algoritmy (дата обращения: 20.01.2026). – Текст : электронный.

68. Гафаров, И.Р. Развитие институциональной среды современной российской экономики : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Гафаров Ильдар Ренатович. – Казань, 1999. – 187 с. – Текст : непосредственный.

69. Гелисханов, И.З. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития / И.З. Гелисханов, Т.Н. Юдина, А.В. Бабкин. – DOI: 10.18721/JE.11602. – Текст : непосредственный // n-Economy. – 2018. – Т. 11, № 6. – С. 22–36.

70. Гершанок, А.А. Цифровизация бизнес-процессов: ключевые проблемы и ошибки внедрения / А.А. Гершанок. – EDN: KMALUC. – DOI: 10.24412/2411-0450-2022-8-86–91. – Текст : непосредственный // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 8 (90). – С. 86–91.

71. Гилева, Т.А. Оценка интеллектуальной зрелости промышленных экосистем: конфигурационный подход / Т.А. Гилева, И.А. Бабкин, С.В. Здольникова. – EDN: <https://www.elibrary.ru/rspcii>. – Текст : непосредственный // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». – 2025. – Т. 20, № 4. – С. 468–490.

72. Гилева, Т.А. Разработка стратегии цифровой трансформации предприятия с учетом возможностей бизнес-экосистем / Т.А. Гилева, А.В. Бабкин, Г.А. Гилев. – DOI: <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-6-629-642>. – Текст : непосредственный // Экономика и управление. – 2020. – № 26 (6). – С. 629–642.

73. ГК «Цифра». Перспективные цифровые технологии в промышленности: драйверы, барьеры, сценарии применения. – Текст : электронный // Strategy Partners. – 2025. – 5 ноября. – URL: <https://strategy.ru/research/research/perspektivnye-cifrovye-tehnologii-v-promyshlennosti-drajvery-barery-scenarii-primeneniya> (дата обращения: 15.04.2026).

74. Глазьев, С. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов / С. Глазьев. – Текст : непосредственный // Вопросы экономики. – 2009. – № 3. – С. 26–32.

75. Глазьев, С.Ю. Развитие российской экономики в условиях глобальных технологических сдвигов : научный доклад / С.Ю. Глазьев. – Москва : Национальный институт развития, 2007. – 57 с. – Текст : непосредственный.

76. Глазьев, С.Ю. Состояние и перспективы формирования 6-го технологического уклада в российской экономике / С.Ю. Глазьев, Д.Л. Косакян. – EDN: <https://elibrary.ru/gjoiyc>. – DOI: <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-2-11-29>. – Текст : непосредственный // Экономика науки. – 2024. – Т. 10, № 2. – С. 11–29.

77. Глобальный инновационный индекс – 2025. – Текст : электронный // НИУ ВШЭ : [сайт]. – 2025. – URL: <https://foresight.hse.ru/news/1087367991.html> (дата обращения: 18.04.2026).

78. Глухов, В.В. Цифровое стратегирование промышленных систем на основе устойчивых экоинновационных и циркулярных бизнес-моделей в условиях перехода к Индустрии 5.0 / В.В. Глухов, А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета. – EDN: <https://www.elibrary.ru/jdjswwv>. – DOI: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1006-1020>. – Текст : непосредственный // Экономика и управление. – 2022. – Т. 28, № 10. – С. 1006–1020.

79. Гнатышина, Е.И. Особенности методики оценки инновационной активности промышленных предприятий в условиях цифровизации / Е.И. Гнатышина. –

DOI: 10.18287/2542-0461-2024-15-3-87-101. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2024. – Т. 15, № 3. – С. 87–101.

80. Гнатышина, Е.И. Потенциальные риски интеграции цифровых платформ в промышленные предприятия / Е.И. Гнатышина. – DOI: 10.47629/2074-9201_2024_6_67_71. – Текст : непосредственный // Вестник Академии права и управления. – 2024. – № 6 (81). – С. 67–71.

81. Гнатышина, Е.И. Роль региональной инновационной экосистемы в развитии экономического потенциала территорий (на примере Самарской области) / Е.И. Гнатышина. – DOI: 10.14451/1.237.91.197. – Текст : непосредственный // Экономические науки. – 2024. – № 237. – С. 91–96.

82. Гнатышина, Е.И. Сервисные коммуникации как ключевой компонент архитектуры промышленных цифровых платформ / Е.И. Гнатышина. – DOI: 10.26726/grpe2024v8scaa. – Текст : непосредственный // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2024. – № 8 (166). – С. 80–88.

83. Гнатышина, Е.И. Совершенствование методологии оценки инвестиционных проектов цифровизации бизнес-процессов в промышленности / Е.И. Гнатышина. – Самара : Самарама, 2024. – 204 с. – ISBN 978-5-605-18059-3. – Текст : непосредственный.

84. Говердовская, Ю. Тенденции и предпосылки перехода малого бизнеса к цифровизации / Ю. Говердовская. – EDN: EYFXEK. – Текст : непосредственный // Инновации. Наука. Образование. – 2022. – № 50. – С. 929–932.

85. Голдобенкова, М. Роботы разошлись в показателях / М. Голдобенкова, А. Жабин. – Текст : электронный // Коммерсантъ. – 2025. – 5 ноября. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8179876> (дата обращения: 15.04.2026).

86. Голубев, С.С. Государственно-частное партнерство при подготовке кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса России / С.С. Голубев, М.А. Крещенко. – Текст : непосредственный // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 11-2. – С. 245–248.

87. Голубов, Д.А. Информатизация государственного управления как метод антикоррупционной деятельности / Д.А. Голубов. – Текст : непосредственный // Дельта науки. – 2016. – № 1. – С. 95–97.

88. Гончаров, А.Ю. Тенденции и перспективы взаимодействия агентов инновационной среды предприятия региона в условиях когнитивной экономики / А.Ю. Гончаров, А.В. Поляков, Н.В. Сироткина. – Текст : непосредственный // Дельта науки. – 2015. – № 1. – С. 4–17.

89. Городнова, Н.В. Индустриальный интернет вещей в России: сущность и перспективы / Н.В. Городнова. – DOI: 10.18334/vines.12.3.115150. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – № 3. – С. 1503–1522.

90. Горюнова, Л.А. Инновационная институциональная среда как фактор устойчивости территориального развития / Л.А. Горюнова. – Текст : непосредственный // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – Вып. 2а. – С. 21–25.

91. Государство, инновации, наука и таланты в измерении цифровой экономики (на примере Великобритании) / И.А. Соколов [и др.]. – URL: <https://istina.fnkerr.ru/publications/article/60759130> (дата обращения: 26.08.2025). – Текст : электронный.

92. Гохберг, Л.М. Инновации в российской экономике: стагнация в преддверии кризиса? / Л.М. Гохберг, И.А. Кузнецова. – Текст : электронный // Форсайт. – 2009. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-rossiyskoy-ekonomike-stagnatsiya-v-preddverii-krizisa> (дата обращения: 10.02.2026).

93. Гохберг, Л.М. Новые тенденции в российской практике форсайт-исследований / Л.М. Гохберг. – EDN: <https://elibrary.ru/nqtgrx>. – Текст : непосредственный // Форсайт. – 2009. – Т. 3, № 3. – С. 5.

94. Грибанов, Ю.И. Сущность, содержание и роль цифровой трансформации в развитии экономических систем / Ю.И. Грибанов, А.А. Шатров. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 3-1. – С. 44–48.

95. Григорьева, В.В. Управление ТЭК и ЖКХ городской агломерации как метасистемой на базе ключевых технологий цифровой экономики /

В.В. Григорьева. – Текст : непосредственный // STUDENT RESEARCH : сборник статей III Международного научно-практического конкурса. – Пенза, 2018. – С. 121–124.

96. Губайдуллина, А.И. Офсетные контракты. Взгляд бизнеса / А.И. Губайдуллина. – EDN: <https://elibrary.ru/wcjxfr>. – Текст : непосредственный // Прорывные научные исследования как двигатель науки : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пермь, 5 августа 2024 г. – Уфа : Аэтерна, 2024. – С. 42–46.

97. Гэлбрейт, Дж. Новое индустриальное общество / Дж. Гэлбрейт. – Москва : Эксмо, 1969. – 309 с. – Текст : непосредственный.

98. Дежина, И.Г. Новая модель организации науки в России: первые итоги / И.Г. Дежина. – EDN: ZYPNKT. – DOI: 10.24412/2079-0910-2023-1-7-23. – Текст : непосредственный // Социология науки и технологий. – 2023. – Т. 14, № 1. – С. 7–23.

99. Доклад о результатах мониторинга официальных сайтов федеральных органов исполнительной власти на соответствие требованиям законодательства РФ об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления. – URL: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/otkrytost-saytov-foiv-2022.pdf?ysclid=mt4e91pjcy127526123> дата обращения: 11.03.2026). – Текст : электронный.

100. Ена, О.В. Радары для многопараметрической оценки технологий. Сценарии патентной аналитики / О.В. Ена. – EDN: <https://www.elibrary.ru/gmqnfv>. – Текст : непосредственный // Вестник ФИПС. – 2024. – Т. 3, № 1 (7). – С. 12–29.

101. Ена, О.В. Формализация знаний в менеджменте инноваций: формализованные технологические дорожные карты и сценарии их использования / О.В. Ена. – EDN: <https://www.elibrary.ru/eseerx>. – DOI: <https://doi.org/10.34925/EIP.2024.173.12.047>. – Текст : непосредственный // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 12 (173). – С. 279–284.

102. Ершова, Т.В. Цифровые платформы для исследований и разработок / Т.В. Ершова, Ю.Е. Хохлов. – EDN: YVPUFU. – Текст : непосредственный // Информационное общество. – 2017. – № 6. – С. 17–24.

103. Ештокин, С.В. Сквозные технологии цифровой экономики как фактор формирования технологического суверенитета страны / С.В. Ештокин. – DOI: 10.18334/vines.12.3.116193. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 1301–1314.

104. Жемчугов, А.М. Разработка стратегии предприятия: современный подход / А.М. Жемчугов, М.К. Жемчугов. – Текст : непосредственный // Международный журнал «Проблемы теории и практики управления». – 2011. – № 10. – С. 58–66.

105. Забайкин, Ю.В. Трансформация системы управления предприятием : монография / Ю.В. Забайкин, Ю.С. Капитонова, М.Ф. Харламов. – Москва : National Research, 2023. – 484 с. – Текст : непосредственный.

106. Завершены 66 особо значимых проектов первой волны. – Текст : электронный // ComNews.ru : [сайт]. – 2025. – 2 июня. – URL: <https://www.comnews.ru/cs/viewtopic.php?p=177482> (дата обращения: 20.05.2026).

107. Зариковская, Н.В. Информационно-аналитические системы управления : учебное пособие / Н.В. Зариковская. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2018. – 107 с. – Текст : непосредственный.

108. Захаркин, Д. Цифровая трансформация / Д. Захаркин. – URL: <https://rb.ru/story/what-is-digital-transformation> (дата обращения: 14.07.2025). – Текст : электронный.

109. Земцов, С.П. География технологий искусственного интеллекта в России / С.П. Земцов. – EDN: <https://www.elibrary.ru/botjhl>. – Текст : непосредственный // Инновационные практики российских городов : материалы XXIII Ежегодной конференции из цикла «Леонтьевские чтения», Санкт-Петербург, 14–15 марта 2025 г. – Санкт-Петербург : Международный центр социально-экономических исследований «Леонтьевский центр», 2025. – С. 20–25.

110. Земцов, С.П. Государственная поддержка высоких технологий и инноваций в России / С.П. Земцов, В.А. Баринова, Р.И. Семенова. – EDN: <https://www.elibrary.ru/zypquo>. – Текст : непосредственный // Инновации. – 2019. – № 3 (245). – С. 33–44.

111. Земцов, С.П. Цифровое неравенство и региональное развитие в России в условиях распространения технологий искусственного интеллекта / С.П. Земцов. – EDN: <https://www.elibrary.ru/ltppez>. – DOI: https://doi.org/10.31737/22212264_2025_2_225-233. – Текст : непосредственный // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2025. – № 2 (67). – С. 225–233.

112. ИИ в предпринимательском секторе России и зарубежных стран. – Текст : электронный // НИУ ВШЭ : [сайт]. – 2024. – URL: <https://issek.hse.ru/news/995891042.html> (дата обращения: 15.04.2026).

113. Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/investment> (дата обращения: 07.05.2026).

114. Индекс «Цифровая Россия»: отражение цифровизации субъектов Российской Федерации через призму открытых источников / Центр финансовых инноваций и безналичной экономики Московской школы управления СКОЛКОВО. – 2018. – URL: https://finance.skolkovo.ru/downloads/documents/FinChair/Research_Reports/SKOLKOVO_Digital_Russia_Report_Full_2019-04_ru.pdf (дата обращения: 07.05.2023). – Текст : электронный.

115. Индексы промышленного производства. – Текст : электронный // Росстат : [сайт]. – 2025. – 27 ноября. – URL: https://21.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/05_2025%2011%2027%20%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%8B.html (дата обращения: 18.04.2026).

116. Индикаторы инновационной деятельности: 2023 : статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, Г.А. Грачева [и др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2023. – 292 с. – Текст : непосредственный.

117. Индикаторы инновационной деятельности: 2024 : статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, Г.А. Грачева [и др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 260 с. – Текст : непосредственный.

118. Индикаторы инновационной деятельности: 2025 : статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, Г.А. Грачева и [др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2025. – 196 с. – Текст : непосредственный.

119. Индикаторы цифровой экономики: 2024 : статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг [и др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 276 с. – ISBN 978-5-7598-3008-5. – Текст : непосредственный.

120. Индикаторы цифровой экономики: 2025 : статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский [и др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. – 276 с. – ISBN 978-5-7598-3108-2. – Текст : непосредственный.

121. Индикаторы цифровой экономики: 2026 : статистический сборник / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : ИСИЭЗ ВШЭ, 2026. – 276 с. – Текст : непосредственный.

122. Индустрия 5.0: основы создания нейроцифровых экосистем / А.А. Федоров, С.И. Корягин, И.В. Либерман, П.М. Клачек. – Текст : непосредственный // Цифровая экономика, умные инновации и технологии. – 2021. – № 14 (3). – С. 106–108.

123. Инновационное развитие и цифровизация региональных промышленных комплексов в эпоху кардинальных перемен : коллективная монография / О.В. Бескровная, Г.М. Голобокова, Г.В. Давыдова [и др.]. – Москва : Научная библиотека, 2025. – 268 с. – EDN: <https://www.elibrary.ru/hbegdg>. – Текст : непосредственный.

124. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Б.З. Мильнер [и др.] ; под общей редакцией Б.З. Мильнера. – Москва : Инфра-М, 2013. – 624 с. – Текст : непосредственный.

125. Инновационный менеджмент : учебное пособие для вузов / С.А. Кузнецова, Н.А. Кравченко, В.Д. Маркова, А.Т. Юсупова. – Новосибирск : Издво СО РАН, 2005. – 275 с. – Текст : непосредственный.

126. Институциональная среда, российский вариант / О.А. Степанова, Л.А. Алтынникова, Е.И. Минакова, И.В. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Российское предпринимательство. – 2009. – № 1, Вып. 2. – С. 36–39.

127. Интеграция процессов оценивания успеха инновационных проектов с проектным менеджментом и управлением реализацией преимуществ / Д.Н. Лапаев, О.В. Глебова, О.Ю. Мельникова, С.В. Глебов. – EDN: AYTNPW. – DOI: 10.18334/errp.14.1.120316. – Текст : непосредственный // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 13–28.

128. Информационное общество: востребованность информационно-коммуникационных технологий населением России : монография / Г.И. Абдрахманова, Л.М. Гохберг, Г.Г. Ковалева [и др.]. – Москва : Изд-во Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». – 2015. – 120 с. – EDN: <https://www.elibrary.ru/tvyegz>. – Текст : непосредственный.

129. Иншаков, О.В. Актуальные проблемы экономической науки современной России / О.В. Иншаков, Н.Н. Лебедева. – Волгоград : ВолГУ, 2006. – 34 с. – Текст : непосредственный.

130. Ирхин, И.А. Сходимость алгоритма аддитивной регуляризации тематических моделей / И.А. Ирхин, К.В. Воронцов. – EDN: <https://www.elibrary.ru/rwwjrw>. – DOI: <https://doi.org/10.21538/0134-4889-2020-26-3-56-68>. – Текст : непосредственный // Труды института математики и механики УрО РАН. – 2020. – Т. 26, № 3. – С. 56–68.

131. Казарян, К. «Цифра» в динамике: как оценить IT-отрасль России / К. Казарян. – Текст : электронный // РБК : [сайт]. – 2025. – 7 ноября. – URL: <https://www.rbc.ru/opinions/economics/07/11/2025/690dd9c09a79470b1ae555ce> (дата обращения: 07.05.2026).

132. Как платформенная экономика меняет Россию: вызовы и перспективы цифровой трансформации. – Текст : электронный // Фонд Росконгресс. – 2025. – URL: <https://roscongress.ru/materials/kak-platfommennaya-ekonomika-menyayet-ros-siyu-vyzovy-i-perspektivy-tsifrovoy-transformatsii> (дата обращения: 14.04.2026).

133. Какие технологии востребованы в промышленности. – Текст : электронный // Ведомости : [сайт]. – URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2024/05/23/1038598-vostrebovani-promishlennosti> (дата обращения: 15.01.2025).

134. Каплан, Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Олимп-Бизнес, 2008. – 320 с. – Текст : непосредственный.

135. Капранова, Л.Д. Цифровая экономика в России: состояние и перспективы развития / Л.Д. Капранова. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32871949> (дата обращения: 23.05.2025). – Текст : электронный.

136. Карлик, А.Е. Детерминирование институциональной структуры высокотехнологичных отраслей промышленности / А.Е. Карлик, А.М. Уманский. – Текст : непосредственный // Экономические науки. – 2020. – № 185. – С. 126–131.

137. Карлик, А.Е. Организационное обеспечение цифровой трансформации кооперационных сетей и внедрения киберсоциальных систем / А.Е. Карлик, В.В. Платонов, С.А. Кречко. – EDN: UIVZZI. – DOI: 10.18721/JE.12501. – Текст : непосредственный // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2019. – Т. 12, № 5. – С. 9–22.

138. Кармышев, Ю.А. Категории «регион» и «инновационная среда региона»: научные подходы к пониманию сущности и содержания / Ю.А. Кармышев, Н.В. Иванова. – Текст : непосредственный // Социально-экономические явления и процессы. – 2015. – Т. 10, № 7. – С. 41–47.

139. Карпинская, В.А. Экосистема как единица экономического анализа / В.А. Карпинская. – DOI: 10.33276/978-5-8211-0769-5-125-141. – Текст : непосредственный // Системные проблемы отечественной мезоэкономики, микроэкономики, экономики предприятий : материалы Второй конференции Отделения моделирования производственных объектов и комплексов ЦЭМИ РАН, Москва,

12 января 2018 г. – Москва : Центральный экономико-математический институт РАН, 2018. – Вып. 2. – С. 125–141.

140. Карсунцева, О.В. Основные понятия и экономическая сущность научно-технологического развития / О.В. Карсунцева. – DOI: 10.17513/vaael.3136. – EDN: PXCJCC. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2023. – № 12. – С. 77–82.

141. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс ; перевод с английского под научной редакцией О.И. Шкаратана. – Москва : ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с. – Текст : непосредственный.

142. Каткало, В.С. Эволюция теории стратегического управления / В.С. Каткало. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2008. – 546 с. – Текст : непосредственный.

143. Клейнер, Г.Б. Промышленные экосистемы: взгляд в будущее / Г.Б. Клейнер. – Текст : непосредственный // Экономическое возрождение России. – 2018. – № 2 (56). – С. 53–62.

144. Клепова, Т.А. Кластерная политика как стратегический вектор совершенствования стратегии взаимодействия хозяйственных структур / Т.А. Клепова. – EDN: <https://www.elibrary.ru/ymzcht>. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. – 2017. – № 1. – С. 5–10.

145. Клименко, О.И. Проблемы промышленного развития России в контексте технологизации экономики / О.И. Клименко, Ю.И. Бражников, А.И. Лайпанов. – DOI: 10.21295/2223-5639-2020-1-9-23. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2020. – № 1 (80). – С. 9–23.

146. Ковалёв, П.П. Формализация процедур по разработке стратегических направлений развития инновационной среды высокотехнологичных производств / П.П. Ковалёв, Т.С. Колмыкова. – EDN: KKEHQN. – DOI: 10.18287/2542-0461-2024-15-3-154-163. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2024. – Т. 15, № 3. – С. 154–163.

147. Козлов, А.В. Оценка уровня развития цифровой инфраструктуры регионов России / А.В. Козлов. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 341–356.

148. Козырев, А.Н. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности / А.Н. Козырев, В.Л. Макаров. – Москва : РИЦ ГШ ВС РФ, 2021. – 368 с. – Текст : непосредственный.

149. Кокорева, А.Е. Влияние цифровизации на совершенствование коммерческой деятельности организации / А.Е. Кокорева, О.Н. Коротун. – Текст : непосредственный // Прикладные исследования в области цифровизации управления бизнес-процессами : материалы конкурса, Москва, 2 ноября 2020 г. – Москва : Московский политехнический университет, 2021. – С. 113–121.

150. Колганов, А. Средства выхода российской экономики на траекторию опережающего развития / А. Колганов. – Текст : электронный // Материалистическая диалектика : [сайт]. – URL: http://libelli.ru/magazine/96_3/kolganov.htm (дата обращения: 15.12.2024).

151. Колмыкова, Т.С. Цифровые технологические решения в развитии ресурсного потенциала высокотехнологичных промышленных предприятий / Т.С. Колмыкова. – EDN: TSUOVM. – Текст : непосредственный // Экономика и управление в машиностроении. – 2024. – № 6. – С. 27–31.

152. Компьютерное зрение от KAMAZ Digital для контроля качества на «КАМАЗе». – Текст : электронный // KAMAZ центр : [сайт]. – 2026. – 16 мая. – URL: <https://service-kamaz.ru/news/-kamaz-digital/> (дата обращения: 23.05.2026).

153. Кондратьев, В.Б. Глобальные цепочки стоимости, Индустрия 4.0 и промышленная политика / В.Б. Кондратьев. – Текст : непосредственный // Журнал новой экономической ассоциации. – 2018. – № 3 (39). – С. 170–178.

154. Конкурентные преимущества цифровой кооперации : монография / В.А. Цветков [и др.]. – Москва : ИПР РАН, 2018. – 380 с. – Текст : непосредственный.

155. Конкурентоспособность социально-экономических систем в условиях цифровой трансформации российской экономики : монография / под редакцией С.А. Толкачева [и др.]. – Москва : Прометей, 2019. – 354 с. – ISBN 978-5-907166-

67-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/126755> (дата обращения: 28.05.2025).

156. Корепанов, Е.Н. Воспроизводство научно-технического потенциала Российской Федерации: проблемы и перспективы / Е.Н. Корепанов. – DOI: 10.52180/2073-6487_2021_3_133_145. – Текст : непосредственный // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2021. – № 3. – С. 133–145.

157. Кочиева, А.К. Трансфер технологий как фактор развития региональной инновационной системы / А.К. Кочиева. – EDN: VQBBCN. – Текст : электронный // Инновации. – 2015. – № 11 (205). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transfer-tehnologiy-kak-faktor-razvitiyaregionalnoy-innovatsionnoy-sistemy> (дата обращения: 10.02.2026).

158. Кравченко, Н.А. Факторы, результаты и перспективы развития цифровой экономики на региональном уровне / Н.А. Кравченко, С.А. Кузнецова, А.И. Иванова. – Текст : непосредственный // Мир экономики и управления. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 168–178.

159. Кристенсен, К.М. Дилемма инноватора. Как из-за новых технологий погибают сильные компании : перевод с английского / К.М. Кристенсен. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 239 с. – Текст : непосредственный.

160. Круглов, В.Н. Автоматизация процесса оценки эффективности информационных систем управления с помощью Python в PyCharm: Community Edition / В.Н. Круглов, А.И. Саматова. – EDN: UFFGAN. – DOI: 10.18287/2542-0461-2025-16-2-7-20. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2025. – Т. 16, № 2. – С. 7–20.

161. Ксензова, В.Э. Особенности эволюции и современного состояния институциональной среды экономики Беларуси в контексте концепции Х-матрицы / В.Э. Ксензова, С.В. Ксензов. – Текст : непосредственный // Журнал институциональных исследований. – 2013. – Т. 5, № 1. – С. 145–156.

162. Кувшинов, М.С. Сущность и структура механизма инновационного развития промышленной интегрированной структуры / М.С. Кувшинов, М.И. Бажанова. – Текст : непосредственный // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2017. – № 4. – С. 131–137.

163. Кузьменко, В.П. «Инновационная теория циклического экономического развития Йозефа Шумпетера» и «Общая теория занятости, процента и денег» Джона Кейнса / В.П. Кузьменко. – URL: http://iee.org.ua/files/conf/conf_article8.pdf (дата обращения: 27.09.2025). – Текст : электронный.

164. Кулагина, Н.А. Экономическая сущность интеграции и оценка эффективности интегрированных структур / Н.А. Кулагина, И.В. Кулагин. – URL: <http://conf.bstu.ru/conf/docs/0044/0831.doc> (дата обращения: 28.07.2025). – Текст : электронный.

165. Куликова, Т.А. Форсайт в управлении развитием промышленных предприятий / Т.А. Куликова, Е.В. Балахонова. – EDN: <https://www.elibrary.ru/itmins>. – DOI: <https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-2-3>. – Текст : непосредственный // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2023. – № 2 (46). – С. 42–61.

166. Куприяновский, В.П. Кибер-физические системы как основа цифровой экономики / В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот, С.А. Синягов. – EDN: VKCXLH. – Текст : непосредственный // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 18–25.

167. Курьянов, С.А. Цифровизация экономики / С.А. Курьянов. – Текст : электронный // БИТ : [сайт]. – URL: <http://bit.samag.ru/uart/more/67> (дата обращения: 13.07.2024).

168. Лапаев, Д.Н. Инструменты и механизмы инновационной активности и технологической независимости высокотехнологичных производств России: анализ современного состояния и перспектив развития / Д.Н. Лапаев, Е.П. Гарина. – EDN: GRBWUV. – Текст : непосредственный // Инновации в менеджменте. – 2025. – № 4 (46). – С. 2–11.

169. Левчаев, П.А. Особенности стратегической деятельности корпораций в условиях цифровой экономики / П.А. Левчаев, Б. Хезазна. – DOI: 10.25136/2409-7802.2021.1.30823. – Текст : непосредственный // Финансы и управление. – 2021. – № 1. – С. 12–20.

170. Леонова, К.С. Необходимость и возможные последствия цифровизации российской экономики / К.С. Леонова. – Текст : непосредственный // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2017. – № 12. – С. 103–105.

171. Лепеш, Г.В. Цифровая трансформация промышленного сектора экономики / Г.В. Лепеш. – Текст : непосредственный // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2022. – № 2 (60). – С. 3–15.

172. Лола, И.С. Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований / И.С. Лола, М.Б. Бакеев. – Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия «Экономика». – 2019. – № 4. – С. 628–657.

173. Маймина, Э.В. Особенности и тенденции развития цифровой экономики / Э.В. Маймина, Т.А. Пузыня. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2017. – № 6 (67). – С. 37–45.

174. Малащенко, А.В. Развитие экономики данных как технологической основы построения цифровых платформ и информационных систем / А.В. Малащенко, В.А. Плотников. – EDN: <https://www.elibrary.ru/fsjspm>. – Текст : непосредственный // Проблемы устойчивости развития социально-экономических систем : материалы Международной научно-практической конференции, Тамбов, 27 июня 2024 г. – Тамбов : Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, 2024. – С. 326–331.

175. Малыгин, В.Е. Феномен глобальных стоимостных цепочек. Понятие, формы, эволюция / В.Е. Малыгин. – Текст : непосредственный // Вестник Института экономики РАН. – 2015. – № 6. – С. 113–124.

176. Мануйлова, А. Быстрый, сообразительный, жесткий: в Ассоциации менеджеров составили портрет руководителя времен кризиса / А. Мануйлова. – Текст : электронный // Коммерсантъ : сетевое издание. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5719171> (дата обращения: 12.12.2025).

177. Матвеева, Л.Г. Механизмы эндогенного развития промышленности : монография / Л.Г. Матвеева, А.Ю. Никитаева. – Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2023. – 212 с. – ISBN 978-5-9275-4353-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/392498> (дата обращения: 28.05.2025).

178. Медоуз, Д. Азбука системного мышления / Д. Медоуз. – Москва : Бином ; Лаборатория знаний, 2015. – 344 с. – Текст : непосредственный.

179. Межов, С.И. Управление инновационными процессами в промышленности / С.И. Межов. – Текст : непосредственный // Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2017. – № 1–2. – С. 195–200.

180. Мельников, А.С. Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии : сборник материалов VI Международной научно-практической конференции «Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии», Екатеринбург, 16–17 декабря 2024 г. / А.С. Мельников, Е.Г. Акбердина ; Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук. – Екатеринбург, 2024. – С. 175–186. – Текст : непосредственный.

181. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ, ГК по строительству, архитектуре и жилищной политике ; руководители авторского коллектива В.В. Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. – Москва : Экономика, 2000. – 421 с. – Текст : непосредственный.

182. Методологические основы регионального инновационного развития и управления экономическими процессами промышленного предприятия / Т.Н. Шаталова, В.Д. Богатырев, М.В. Чебыкина, Е.А. Миронова. – Самара : Самарама, 2023. – 206 с. – ISBN 978-5-6049622-8-2. – Текст : непосредственный.

183. Мильнер, Б.З. Теория организации / Б.З. Мильнер. – Москва : Инфра-М, 2026. – 848 с. – Текст : непосредственный.

184. Мильнер, Б.З. Управление знаниями / Б.З. Мильнер. – Москва : Инфра-М, 2003. – 177 с. – Текст : непосредственный.

185. Министерство промышленности и торговли Самарской области. – Текст : электронный // Правительство Самарской области : официальный сайт. – URL: <http://minprom.samregion.ru> (дата обращения: 20.03.2024).

186. Минцифры : официальный сайт. – URL: <https://digital.gov.ru> (дата обращения: 23.01.2025). – Текст : электронный.

187. Мишустин, М.В. Объем продаж отечественного софта и цифровых сервисов по итогам 2025 года превысил 5 трлн рублей / М.В. Мишустин. – Текст : электронный // Cableman. – 2026. – 18 мая. – URL: <https://www.cableman.ru/content/mikhail-mishustin-obem-prodazh-otechestvennogo-softa-i-tsifrovyykh-servisov-po-itogam-2025> (дата обращения: 20.05.2026).

188. Мищенко, Л.Я. Формирование механизма управления развитием промышленной корпорации : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Л.Я. Мищенко, Э.Ю. Арутюнов. – Краснодар, 2002. – 128 с. – Текст : непосредственный.

189. Монастырный, Е.А. Методологический подход к оценке эффективности инновационного развития региона / Е.А. Монастырный, В.В. Спицын, Я.Н. Грик. – EDN: PBRWTZ. – Текст : непосредственный // Инновации. – 2010. – № 1 (135). – С. 80–86.

190. Мониторинг промышленного производства России. – Текст : электронный // Интернет-портал СНГ : [сайт]. – 2025. – 30 ноября. – URL: <https://e-cis.info/news/566/132393> (дата обращения: 18.04.2026).

191. Мониторинг цифровой трансформации отраслей экономики и социальной сферы : доклад / Аналитический центр при Правительстве РФ. – Москва, 2024. – 84 с. – Текст : непосредственный.

192. Мусатов, А.А. Проблемы коммерциализации РИД в вузах / А.А. Мусатов. – EDN: WDOPYZ. – Текст : непосредственный // Colloquium-Journal. – 2019. – № 18-6 (42). – С. 59–61.

193. Намадов, В.Д. Риски государственно-частного партнерства в промышленности / В.Д. Намадов, С.Б. Баурина. – EDN: <https://elibrary.ru/tiqtvpr>. – DOI: <https://doi.org/10.14451/1.239.132>. – Текст : непосредственный // Экономические науки. – 2024. – № 239. – С. 132–142.

194. Наука, инновации и технологии. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 25.10.2025).

195. Наука. Технологии. Инновации: 2025 : краткий статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, К.А. Дидковский [и др.]. – Москва : НИУ ВШЭ, 2025. – 210 с. – Текст : непосредственный.

196. Национальная программа «Цифровая экономика РФ» : принята на заседании президиума Совета при Президенте по стратегическому развитию и национальным проектам протоколом от 04.06.2019 № 7. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/news/1420477> (дата обращения: 07.02.2025).

197. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». – Текст : электронный // Правительство России : официальный сайт. – URL: <http://government.ru/info/54314> (дата обращения: 13.04.2026).

198. Немчинов, В.С. Экономико-математические методы и модели / В.С. Немчинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Мысль, 1965. – 478 с. – Текст : непосредственный.

199. Нестеров, А.А. Инновационная среда экономических систем: структура, оценка и управление / А.А. Нестеров. – Текст : непосредственный // Управление экономическими системами. – 2012. – № 9 (45). – С. 37.

200. Низкодубов, Г.А. Диверсификация определений понятия «технология» / Г.А. Низкодубов. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – № 6 (108). – С. 24–26.

201. Никулина, О.В. Управление инновационным развитием промышленных предприятий в условиях кластеризации экономики : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Никулина Ольга Валерьевна. – Краснодар, 2012. – 372 с. – Текст : непосредственный.

202. Норт, Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / Д. Норт. – Москва : Фонд экономической книги «Начала», 1997. – 180 с. – Текст : непосредственный.

203. ООО «Рабола». Бухгалтерская (финансовая) отчетность. – Текст : электронный // Rusprofile – сервис проверки и анализа контрагентов : [сайт]. – URL: <https://www.rusprofile.ru/accounting?ogrn=1156313026792> (дата обращения: 09.10.2025).

204. ООО «Рускат» увеличило свою производительность благодаря участию в нацпроекте «Производительность труда». – Текст : электронный // ГФПП СО : [сайт]. – 2022. – 20 сентября. – URL: <https://frp63.ru/ooo-ruskat-velichilo-svoyu-proizvoditelnost-blagodarya-uchastiyu-v-natsproekte-proizvoditelnost-truda> (дата обращения: 05.03.2026).

205. ООО «Рускат». Бухгалтерская (финансовая) отчетность. – Текст : электронный // Rusprofile – сервис проверки и анализа контрагентов : [сайт]. – URL: <https://www.rusprofile.ru/accounting?ogrn=1126324004850> (дата обращения: 09.10.2025).

206. Оруч, Т.А. Исследование показателей и результатов импортозамещения в промышленности России / Т.А. Оруч. – Текст : непосредственный // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 1. – С. 289–293.

207. Основы проектирования институциональной среды инновационной деятельности региона / Е.В. Сибирская, И.Р. Ляпина, О.А. Строева, Е.В. Петрухина. – Текст : непосредственный // Materials digest of the XLI International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Economical and Juridical sciences «Dilemma of the Era: scarce social resources, rules and mechanisms of their reproduction and exploitation» / International Academy of Science and Higher Education. – London, 2013. – P. 17–19.

208. Основы цифровой экономики и трансформации бизнеса : учебник / коллектив авторов ; под редакцией Е.Ю. Сидоровой. – Москва : КноРус, 2023. – 260 с. – Текст : непосредственный.

209. Оценка цифровых экосистем регионов России / В.В. Степанова, А.В. Уханова, А.В. Григоришин, Д.Б. Яхяев. – Текст : электронный // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2019. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tsifrovyyh-ekosistem-regionov-rossii> (дата обращения: 11.04.2025).

210. Павлов, А. РФРИТ финансирует проекты по созданию критически важного российского промышленного софта / А. Павлов. – Текст : электронный // IT-World.ru. – 2025. – 28 января. – URL: <https://www.it-world.ru/it-news/2g5sq7cmfydc40kwgoskc84k8s0844c.html> (дата обращения: 20.05.2026).

211. Панфилова, Е.Е. Цифровая трансформация бизнеса: тренды и модели / Е.Е. Панфилова. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiyabiznes-trendy-i-modeli> (дата обращения: 17.04.2025). – Текст : электронный.

212. ПАО «Газпром нефть» : официальный сайт. – URL: <https://www.gazprom-neft.ru> (дата обращения: 23.05.2026). – Текст : электронный.

213. ПАО «КуйбышевАзот». Бухгалтерская (финансовая) отчетность. – Текст : электронный // Rusprofile – сервис проверки и анализа контрагентов : [сайт]. – URL: <https://www.rusprofile.ru/id/1544083> (дата обращения: 09.10.2025).

214. ПАО «Северсталь» : официальный сайт. – URL: <https://www.severstal.com> (дата обращения: 23.05.2026). – Текст : электронный.

215. Патутина, Н.А. Социально-педагогические характеристики инновационной среды компании / Н.А. Патутина. – Текст : непосредственный // Наукоедение. – 2014. – № 5 (24). – С. 170.

216. Перепелица, Г.В. Формирование институциональной среды в российской экономике : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Перепелица Галина Викторовна. – Казань, 2006. – 192 с. – Текст : непосредственный.

217. Петров, М.Н. Методология управления инновационными программами и проектами в наукоемком машиностроении в условиях цифровой трансформации : монография / М.Н. Петров. – Москва : Русайнс, 2022. – 248 с. – Текст : непосредственный.

218. Плотников, В.А. Управление инновационно-технологическим развитием промышленных предприятий на основе ПНО-интеграции в контексте достижения технологического суверенитета и локализации производства / В.А. Плотников, М.Н. Серов, О.Г. Смешко. – EDN: AJCASX. –

DOI: 10.35854/1998-1627-2026-5-582-592. – Текст : непосредственный // Экономика и управление. – 2026. – Т. 32, № 5. – С. 582–592.

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

220. Попов, Е.В. Эволюция бизнес-экосистем в промышленности – от классического типа к цифровым / Е.В. Попов, В.Л. Симонова, А.С. Зырянов. – Текст : непосредственный // Информатизация в цифровой экономике. – 2024. – Т. 5, № 3. – С. 341–360.

221. Портер, М. Курс МВА по стратегическому менеджменту / М. Портер ; перевод с английского В. Егорова. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 596 с. – Текст : непосредственный.

222. Правила предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на компенсацию части затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по современным технологиям в рамках реализации такими организациями инновационных проектов. – URL: <http://static.government.ru/media/files/IM6Kdp7wsA9UfpZo4ddValvLpKptM8vd.pdf> (дата обращения: 12.07.2024). – Текст : электронный.

223. Применение искусственного интеллекта в российских компаниях. – Текст : электронный // НИУ ВШЭ : [сайт]. – 2025. – URL: <https://issek.hse.ru/news/1083541394.html> (дата обращения: 15.04.2026).

224. Прокопова, Л.И. Разработка комплексных мероприятий по повышению эффективности системы управления муниципальным образованием на основе цифровой трансформации / Л.И. Прокопова. – Текст : непосредственный // Известия Юго-Западного государственного университета. Экономика. Социология. Менеджмент. – 2020. – Т. 10, № 4. – С. 226–234.

225. Пронина, Ю.О. Управление конкурентоспособностью и качеством инновационных проектов : диссертация на соискание ученой степени кандидата

экономических наук / Пронина Юлия Олеговна. – Белгород, 2013. – 168 с. – Текст : непосредственный.

226. Развитие цифровой экономики в регионах России: проблемы и возможности (на примере Республики Башкортостан). – Текст : непосредственный / Н.Д. Бублик, И.И. Лукина, Д.В. Чувиллин [и др.] // Региональная экономика и управление. – 2018. – № 1 (53). – С. 5–14.

227. Реалии и перспективы цифровой трансформации экономики : монография / В.Д. Миловидов, В.А. Онучак, С.Ю. Перцева [и др.] ; под редакцией О.Б. Пичкова. – Москва : МГИМО, 2020. – 209 с. – ISBN 978-5-9228-2194-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/294704> (дата обращения: 28.05.2025).

228. Результаты НИР «Разработка стратегии развития экосистемы ИТ и интернет-предпринимательства, гармонизация стратегии экосистемы ИТ и интернет-предпринимательства со стратегией Фонда развития интернет-инициатив», реализуемой по заказу и в интересах Фонда развития интернет-инициатив (договор от 09.12.2016 № ЕП 6/6-16). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualnye-polozheniya-ekosistemnogo-podhoda-k-upravleniyu-razvitiem-ekonomicheskikh-sistem-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii> (дата обращения: 19.07.2024). – Текст : электронный.

229. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации / НИУ ВШЭ. – Вып. 6. – Москва, 2020. – URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/315338500> (дата обращения: 20.01.2025). – Текст : электронный.

230. Рейтинг инновационных регионов России / Минэкономразвития. – Москва, 2018. – URL: <http://i-regions.org/images/files/airr18.pdf> (дата обращения: 28.03.2025). – Текст : электронный.

231. Решетникова, Е.С. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности / Е.С. Решетникова, Т.В. Усатая, Л.В. Курзаева. – DOI: 10.7256/2454-0714.2021.1.32708. – Текст : электронный // Программные системы и вычислительные методы. – 2021. – № 1. –

С. 10–21. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32708 (дата обращения: 21.05.2025).

232. Рифкин, Дж. Третья промышленная революция / Дж. Рифкин. – Москва : Изд-во Альпина Нон-фикшн, 2015. – 410 с. – Текст : непосредственный.

233. Роспатент. Федеральная служба по интеллектуальной собственности : официальный сайт. – URL: <https://rospatent.gov.ru/ru> (дата обращения: 10.03.2025). – Текст : электронный.

234. Российская ассоциация электронных коммуникаций. – URL: <https://raec.ru/live/smi/12881/7sphraseid=225299> (дата обращения: 15.04.2024). – Текст : электронный.

235. Российские регионы в условиях санкций: возможности опережающего развития экономики на основе инноваций : монография / Л.К. Агаева, Ю.С. Бурец, К.С. Егорова [и др.]. – Самара : Изд-во Самарского государственного экономического университета, 2019. – 446 с. – Текст : непосредственный.

236. Российский статистический ежегодник: 2023 : статистический сборник / Росстат. – Москва, 2023 – 701 с. – Текст : непосредственный.

237. Российский статистический ежегодник: 2025 : статистический сборник / Росстат. – Москва, 2025 – 621 с. – Текст : непосредственный.

238. Россия опустилась на четыре позиции в инновационном индексе. – Текст : электронный // Коммерсантъ : [сайт]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6250698> (дата обращения: 26.09.2025).

239. Рудычев, А.А. Формирование инновационных экосистем мезоуровня как инструмент развития промышленных предприятий / А.А. Рудычев, Ю.И. Селиверстов, М.В. Люлюченко. – EDN: ARGWAN. – Текст : непосредственный // Modern Economy Success. – 2023. – № 5. – С. 28–34.

240. Рыжикова, Т.Н. Оценка готовности станкостроительной отрасли к четвертой промышленной революции / Т.Н. Рыжикова, В.Г. Боровский, З.С. Агаларов. – DOI: 10.24891/ea.20.5.886. – Текст : непосредственный // Экономический анализ: теория и практика. – 2021. – № 5 (512). – С. 886–904.

241. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности : учебное пособие / Г.В. Савицкая. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Инфра-М, 2006. – 288 с. – Текст : непосредственный.

242. Сагынбекова, А.С. Цифровая экономика: понятие, перспективы, тенденции развития в России / А.С. Сагынбекова. – Текст : непосредственный // Международный научно-технический журнал «Теория. Практика. Инновации». – 2018. – № 4 (28). – С. 255–275.

243. Самохвалов, А.Ю. Потенциал цифровизации бизнес-среды / А.Ю. Самохвалов – Текст : непосредственный // Modern Economy Success. – 2022. – № 5. – С. 175–179.

244. Сараев, Л.А. Оценка параметров эффективности производственно-экономической системы, внедряющей инновационные технологии / Л.А. Сараев, Н.М. Тюкавкин, С.А. Леонов. – Текст : непосредственный // Дизайн и технологии. – 2020. – № 78 (120). – С. 106–113.

245. Сведения о переходе на отечественное программное обеспечение в отраслях промышленности : информационно-аналитические материалы / Минцифры России. – Москва, 2025. – 52 с. – Текст : непосредственный.

246. Селиверстов, Ю.И. Цифровая трансформация субъектов малого и среднего предпринимательства как фактор инновационного развития / Ю.И. Селиверстов, Ю.А. Дмитриева. – EDN: DUVPYR. – Текст : непосредственный // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 6 (56). – С. 624–631.

247. Сенькив, И.О. Оценка цифровой зрелости субъектов Российской Федерации: методологические основы и практические аспекты применения / И.О. Сенькив, А.Г. Бездудная. – EDN: PEYINW. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2025. – № 6 (156). – С. 75–80.

248. Сергиевич, Т.В. Перспективы и направления развития производства товаров интенсивного обновления в Республике Беларусь / Т.В. Сергиевич. – Текст : непосредственный // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. – 2017. – № 14. – С. 32–40.

249. Силова, Е.С. Качество институциональной среды и его влияние на экономический рост : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Силова Елена Сергеевна. – Челябинск, 2007. – 143 с. – Текст : непосредственный.

250. Скворцова, И.В. Управление инновациями на основе социотехнического подхода в контексте цифровизации / И.В. Скворцова. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. – 167 с. – ISBN 978-5-7422-8509-0. – Текст : непосредственный.

251. Слуцкий, Л.Э. Развитие малого предпринимательства в современной российской экономике : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Слуцкий Леонид Эдуардович. – Москва, 2001. – 237 с. – Текст : непосредственный.

252. Смирнов, А.В. Планирование производственной программы с учетом требований качества в условиях нечетких ограничений / А.В. Смирнов, А.Е. Бром. – Текст : непосредственный // Контроль качества продукции. – 2023. – № 6. – С. 56–60.

253. Смирнов, М.С. Оценка инновационного потенциала предприятий приборостроения: сущность и принципы / М.С. Смирнов, А.М. Колесников. – Текст : непосредственный // Развитие методологии современной экономической науки, менеджмента и образования в условиях информационно-цифровых трендов : материалы III Междисциплинарной Всероссийской научной конференции «Развитие методологии современной экономической науки, менеджмента и образования в условиях информационно-цифровых трендов», Севастополь, 7–8 мая 2019 г. – Севастополь : Севастопольский филиал Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, 2019. – С. 234–238.

254. Солодовников, С.Ю. Новая парадигма инновационного развития белорусской экономики и подходы к ее формированию / С.Ю. Солодовников. – Текст : непосредственный // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. – 2011. – № 14. – С. 2–8.

255. Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы. – Текст : непосредственный // Системный анализ в экономике – 2018 : сборник трудов V Международной научно-практической конференции – биеннале, 21–23 ноября 2018 г. / под общей редакцией Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. – Москва : Прометей, 2018. – С. 5–14.

256. Старикова, А.С. Формирование системы управления персоналом на предприятии в условиях цифровизации экономики / А.С. Старикова. – Текст : непосредственный // Экономика, менеджмент, инновации в цифровом мире : сборник научных трудов магистрантов / под редакцией С.В. Свиридовой. – Воронеж : Научная книга, 2021. – С. 51–54.

257. Статистический ежегодник Российской Федерации: 2025. – Москва : Росстат, 2025. – 624 с. – Текст : непосредственный.

258. Стерлигов, А.И. Как оценить научную результативность? / А.И. Стерлигов. – Текст : электронный // Атомный эксперт. – 2021. – № 7. – URL: https://atomicexpert.com/how_to_evaluate_scientific_performance (дата обращения: 25.01.2026).

259. Стефанова, Н.А. Оценка эффективности цифровой экономики / Н.А. Стефанова, Т.Э. Рахманова. – Текст : непосредственный // Карельский научный журнал. – 2017. – № 4. – С. 301–304.

260. Стоунер, Т. Информационное богатство: профиль постиндустриальной экономики / Т. Стоунер. – Текст : непосредственный // Новая технократическая волна на Западе. – Москва : Прогресс, 1986. – С. 392–409.

261. Стрелкова, И.А. Инновации в экономике и цифровизация / И.А. Стрелкова, Г. Чжэн. – Текст : непосредственный // Экономика Китая : учебник. – Москва : КноРус, 2025. – С. 262–292.

262. Строительство, ориентированное на сервис: текущее состояние и перспективы / В.В. Карлов, Е.Р. Каверзина, С.П. Гусев [и др.]. – Текст : непосредственный // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 5. – С. 119–121.

263. Сухарев, О.С. Управление макроэкономическим развитием: структурный подход и обратные связи / О.С. Сухарев. – EDN: <https://www.elibrary.ru/wgezffz>. – Текст : непосредственный // Вестник Института экономики, управления и права Российского государственного гуманитарного университета. – 2021. – № 1. – С. 10–28.

264. Табунщиков, Ю.А. Цифровизация экономики – тенденция глобального масштаба / Ю.А. Табунщиков. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7036 (дата обращения: 03.12.2025). – Текст : электронный.

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

266. Тебекин, А.В. К вопросу об индексе цифровизации, характеризующем процессы социально-экономического развития в РФ / А.В. Тебекин. – Текст : непосредственный // Вестник Московского финансово-юридического университета. – 2018. – № 3. – С. 153–164.

267. Тебекин, А.В. Методология управления инновационно-инвестиционной деятельностью в сфере информационных технологий : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Тебекин Алексей Васильевич. – Москва, 2006. – Текст : непосредственный.

268. Тенденции развития интернета: от цифровых возможностей к цифровой реальности : коллективная монография / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишневский [и др.]. – Москва : Изд-во Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2022. – 228 с. – EDN: <https://www.elibrary.ru/tdsmif>. – Текст : непосредственный.

269. Технические работы в сервисе «Цифровой паспорт промышленного предприятия». – Текст : электронный // Новости ГИСП : [сайт]. – URL: <https://gisp.gov.ru/mainpage/view/news/261859999345> (дата обращения: 15.09.2025).

270. Тимохина, О.А. Оценка уровня цифровизации промышленных предприятий как одна из приоритетных задач в системе стратегического менеджмента современной организации / О.А. Тимохина, Р.С. Близкий. – Текст : непосредственный // Менеджмент в России и за рубежом. – 2020. – № 5. – С. 48–55.

271. Титов, А.Б. Характеристика и принципы классификации инноваций / А.Б. Титов. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУЭФ, 1998. – 25 с. – Текст : непосредственный.

272. Тоффлер, Э. Третья волна : перевод с английского / Э. Тоффлер. – Москва : АСТ, 2001. – 776 с. – Текст : непосредственный.

273. Тренды развития российских регионов. – EDN: STQTMP. – DOI: 10.17059/2014-3-1. – Текст : непосредственный // Экономика региона. – 2014. – № 3 (39). – С. 9–22.

274. Трофимов, В.М. К вопросу о понятиях «инновационная среда» и «инновационный климат» в современной экономической науке / В.М. Трофимов. – Текст : непосредственный // Baikal Research Journal. – 2011. – № 6. – С. 5.

275. Туган-Барановский, М.И. Избранное. Периодические промышленные кризисы. История английских кризисов. Общая теория кризисов / М.И. Туган-Барановский. – Москва : Наука – ОССПЭН, 1997. – 576 с. – Текст : непосредственный.

276. Тюкавкин, И.Н. Совершенствование эффективности функционирования региональных интегрированных промышленных структур с применением систем информатизации / И.Н. Тюкавкин, Е.Н. Кононова. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского государственного университета. Экономика и управление. – Самара, 2012. – № 10 (101). – С. 40–49.

277. Тюкавкин, Н.М. Подходы к формированию инновационных стратегий промышленных предприятий / Н.М. Тюкавкин. – Текст : непосредственный //

Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 53–58.

278. Тюлин, А.Е. Методический подход к оценке влияния инновационных технологий на конкурентоспособность продукции / А.Е. Тюлин, А.В. Юдин. – Текст : непосредственный // Микроэкономика. – 2015. – № 6. – С. 59–63.

279. Управление ИТ-инфраструктурой предприятия (архитектурный подход) : учебное пособие / Л.И. Зинина, Е.А. Сысоева, Л.И. Ефремова, А.В. Катынь. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2020. – 196 с. – Текст : непосредственный.

280. Управление научно-техническим развитием: горизонты цифровой экономики / М.Ю. Архипова, Р.М. Нижегородцев, Н.П. Горидько [и др.] ; под редакцией Р.М. Нижегородцева. – Москва : Восход-А, 2020. – 178 с. – ISBN 978-5-93055-470-0. – DOI: 10.30826/93055-470-0. – Текст : непосредственный.

281. Фалько, С.Г. Оценка сбалансированности цифровой трансформации промышленных предприятий: комплексный анализ технологий и метрик эффективности / С.Г. Фалько, А.С. Красникова, Е.О. Харитон. – EDN: WAMDIV. – DOI: 10.18334/evr.6.3.123704. – Текст : непосредственный // Экономика высокотехнологичных производств. – 2025. – Т. 6, № 3. – С. 193–218.

282. Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. – URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 03.04.2025). – Текст : электронный.

283. Формирование терминологической платформы стратегического управления интеллектуальной зрелостью промышленных экосистем в целях технологического суверенитета / В.В. Глухов, А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета, С.В. Здольникова. – EDN: <https://elibrary.ru/fjjqvc>. – DOI: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-8-1016-1029>. – Текст : непосредственный // Экономика и управление. – 2025. – № 31 (8). – С. 1016–1029.

284. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А.В. Бабкин, Д.Д. Буркальцева, Д.Г. Костень, Ю.Н. Воробьев. – Текст : непосредственный // Научно-технические

ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия «Экономические науки». – 2017. – № 10 (3). – С. 9–25.

285. Фостер, Р. Созидательное разрушение / Р. Фостер, С. Каплан. – Текст : непосредственный // Вестник McKinsey. – 2002. – № 2. – С. 56–69.

286. Фролов, В.Г. Инновационно-инвестиционно сбалансированная промышленная политика в условиях цифровой трансформации : монография / В.Г. Фролов. – Москва : Первое экономическое издательство, 2021. – 658 с. – ISBN 978-5-91292-392-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/276743> (дата обращения: 28.05.2025).

287. Фролов, И.Э. Проблемы перехода к инновационно-емкому развитию российской экономики в условиях форсированного импортозамещения / И.Э. Фролов, В.Н. Борисов, Н.А. Ганичев. – EDN: <https://elibrary.ru/iiyszy>. – DOI: <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-67-81>. – Текст : непосредственный // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 4 (199). – С. 67–81.

288. Хамел, Г. Конкурируя за будущее : перевод с английского / Г. Хамел, К. Прахалад. – Москва : Олимп-Бизнес, 2002. – 275 с. – Текст : непосредственный.

289. Харламов, А.В. Институциональные изменения, обеспечивающие инновационную направленность развития хозяйственной системы / А.В. Харламов, А.Э. Сибгатуллин. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2021. – № 4 (130). – С. 21–26.

290. Химическая промышленность 4.0. Развитие на основе инноваций в эпоху перемен / Д. Диксон [и др.]. – Текст : непосредственный // Deloitte Development LLC. – 2017. – 34 с.

291. Ходыревская, В.Н. Проблемы цифровизации и формирование эффективного менеджмента организации / В.Н. Ходыревская. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы управления в электронной экономике. Одиннадцатые ходыревские чтения : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Курск, 1 июня 2018 г. / под редакцией В.Н. Ходыревской. – Курск : Курский государственный университет, 2018. – С. 209–211.

292. Хоменко, Е.В. Интеллектуальная собственность вузов: вопросы оценки и коммерциализации / Е.В. Хоменко, М.С. Коноплева. – EDN: VENUPR. – Текст : непосредственный // Университетское управление: практика и анализ. – 2015. – № 4 (98). – С. 117–128.

293. Хохлов, Ю.Е. Оценка уровня развития цифровой экономики в России : доклад на Ломоносовских чтениях / Ю.Е. Хохлов. – Москва, 2018. – URL: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=46780&p=attachment> (дата обращения: 23.04.2025). – Текст : электронный.

294. Цифра затаилась. – Текст : электронный // Коммерсантъ : [сайт]. – 2025. – 30 сентября. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8079525> (дата обращения: 20.05.2026).

295. Цифровая повестка Евразийского экономического союза до 2025 года: перспективы и рекомендации : обзор / Группа Всемирного банка, ЕЭК. – URL: <https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/864/Obzor-VB.pdf> (дата обращения: 17.02.2026). – Текст : электронный.

296. Цифровая совместная экономика: технологии, платформы и библиотеки в промышленности, строительстве, транспорте и логистике / В.П. Куприяновский, И.А. Соколов, Г.Н. Талашкин [и др.]. – Текст : непосредственный // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5, № 6. – С. 56–75.

297. Цифровая трансформация: ожидания и реальность : доклад / Г.И. Абдрахманова [и др.]. – Москва : Изд. дом ВШЭ, 2022. – 221 с. – Текст : непосредственный.

298. Цифровая экосистема: модный термин или новая реальность? – URL: https://ecm-journal.ru/material/cifrovaja_ekosistema_modnyjj_termin_ili_novaja_realnost (дата обращения: 15.04.2024). – Текст : электронный.

299. Цифровизация промышленности в России и за рубежом. – Текст : электронный // Центр2М : [сайт]. – URL: <https://center2m.ru> (дата обращения: 16.04.2024).

300. Цифровизация промышленности как инструмент повышения эффективности производства. Лучшие практики и новые решения. – Текст :

электронный // Коммерсантъ : [сайт]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3744965> (дата обращения: 16.04.2024).

301. Цифровой менеджмент : учебник / Ю.В. Ляндау, В.В. Масленников, И.А. Калинина [и др.]. – Москва : КноРус, 2022. – 208 с. – Текст : непосредственный.

302. Цифровой пульс экономики – как измерить вклад IT-отрасли. – Текст : электронный // МАНГАЗЕЯ : [сайт]. – 2025. – 13 ноября. – URL: <https://www.mngz.ru/vse-obo-vsem/4223161-cifrovoy-puls-ekonomiki.html> (дата обращения: 07.05.2026).

303. Цлаф, В.М. Обобщенные результаты диагностики промышленных предприятий / В.М. Цлаф. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского государственного университета. – 2015. – № 9/1 (131). – С. 170–176.

304. Чейз, Р.Б. Производственный и операционный менеджмент : перевод с английского / Р.Б. Чейз, Н.Дж. Эквилайн, Р.Ф. Якобс. – Москва : Вильямс, 2007. – 1119 с. – Текст : непосредственный.

305. Чернова, О.А. Сервитизация экономики как фактор инновационного развития старопромышленных территорий / О.А. Чернова. – Текст : непосредственный // Российские регионы в фокусе перемен : сборник докладов XV Международной конференции. – Екатеринбург, 2021. – С. 232–235.

306. Чулок, А.И. Предпринимательство и инновации: основные понятия и классификация / А.И. Чулок. – Текст : электронный // Российское предпринимательство: ежемесячный научно-практический электронный журнал. – URL: <http://www.melap.ru/archive/articles/2000/01> (дата обращения: 16.04.2024).

307. Шабалтина, Л.В. Управление цифровой трансформацией организаций с применением искусственного интеллекта / Л.В. Шабалтина, В.В. Масленников. – DOI: 10.18334/vines.13.2.118231. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – № 2. – С. 771–784.

308. Шадаев, М.И. Доля российской IT-отрасли в ВВП в 2025 году составила 2,7% / М.И. Шадаев. – Текст : электронный // Ведомости. – 2026. – 18 февраля. – URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/news/2026/02/18/1177277-shadaev-dolya> (дата обращения: 20.05.2026).

309. Шаталова, Т.Н. Ключевые факторы, влияющие на управление инновационной активностью промышленных предприятий / Т.Н. Шаталова. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2021. – Т. 12, № 1. – С. 123–131.

310. Шелепаева, А.Х. Цифровая трансформация: основные подходы к определению понятия / А.Х. Шелепаева. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiyaosnovnye-podhody-k-opredeleniyu-ponyatiya> (дата обращения: 21.12.2025). – Текст : электронный.

311. Шишкова, Т.Е. Сущностная основа понятия «инновационная среда»: ее основные составляющие и направления развития / Т.Е. Шишкова. – Текст : непосредственный // ИнноЦентр. – 2014. – № 2 (3). – С. 83–88.

312. Шкарупета, Е.В. Концептуальные положения экосистемного подхода к управлению развитием экономических систем в условиях цифровой трансформации / Е.В. Шкарупета, Д.Н. Бачурин. – Текст : непосредственный // Организатор производства : теоретический и научно-практический журнал. – 2020. – Т. 28, № 3. – С. 7–15.

313. Эксперты АРПП о темпах цифровизации российского бизнеса. – Текст : электронный // АРПП : [сайт]. – 2025. – 27 октября. – URL: <https://arppsoft.ru/boards/integration/news/experts/20742> (дата обращения: 15.04.2026).

314. Юдин, А.В. Методический подход к оценке влияния инновационных технологий на конкурентоспособность продукции / А.В. Юдин. – Текст : непосредственный // Микроэкономика. – 2015. – № 6. – С. 59–64.

315. Юдин, А.В. Цифровые технологии как основа создания радикальных продуктовых инноваций в обеспечении импортоопережения / А.В. Юдин, П.Ю. Грошева. – Текст : непосредственный // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2023 : сборник материалов. – Казань, 2023. – С. 617–622.

316. Юдина, Т.Н. Цифровизация в контексте сопряженности Евразийского экономического союза и Экономического пояса Шелкового пути / Т.Н. Юдина. – Текст : непосредственный // Философия хозяйства. – 2016. – № 4. – С. 161–174.

317. Юрьева, Л.В. Инновационная привлекательность промышленных предприятий в условиях новой экономики : монография / Л.В. Юрьева, Е.В. Долженкова. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 102 с. – Текст : непосредственный.

318. Яшин, С.Н. Барьеры и драйверы развития инновационной деятельности в условиях цифровой трансформации компаний / С.Н. Яшин, С.В. Ошурин. – EDN: MJFWKO. – Текст : непосредственный // Развитие и безопасность. – 2025. – № 3 (27). – С. 43–52.

319. Яшин, С.Н. Прогнозирование инновационного развития радиоэлектронной промышленности с использованием регрессии гауссовского процесса / С.Н. Яшин, Е.В. Кошелев, А.А. Иванов. – EDN: WKJKPG. – DOI: 10.52452/18115942_2026_1_96. – Текст : непосредственный // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия «Социальные науки». – 2026. – № 1 (81). – С. 96–105.

320. Яшин, С.Н. Сравнительная оценка совокупного экономико-организационного эффекта функционирования предприятий / С.Н. Яшин, Е.Н. Пузов. – Текст : непосредственный // Экономический анализ: теория и практика. – 2005. – № 6 (39). – С. 8–14.

321. Frontiers of Progress: discovering the breakthrough formula. – Текст : электронный // Сколтех : [сайт]. – 2025. – 4 июня. – URL: <https://www.skoltech.ru/en/news/breakthrough-formula-frontiers-progress-outcome> (дата обращения: 18.04.2026).

322. MES и импортозамещение: потребности предприятий и решения разработчиков / Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг» СПбПУ. – 2025. – 1 октября. – URL: <https://nticenter.spbstu.ru/news/9222> (дата обращения: 07.05.2026). – Текст : электронный.

323. Moscow. Global Innovation Index 2025. – Текст : электронный // ICT : [сайт]. – 2025. – 19 сентября. – URL: <https://ict.moscow/analytics/global-innovation-index-2025> (дата обращения: 18.04.2026).

324. TAdviser – портал выбора технологий и поставщиков : официальный сайт. – URL: <https://www.tadviser.ru> (дата обращения: 17.04.2025). – Текст : электронный.

325. Adamides, E.D. Information technology support for the knowledge and social processes of innovation management / E.D. Adamides, N. Karacapilidis // *Technovation*. – 2006. – Vol. 26, № 1. – P. 50–59.
326. Adner, R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy / R. Adner // *Journal of Management*. – 2017. – Vol. 43, № 1. – P. 39–58.
327. Ansoff, H.I. Corporate Strategy: An Analytical Approach to Business Policy for Growth and Expansion / H.I. Ansoff. – N.Y. : McGraw-Hill Book Co., 1965. – 241 p.
328. Antecedents and implications of territorial servitization / E. Gomes, O.F. Bustinza, S. Tarba [et al.] // *Regional Studies*. – 2019. – № 53. – P. 410–423.
329. Ayala, N.F. Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies / N.F. Ayala, A.G. Frank, L.S. Dalenogare // *International Journal of Production Economics*. – 2019. – № 210. – P. 15–26.
330. Bauer, H. The Internet of Things: sizing up the opportunity / H. Bauer, M. Patel, J. Veira. – New York : McKinsey & Company, 2016. – URL: <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity> (date of access: 14.02.2026).
331. Billon, M. Differences in digitalization levels: a multivariate analysis studying the global digital divide / M. Billon, F. Lerra-Lopez, R. Marco // *Review of World Economics*. – 2010. – Vol. 146, № 1. – P. 39–73.
332. Bryson, J. Public value governance: moving beyond traditional / J. Bryson, B. Crosby, I. Bloomberg // *Public administration and the new public management. Public Administration Review*. – 2014. – Vol. 74, № 4. – P. 445–456.
333. Capello, R. Industry 4.0 and servitisation: regional patterns of 4.0 technological transformations in Europe / R. Capello, C. Lenzi. – DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121164 // *Technological Forecasting & Social Change*. – 2021. – Vol. 173 (6). – P. 1–14.
334. Carlborg, P. The evolution of service innovation research: a critical review and synthesis / P. Carlborg, D. Kindström, C. Kowalkowski // *The Service Industries Journal*. – 2014. – № 34 (5). – P. 373–398.

335. Chesbrough, H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology / H. Chesbrough. – Boston : Harvard Business School Press, 2003. – 227 p.

336. Chesbrough, H.W. A Better Way to Innovate / H.W. Chesbrough // Harvard Business Review. – 2003. – № 81 (7). – P. 12–13.

337. Cooke, P. Regional Innovation Systems: An Evolutionary Approach / P. Cooke / ed. by P. Cooke, H. Braczyk, M. Heidenreich // Regional Innovation Systems: The Role of Governances in a Globalized World. – London : UCL Press, 2022. – P. 1–18.

338. Coombes, P.H. Business models and their relationship with marketing: a systematic literature review / P.H. Coombes, J.D. Nicholson // Industrial Marketing Management. – 2013. – Vol. 42 (5). – P. 656–664.

339. Debating Big Data: A literature review on realizing value from big data / W.A. Günther, M.H.R. Mehrizi, M. Huysman, F. Feldberg // The Journal of Strategic Information Systems. – 2017. – № 26 (3). – P. 191–209.

340. Digital Transformation // PWC. – URL: <https://www.pwc.com/th/en/consulting/digital-transformation.html> (date of access: 13.07.2024).

341. Drayton, B. A new alliance for global change / B. Drayton, V. Budinich // Harvard Business Review. – 2010. – Vol. 9. – P. 56–64.

342. Etzkowitz, H. The Triple Helix – University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development / H. Etzkowitz, L. Leydesdorff // EASST Review. – 2021. – № 14 (1). – P. 11–19.

343. Exploring servitization through the paradox lens: coping practices in servitization / M. Kohtamäki, S. Einola, R. Rabetino [et al.] // International Journal of Production Economics. – 2020. – № 226. – P. 1–15.

344. Feng, C. The impact of service innovation on firm performance: a metaanalysis / C. Feng, R. Ma, L. Jiang // Journal of Service Management. – 2020. – № 32. – P. 289–314.

345. Granstrand, O. Innovation ecosystems: a conceptual review and a new definition / O. Granstrand, M. Holgersson // Technovation. – 2020. – Vol. 90–91. – P. 102098.

346. Grönroos, C. Business model innovation through the adoption of service logic: evolving to servification / C. Grönroos // *Journal of Service Theory and Practice*. – 2024. – № 34 (3). – P. 347–360.

347. Hirooka, M. Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective / M. Hirooka. – Cheltenham : Edward Elgar, 2006. – 448 p.

348. Industry 4.0 – Opportunities and Challenges of the Industrial Internet assessment / R. Geissbauer, S. Schrauf, V. Koch [et al.] // PricewaterhouseCoopers. – 2014. – URL: <https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf> (date of access: 04.12.2025).

349. Industry 5.0: A Paradigm Shift Towards Sustainability, Adaptability and Human-Centeredness. – URL: https://www.researchgate.net/publication/380030900_Industry_50_A_Paradigm_Shift_towards_Sustainability_Adaptability_and_Human-Centeredness (date of access: 05.12.2025).

350. Innovation ecosystems: implications for innovation management / E. Autio, L.D.W. Thomas, M. Dodgson, D.M. Gann, N. Phillips (eds.) // *Oxford Handbook of Innovation Management*. – Oxford University Press : Oxford, UK, 2014. – P. 204–228.

351. Jacobides, M. Industries, Ecosystems, Platforms, and Architectures: Rethinking our Strategy Constructs at the Aggregate Level / M. Jacobides, C. Cennamo, A. Gawer // Working paper. – London Business School, 2015.

352. Janahi, N.A. Eco-innovation strategy in manufacturing: A systematic review / N.A. Janahi, C.M. Durugbo, O.R. Al-Jayyousi. – DOI: 10.1016/j.clet.2021.100343 // *Cleaner Engineering and Technology*. – 2021. – Vol. 5. – P. 100343.

353. Lee, J. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems / J. Lee, B. Bagheri, H.A. Kao. – DOI: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001 // *Manufacturing Letters*. – 2015. – Vol. 3. – P. 18–23.

354. Longo, F. Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: a human-centric perspective for the design of the factory of the future / F. Longo, A. Padovano, S. Umbrello // *Applied Sciences*. – 2020. – № 10 (12). – P. 4182.

355. Main Science and Technology Indicators. March 2025 / Organization for Economic Co-operation and Development. – Paris : OECD Publishing, 2025. – URL: <https://www.oecd.org/sti/msti.htm> (date of access: 07.05.2026).

356. Mainzer, K. Technology Foresight and Sustainable Innovation Development in the Complex Dynamical Systems View / K. Mainzer. – EDN: SNCZMM. – DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.10.19 // Foresight and STI Governance. – 2020. – Vol. 14, № 4. – P. 10–19.

357. Mason, K. The sites and practices of business models / K. Mason, M. Spring // Industrial Marketing Management. – 2011. – Vol. 40 (6). – P. 1032–1041.

358. Matthyssens, P. Service addition as business market strategy: identification of transition trajectories / P. Matthyssens, K. Vandenbempt. – DOI: 10.1108/09564231011079101 // Journal of Service Management. – 2010. – Vol. 21 (5). – P. 693–714.

359. Monostori, L. Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges / L. Monostori. – DOI: 10.1016/j.procir.2014.03.115 // Procedia CIRP. – 2014. – Vol. 17. – P. 9–13.

360. Moore, J.F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition / J.F. Moore // Harvard Business Review. – 1993. – № 71. – P. 75–86.

361. Morgan, T. New service development by manufacturing firms: effects of customer participation under environmental contingencies / T. Morgan, S.A. Anokhin, J. Wincent // Journal of Business Research. – 2019. – № 104. – P. 497–505.

362. Moving from servitization to digital servitization: Identifying the required dynamic capabilities and related microfoundations to facilitate the transition / K. Chirumalla, L. Leoni, P. Oghazi [et al.]. – DOI: 10.1016/j.jbusres.2023.113668 // Journal of Business Research. – 2023. – Vol. 158. – P. 113668.

363. Porter, A.L. Tech mining: Exploiting new technologies for competitive advantage / A.L. Porter, S.W. Cunningham. – New York : Wiley, 2004. – 400 p. – URL: https://www.researchgate.net/publication/31766976_Tech_Mining_Exploiting_New_Technologies_for_Competitive_Advantage_AL_Porter_SW_Cunningham (date of access: 04.08.2025).

364. Protecting your digital life // European Commission. – URL: https://commission.europa.eu/index_en (date of access: 14.08.2024).
365. Rosa, M. Service-based manufacturing systems: modelling and control / M. Rosa, M.A. Barbosa, M. Teixeira // International Journal of Production Research. – 2019. – № 57. – P. 3421–3434.
366. Servitization and competitive advantage: the importance of organizational structure and value chain position / O.F. Bustinza, A.Z. Bigdeli, T. Baines, C. Elliot // Research-Technology Management. – 2015. – № 58. – P. 53–60.
367. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: a business model innovation perspective / A. Frank, G. Mendes, N. Ayala, A. Ghezzi. – DOI: 10.1016/j.techfore.2019.01.014 // Technological Forecasting and Social Change. – 2019. – Vol. 141. – P. 341–351.
368. Servitization in business ecosystem: a systematic review and implications for business-to-business servitization research / K. Zhang, L. Feng, J. Wang [et al.] // Technology Analysis and Strategic Management. – 2021. – № 35. – P. 1–17.
369. Servitization: a contemporary thematic review of four major research streams / C. Raddats, C. Kowalkowski, O. Benedettini [et al.] // Industrial Marketing Management. – 2019. – № 83. – P. 207–223.
370. Smart Cyber-Physical Systems: Toward Pervasive Intelligence Systems / F.C. Delicato, A. Al-Anbuky, I. Kevin, K. Wang // Future Generation Computer Systems. – 2020. – Vol. 107. – P. 1134–1139.
371. Struwe, S. Unlocking digital servitization: a conceptualization of value co-creation capabilities / S. Struwe, D. Slepnirov. – DOI: 10.1016/j.jbusres.2023.113825 // Journal of Business Research. – 2023. – Vol. 160. – P. 113825.
372. Tapscott, D. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World / D. Tapscott, A. Tapscott. – New York : Portfolio, 2016. – 368 p.
373. The organization for Economic Co-operation and Development. – URL: <https://www.oecd.org> (date of access: 16.03.2025).

374. Tukker, A. Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from Suspronet / A. Tukker. – DOI: 10.1002/bse.414 // Business Strategy and the Environment. – 2004. – Vol. 13 (4). – P. 246–260.

375. UN trade and development. – URL: <https://unctad.org> (date of access: 24.08.2025).

376. Vandermerwe, S. Servitization of business: adding value by adding services / S. Vandermerwe, J. Rada // European Management Journal. – № 19886 (4). – P. 314–324.

377. Vendrell-Herrero, F. Servitization for territorial competitiveness: taxonomy and research agenda / F. Vendrell-Herrero, J.R. Wilson // Competitiveness Review: an International Business Journal Incorporating Journal of Global Competitiveness. – 2017. – № 27. – P. 2–11.

378. Virtual Reality (VR) in Manufacturing Market Research Report – Forecast to 2032 // Market Research Future. – 2025. – 12 February. – URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/virtual-reality-in-manufacturing-market> (date of access: 07.05.2026).

379. Wang, H. Institutional pressures and servitization paradox: the moderating effect of organizational identity orientations / H. Wang, X. Lu, C. Hu // Frontiers in Psychology. – 2022. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.901732/full> (date of access: 23.05.2026).

380. Warwick, K. Beyond Industrial Policy: Emerging Issues and New Trends / K. Warwick // OECD Publishing. – 2013. – № 2. – 56 p.

381. World Bank Group – International Development, Poverty and Sustainability. – URL: <https://www.worldbank.org/ext/en/home> (date of access: 04.08.2025).

382. World Intellectual Property Indicators 2025 – Patents and utility models // WIPO. – 2025. – URL: <https://www.wipo.int/web-publications/ip-facts-and-figures-2025/en/patents-and-utility-models.html> (date of access: 18.04.2026).

383. World Manufacturing Forum 2012. – Stuttgart : WMF, 2012. – 32 p. – URL: https://unctad.org/system/files/official-document/diae2012misc1_en.pdf (date of access: 19.06.2025).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица 1 – Взаимосвязи производственной, инновационной и цифровой структуры предприятия

Производство	Процессы КЦТ
Организационная структура	Использование сетевых форм, разработка сложных изделий путем сетевой реализации отдельных проектов; центры компетенций по работе с большими данными, подразделения по управлению цифровыми платформами
Структура управления	Использование автоматизированных систем управления производством – АСУП; нейросетевые советники по принятию решений, системы поддержки решений на базе ИИ
Основные фонды	Использование систем числового управления (ЧПУ); Edge AI-устройства, когнитивные контроллеры
Инновационно-технологическое обеспечение	Использование АСУ ТП (Scada); нейросетевые предиктивные модели для АСУ ТП
Производственные процессы	Использование CALS-технологий; цифровые двойники + блокчейн-верификация
Инновационные процессы	Цифровое сопровождение инновационных процессов по всем стадиям жизненного цикла; генеративный дизайн, нейросетевое прогнозирование успеха инноваций
Процессы повышения производительности труда	Использование интеллектуальных систем, «умного производства», нейросетей и др.; когнитивная роботизация, человеко-машинные коллаборации
Процессы повышения эффективности деятельности	Использование «цифровых двойников», промышленного интернета вещей, робототехники и пр.; нейроцифровые двойники, когнитивные советники
Системы передачи информации	Передача информации по цифровым каналам связи, использование интернета вещей; квантово-устойчивые каналы связи
Создание и управление базами данных	Использование систем управления данными (PDM) – (Product/Project/Process Data Management); нейросетевые базы знаний, MLOps, LLMOps
Создание и ведение документооборота	Использование цифрового документооборота – системы АСУД
Анализ деятельности предприятия	Аналитика и предиктивная аналитика бизнес-процессов; предиктивная аналитика на основе ИИ
Управление ИИ-моделями	MLOps (жизненный цикл моделей ML), LLMOps (управление большими языковыми моделями), федеративное обучение
Когнитивная безопасность	Защита нейросетей от атак, верификация данных, интерпретируемость ИИ-решений, квантово-устойчивая криптография
Примечание – Разработано автором	

Продолжение Приложения А

Таблица 2 – Системный анализ технологических трансформаций от 4.0 к 6.0

Технология	Методы	Характеристики и функции	Применение
ИНДУСТРИЯ 4.0			
Киберфизические системы	- Реальные временные вычисления - Цифровые двойники - Сенсорика и актуация	Автономное взаимодействие физических и цифровых объектов	«Умные фабрики», автономные производства
Промышленный IoT	- RFID/WSN - OPC UA/MQTT - Фог-компьютинг	Децентрализованный сбор и анализ данных	Мониторинг оборудования, предиктивный ремонт
Искусственный интеллект	- CNN/RNN - Трансформеры - Обучение с подкреплением - GAN	Автоматизация принятия решений	Прогнозная аналитика, контроль качества
Аддитивное производство	- SLS/DED - Топологическая оптимизация	Послойный синтез сложных структур	Быстрое прототипирование, кастомизация
Роботизация	- ROS - Силовое управление	Автоматизированные производственные линии	Сборка, логистика
Блокчейн	- Смарт-контракты - ECC-криптография	Децентрализованная регистрация транзакций	Цепочки поставок
ИНДУСТРИЯ 5.0			
Киберсоциальные системы	- Коллективный интеллект - Системная тетрада Клейнера - Нейроцифровые метатехнологии	Интеграция человеческого и машинного интеллекта в единые экосистемы	Управление гибридными производственными средами
Коллаборативные роботы	- Intent recognition (fNIRS) - Адаптивное машинное обучение - Компьютерное зрение	Биометрическое взаимодействие с операторами, имитация человеческих действий	Гибкие производственные системы (FMS)
Цифровые двойники с человекоцентричностью	- Биометрический мониторинг - ESG-моделирование - Мультиагентные системы	Виртуальное управление физическими активами с учетом человеческого фактора	Автоматизация принятия решений
Нейроцифровые интерфейсы	- fNIRS-нейротехнологии - Когнитивные усилители на ИИ - ЭЭГ-управление	Прямая нейрокоммуникация между человеком и машиной	«Умные фабрики», медицинская реабилитация
Устойчивые технологии	- ПоТ для мониторинга выбросов - Циркулярная 3D-печать - Zero Trust Security	Снижение углеродного следа, киберзащита распределенных систем	«Зеленые» производства, «smart cities»

Продолжение Приложения А

Окончание таблицы 2

Технология	Методы	Характеристики и функции	Применение
ИНДУСТРИЯ 6.0			
Полная автономия	- AGI (общий ИИ) - Квантовые нейросети - Самовоспроизводящиеся системы	Полная автономия производства без вмешательства человека	Беспилотные мегафабрики, космическое производство
Биокибернетическая интеграция	- Нейроимпланты нового поколения - Биоэлектронные органы - Гибридные биороботы	Человек становится частью производственной системы	Медицинские киборг-устройства, биосенсоры в реальном времени
Квантовые вычисления в производстве	- Квантовые алгоритмы оптимизации - Квантовая криптография - Моделирование материалов на атомарном уровне	Сверхбыстрые расчеты сложных процессов	Разработка новых материалов, мгновенный анализ Big Data
Экосистемы с ИИ-управлением	- Децентрализованные автономные организации (DAO) - ИИ-мэры заводов - Самообучающиеся supply chains	Заводы и города управляются ИИ без человеческого контроля	«Темные фабрики» (полностью безлюдные), «умные мегаполисы»
Наноассемблеры и молекулярное производство	- Программируемая материя - Нанороботы (наноботы) - Молекулярная 3D-печать	Сборка изделий на атомном уровне	Персонализированная медицина, мгновенное создание продуктов
Энергия нулевой точки и термоядерный синтез	- Холодный синтез - Сверхпроводники при комнатной температуре - Квантовая энергосеть	Полная энергонезависимость производств	Космические станции, вечные аккумуляторы

Продолжение Приложения А

Таблица 3 – Инструментарий технологических инноваций в контексте цифровизации промышленных предприятий

№ п/п	Инструмент	Описание	Результат	Область применения
1	Промышленный интернет вещей	Сеть взаимосвязанных сенсоров, контроллеров и устройств, обеспечивающих сбор, передачу и анализ данных в режиме реального времени	Снижение эксплуатационных простоев за счет предиктивного обслуживания (прогнозная аналитика на основе данных о состоянии оборудования). Повышение точности мониторинга качества продукции	Подключение, мониторинг и управление промышленным оборудованием в режиме реального времени через сеть датчиков и интеллектуальных систем; обеспечение предиктивного обслуживания, оптимизации энергопотребления и повышение общей эффективности производства (OEE)
2	Искусственный интеллект и машинное обучение	Алгоритмы, реализующие методы глубокого обучения и обработки естественного языка для оптимизации процессов принятия решений	Сокращение времени обработки больших данных. Минимизация ошибок в планировании производственных мощностей. Прогнозирование отказов оборудования. Динамическое ценообразование. Оптимизация логистических маршрутов	Оптимизация производственных процессов, автоматизация контроля качества, управления цепочками поставок и создания автономных производственных систем на основе анализа больших данных
3	Цифровые двойники	Виртуальные модели, имитирующие физические объекты или процессы на основе данных IoT и машинного обучения	Сокращение затрат на физические испытания. Повышение точности прогнозирования нагрузки на оборудование	Виртуальное моделирование; мониторинг и оптимизация работы промышленного оборудования, производственных процессов и инфраструктурных

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Инструмент	Описание	Результат	Область применения
				объектов в реальном времени с целью прогнозирования отказов, тестирования сценариев и повышения эффективности
4	Роботизированные производственные системы	Автономные роботы с интегрированными системами компьютерного зрения и ИИ для выполнения задач высокой сложности	Рост производительности труда. Снижение травматизма за счет замещения человеческого труда в опасных зонах	Автоматизация сборочных линий, сварочных и покрасочных работ; обработка материалов; логистика на складах; выполнение операций в опасных или стерильных условиях на предприятиях автомобильной, электронной, фармацевтической и пищевой промышленности
5	Аддитивные технологии (3D-печать)	Послойный синтез изделий из металлических, полимерных или композитных материалов	Сокращение времени прототипирования. Уменьшение материальных отходов (по сравнению с субтрактивными методами)	Быстрое прототипирование, производство сложных деталей с минимальными отходами, ремонт оборудования и создание легких конструкций в аэрокосмической, автомобильной, медицинской и энергетической отраслях
6	Гиперавтоматизация	Интеграция RPA (Robotic Process Automation), ИИ и low-code платформ для сквозной автоматизации бизнес-процессов	Сокращение времени выполнения рутинных операций. Повышение точности данных в ERP-системах	Прогнозирование износа оборудования. Устранение рутинных операций, оптимизация производственных циклов, повышение операционной эффективности

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Инструмент	Описание	Результат	Область применения
7	Аналитика больших данных	Методы обработки структурированных и неструктурированных данных для выявления паттернов и прогнозирования	Оптимизация цепочек поставок (снижение логистических издержек). Упреждающее управление качеством	Прогнозное обслуживание оборудования, оптимизация производственных процессов, управление цепочками поставок и контроль качества продукции путем обработки многомерных данных в режиме реального времени с использованием методов машинного обучения и предиктивного моделирования
8	VR/AR-технологии	Виртуальные полигоны для обучения персонала и тестирования продукции	Ускорение вывода продукции на рынок. Снижение затрат на физические прототипы	Обучение персонала (симуляция работы с оборудованием без риска аварий). Проектирование и тестирования (цифровые прототипы и виртуальные испытания). Техническое обслуживание (AR-инструкции с наложением данных на реальные объекты). Удаленная экспертная поддержка (онлайн-консультации с визуализацией проблем)
9	Кибербезопасность	Защита критически важной инфраструктуры	Снижение рисков кибератак и простоев (предотвращение	Обеспечение бесперебойной работы критической инфраструктуры

Окончание Приложения А

Окончание таблицы 3

№ п/п	Инструмент	Описание	Результат	Область применения
		от киберугроз посредством: - защиты промышленных IoT-устройств (анализ аномалий в работе датчиков и контроллеров); - сегментации сетей ОТ/ИТ (изоляция производственных систем от корпоративных сетей); - мониторинга SCADA-систем (обнаружение атак на системы диспетчеризации в реальном времени); - использования криптографических методов (защита данных и аутентификация устройств)	и минимизация ущерба от атак, сокращение незапланированных остановок). Соблюдение регуляторных требований (соответствие международным стандартам, поддержка импортозамещения). Финансовая эффективность (снижение затрат на восстановление, оптимизация ИТ-бюджета)	промышленного предприятия
10	Облачные платформы	Хранение и обработка данных в облаке для удаленного доступа и моделирования	Сокращение затрат на ИТ-инфраструктуру	Удаленный мониторинг оборудования, анализ данных в реальном времени, управление производственными процессами и хранение критически важной информации с обеспечением масштабируемости и гибкости инфраструктуры

Примечание – Разработано автором

Приложение Б

Таблица 1 – Структура индекса цифровизации по отраслям экономики и социальной сферы

Субиндекс	Вес субиндекса	Показатели
Использование цифровых технологий	0,3	Удельный вес организаций, использующих облачные сервисы, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих технологии интернета вещей, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих технологию «Цифровой двойник», в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих промышленных роботов / автоматизированные линии, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих специальные программные средства для проектирования / моделирования (CAD/CAE/CAM/CAO), в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих PLM/PDM-системы, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих геоинформационные системы, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих специальные программные средства для управления автоматизированным производством и/или отдельными техническими средствами и технологическими процессами, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих технологии сбора, обработки и анализа больших данных, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих технологии ИИ, в общем числе организаций
Цифровизация бизнес-процессов	0,2	Удельный вес организаций, использующих ERP-системы, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, осуществляющих продажи посредством электронной торговли, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих цифровые платформы, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих систему электронного документооборота, в общем числе организаций
Цифровые навыки персонала	0,2	Удельный вес специалистов по ИКТ в численности занятых
		Удельный вес занятых, владеющих цифровыми навыками на уровне выше базового, в численности занятых

Окончание Приложения Б

Окончание таблицы 1

Субиндекс	Вес субиндекса	Показатели
Затраты на внедрение и использование цифровых технологий	0,2	Затраты на внедрение и использование цифровых технологий, % к ВДС
		Удельный вес затрат на передовые цифровые технологии в общем объеме затрат на использование и внедрение цифровых технологий
Кибербезопасность	0,1	Удельный вес организаций, использующих средства электронной подписи, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих системы обнаружения вторжения в компьютер или сеть, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих средства строгой аутентификации, в общем числе организаций
		Удельный вес организаций, использующих программные / аппаратные средства, препятствующие несанкционированному доступу вредоносных программ из глобальных информационных / локальных вычислительных сетей (брандмауэр), в общем числе организаций
Примечание – Составлено автором		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1 – Ключевые направления развития цифровой инновационной среды

Направления	Варианты использования
Внедрение систем автоматизации на производствах	- управление производственными процессами; - автоматизация инновационной деятельности
Использование интеллектуальных систем управления	- осуществление цифровой трансформации; - использование в цифровых платформах; - использование для аналитики данных
Организация периферийных вычислений	- облачные вычисления; - облачные хранилища данных; - периферийные серверы; - обработка данных на Edge AI-устройствах
Применение роботов в производственных и инновационных процессах	- содействие выполнению производственных задач; - когнитивная роботизация инновационных процессов
Технологии скоростного (аддитивного) производства	- 3D-печать; - лазеры; - сканирование; - импортозамещение в области аддитивных технологий
Технологии глубокого обучения	- машинное зрение; - обнаружение объектов; - распознавание изображения; - нейросетевое прогнозирование успеха инноваций
Использование лазерного оборудования и лазерных технологий	- применение в производственных процессах; - высокоточная обработка материалов
Применение оборудования с ЧПУ	- использование в производственных процессах; - оперативная коррекция программных сценариев обработки
Внедрение технологий искусственного интеллекта	- генеративный дизайн; - предиктивная аналитика; - интеллектуальное планирование инновационных проектов; - централизованное управление данными для ИИ-моделей; - унификация подходов к разработке и внедрению ИИ-решений; - обеспечение совместимости различных ИИ-сервисов; - ускорение внедрения инноваций за счет готовых платформенных решений
Использование цифровых двойников инновационных процессов	- виртуальное тестирование инноваций; - оптимизация параметров; - прогнозирование результатов
Возможность удаленного управления инновационными процессами	- мониторинг инновационной деятельности в реальном времени; - распределенное управление инновационными проектами; - оперативное принятие решений на основе актуальных данных; - снижение временных и транспортных издержек
Примечание – Составлено автором	

ПРИЛОЖЕНИЕ В1

Апробация методики оценки влияния цифровой трансформации на эффективность освоения производственных мощностей ООО «Робола»

ООО «Робола» является производителем и поставщиком компонентов для автопроизводителей. Статистические данные работы этого предприятия приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 – Показатели финансовой отчетности ООО «Робола»

Годы		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Расчетное время	t	0	1	2	3	4	5	6	7
Ресурс, млрд руб.	Q	140,638	156,397	164,095	167,028	172,463	204,574	243,084	305,156
Выпуск продукции, млн руб.	V	301,378	327,061	339,388	344,05	405,484	461,669	526,332	625,636
Издержки, млн руб.	ТС	266,145	294,287	308,034	313,272	265,392	312,013	367,925	458,045
Прибыль, млн руб.	PR	35,233	32,774	31,354	30,778	140,092	149,656	158,407	167,591
Примечание – Составлено автором									

В соответствии с данными таблицы В.1 производственные функции (3.1) и (3.2) принимают вид:

$$\begin{cases} V_N = 6,6846 \cdot Q^{0,77} \\ V_F = 8,0925 \cdot Q^{0,76} \end{cases} \quad (1)$$

На рисунке В.1 показаны графики производственных функций, построенные по формулам (1).

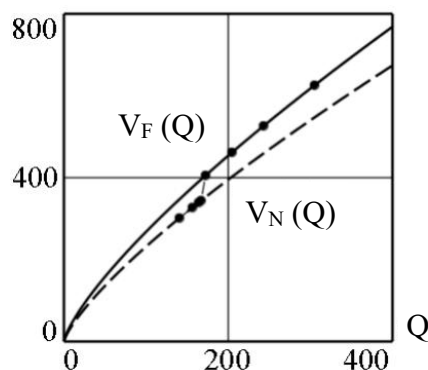


Рисунок В.1 – Графики производственных функций, построенные по формулам (1)*

* Точками обозначены данные таблицы В.1.

В соответствии с данными таблицы В.1 объемы пропорциональных издержек производственного процесса предприятия до начала цифровой трансформации и после завершения цифровой трансформации задаются формулами:

$$\begin{cases} TC_N = 1,7846 \cdot Q + 15,2 \\ TC_F = 1,4510 \cdot Q + 15,2 \end{cases} \quad (2)$$

На рисунке В.2 показаны графики производственных издержек, построенные по формулам (2).

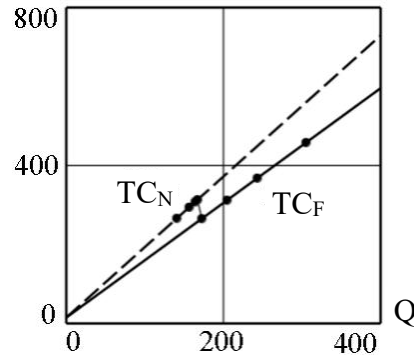


Рисунок В.2 – Графики производственных издержек, построенные по формулам (2)*

* Точками обозначены данные таблицы В.1.

В соответствии с данными таблицы В.1 объемы прибыли предприятия до начала цифровой трансформации и после завершения цифровой трансформации задаются формулами:

$$\begin{cases} PR_N = 6,6846 \cdot Q^{0,77} - 1,7846 \cdot Q - 15,2, \\ PR_F = 8,0925 \cdot Q^{0,76} - 1,4510 \cdot Q - 15,2 \end{cases} \quad (3)$$

На рисунке В.3 показаны графики объемов прибыли предприятия до начала цифровой трансформации и после завершения цифровой трансформации, построенные по формулам (3).

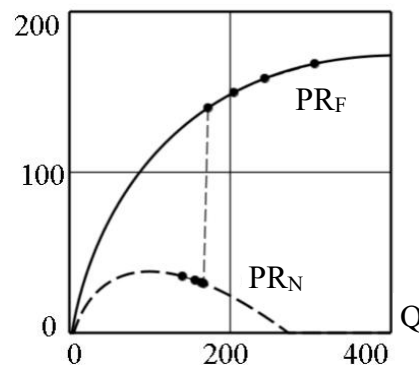


Рисунок В.3 – Графики объемов прибыли предприятия до начала цифровой трансформации и после завершения цифровой трансформации, построенные по формулам (3)*

* Точками обозначены данные таблицы В.1.

Дифференциальные уравнения (3.17) и (3.18), описывающие освоение предприятием производственной мощности до начала и после завершения его цифровой трансформации, и их начальные условия в данном случае принимают вид:

$$\frac{dQ_N}{dt} = 0,002 \cdot (6,6846 \cdot Q_N^{0,77} - 301,5379) \cdot (350,156 - Q_N). \quad (4)$$

$$\frac{dQ_F}{dt} = 0,0025 \cdot (8,0925 \cdot Q_F^{0,76} - 301,379) \cdot (350,156 - Q_F). \quad (5)$$

$$Q_N|_{t=3} = 167,028. \quad (6)$$

$$Q_F|_{t=4} = 172,463. \quad (7)$$

На рисунке В.4 показан график функции производственного фактора Q_t , построенный по формуле (3.22) в соответствии с решениями задач Коши (4), (6) и (5), (7).

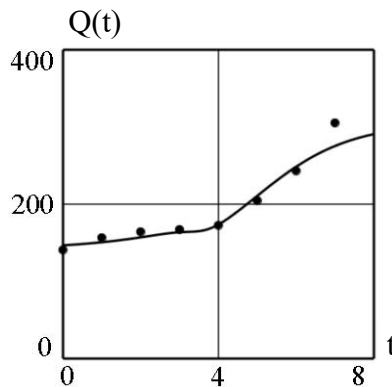


Рисунок В.4 – График функции производственного фактора Q_t , построенный по формуле (3.22) в соответствии с решениями задач Коши (4), (6) и (5), (7)*

* Точками обозначены данные таблицы В.1.

На рисунке В.5 показаны графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (4), (6) и (5), (7), а также функции $V(t)$, построенной по формуле функции перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

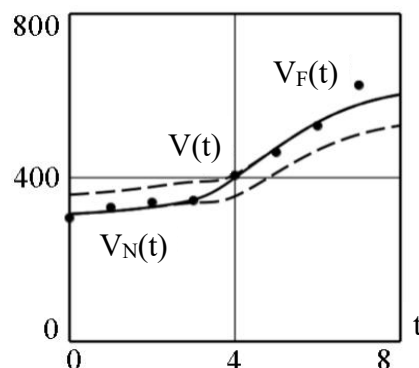


Рисунок В.5 – Графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (4), (6) и (5), (7), а также функции $V(t)$, построенной по формуле (3.23)

с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы В.1.

На рисунке В.6 показаны графики функций производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач (4), (6) и (5), (7), а также функции $TC(t)$, построенной по формуле (3.24) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

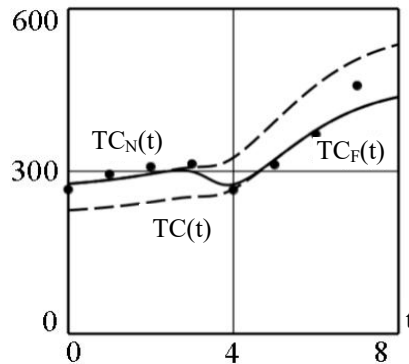


Рисунок В.6 – Графики функций производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач (4), (6) и (5), (7), а также функции $TC(t)$, построенной по формуле (3.24) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы В.1.

На рисунке В.7 показаны графики функций прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (4), (6) и (5), (7), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

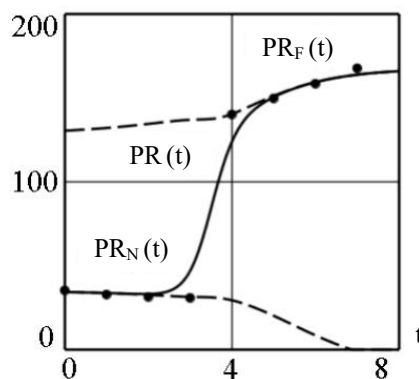


Рисунок В.7 – Графики функций прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (4), (6) и (5), (7), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы В.1.

При построении графиков рисунков В.1–7 были использованы следующие расчетные значения показателей:

$$P_N = 6,6846; a_N = 0,77; P_F = 8,0925; a_F = 0,76; H_N = 1,7846; H_F = 1,4510;$$

$$TFC = 15,2; \lambda_N = 0,002;$$

$$\lambda_F = 0,0025; t_N = 3; t_F = 4; t_Q = 4; \mu_Q = 3,5;$$

$$\mu_V = 3,5; t_V = 4; t_{TC} = 4; \mu_{TC} = 3,5; t_{PR} = 4; \mu_{PR} = 3,5.$$

По результатам апробации методики оценки на предприятии ООО «Робола» можно сделать вывод, что когнитивно-цифровая трансформация (КЦТ) производственных процессов ООО «Робола» оказала значимое влияние на экономические показатели: сокращение издержек и рост прибыли стали следствием оптимизации использования мощностей и внедрения цифровых решений, что обосновывает эффективность цифровизации как инструмента повышения конкурентоспособности промышленных предприятий.

**Апробация методики оценки влияния цифровой трансформации
на эффективность освоения производственных мощностей АО «Транскат»**
(входит в состав холдинга АО «Акрон Инжиниринг»)

Статистические данные работы этого предприятия приведены в таблице В.2.

Таблица В.2 – Показатели финансовой отчетности АО «Транскат»

Годы		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Расчетное время	t	0	1	2	3	4	5	6	7
Ресурс, млрд руб.	Q	122,088	128,321	151,893	218,263	327,250	425,947	483,723	510,384
Выпуск продукции, млн руб.	V	1139,900	1166,892	1263,145	1497,791	2186,653	2507,883	2679,371	2755,174
Издержки, млн руб.	TC	571,191	599,587	706,973	1009,332	1287,732	1671,581	1896,282	1999,971
Прибыль, млн руб.	PR	568,709	567,305	556,172	488,459	898,921	836,302	783,089	755,203
Примечание – Составлено автором									

В соответствии с данными таблицы В.2 производственные функции (3.1) и (3.2) принимают вид:

$$\begin{cases} V_N = 119,1601 \cdot Q^{0,47} \\ V_F = 107,6571 \cdot Q^{0,52} \end{cases} \quad (8)$$

На рисунке В.8 показаны графики производственных функций, построенные по формулам (8).

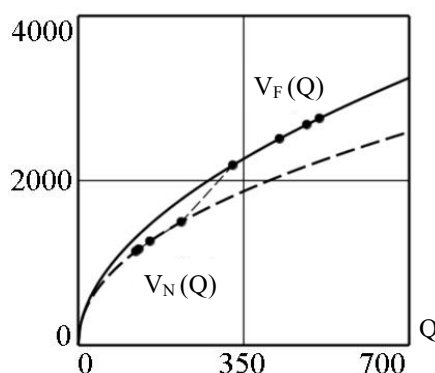


Рисунок В.8 – Графики производственных функций, построенные по формулам (8)*

* Точками обозначены данные таблицы В.2.

В соответствии с данными таблицы В.2 объемы пропорциональных издержек производственного процесса предприятия до начала цифровой трансформации и после завершения цифровой трансформации задаются формулами:

$$\begin{cases} TC_N = 4,5557 \cdot Q + 14,9 \\ TC_F = 3,8892 \cdot Q + 14,9 \end{cases} \quad (9)$$

На рисунке В.9 показаны графики производственных издержек, построенные по формулам (9).

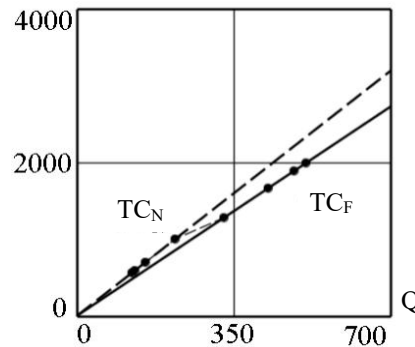


Рисунок В.9 – Графики производственных издержек, построенные по формулам (9)*

* Точками обозначены данные таблицы В.2.

В соответствии с данными таблицы В.2 объемы прибыли предприятия до начала КЦТ и после ее завершения задаются формулами:

$$\begin{cases} PR_N = 119,1601 \cdot Q^{0,47} - 4,5557 \cdot Q - 14,9 \\ PR_F = 107,6571 \cdot Q^{0,52} - 3,8892 \cdot Q - 14,9 \end{cases} \quad (10)$$

На рисунке В.10 показаны графики объемов прибыли предприятия до начала цифровой трансформации и после завершения цифровой трансформации, построенные по формулам (10).

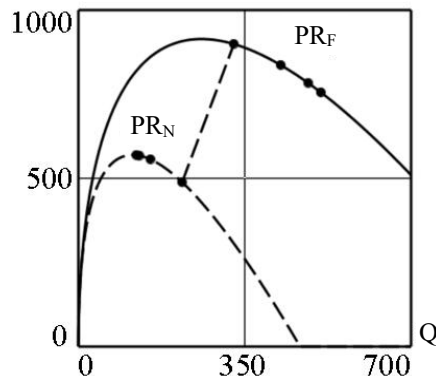


Рисунок В.10 – Графики объемов прибыли предприятия до начала КЦТ и после ее завершения, построенные по формулам (10)*

* Точками обозначены данные таблицы В.2.

Дифференциальные уравнения (3.17) и (3.18), описывающие освоение предприятием производственной мощности до начала и после завершения его цифровой трансформации, и их начальные условия в данном случае принимают вид:

$$\frac{dQ_N}{dt} = 0,0009 \cdot (119,1601 \cdot Q_N^{0,47} - 1139,9) \cdot (510,384 - Q_N). \quad (11)$$

$$\frac{dQ_F}{dt} = 0,0008 \cdot (107,6571 \cdot Q_N^{0,52} - 1139,9) \cdot (510,384 - Q_F). \quad (12)$$

$$Q_N|_{t=3} = 218,263. \quad (13)$$

$$Q_F|_{t=4} = 327,250. \quad (14)$$

На рисунке В.11 показан график функции производственного фактора $Q(t)$, построенный по формуле (3.22) в соответствии с решениями задач Коши (11), (13) и (12), (14).

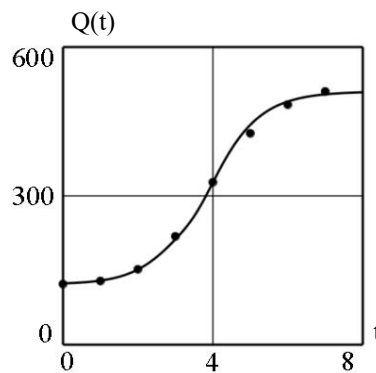


Рисунок В.11 – График функции производственного фактора $Q(t)$, построенный по формуле (3.22) в соответствии с решениями задач Коши (11), (13) и (12), (14)*

* Точками обозначены данные таблицы В.2.

На рисунке В.12 показаны графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (11), (13) и (12), (14), а также функции $V(t)$, построенной по формуле (3.23) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

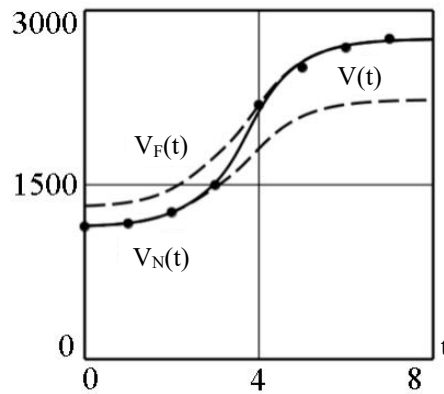


Рисунок В.12 – Графики функций $V_N(t)$ и $V_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (11), (13) и (12), (14), а также функции $V(t)$, построенной по формуле (3.23) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы В.2.

На рисунке В.13 показаны графики функций производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач (11), (13) и (12), (14), а также функции $TC(t)$, построенной по формуле (3.24) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

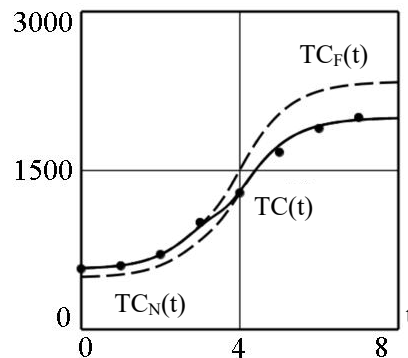


Рисунок В.13 – Графики функций производственных издержек $TC_N(t)$ и $TC_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач (11), (13) и (12), (14), а также функции $TC(t)$, построенной по формуле (3.24) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы В.2.

На рисунке В.14 показаны графики функций прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (11), (13) и (12), (14), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$.

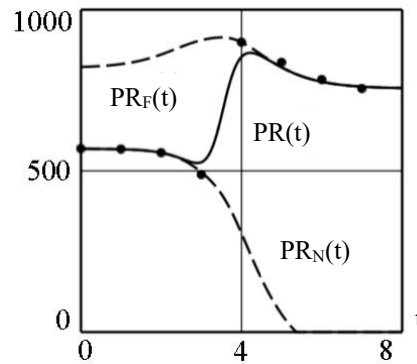


Рисунок В.14 – Графики функций прибыли $PR_N(t)$ и $PR_F(t)$, построенные в соответствии с решениями задач Коши (11), (13) и (12), (14), а также функции $PR(t)$, построенной по формуле (3.25) с функцией перехода $H = (1 + e^{-3,5 \cdot t + 12,25})^{-1}$ *

* Точками обозначены данные таблицы В.2.

При построении графиков рисунков В.8–14 были использованы следующие расчетные значения показателей:

$$P_N = 119,1601; a_N = 0,47; P_F = 107,6571; a_F = 0,52; H_N = 4,5557; H_F = 3,8892;$$

$$TFC = 14,9; \lambda_N = 0,00095;$$

$$\lambda_F = 0,0008; t_N = 4; t_F = 4; t_Q = 4; \mu_Q = 3,5;$$

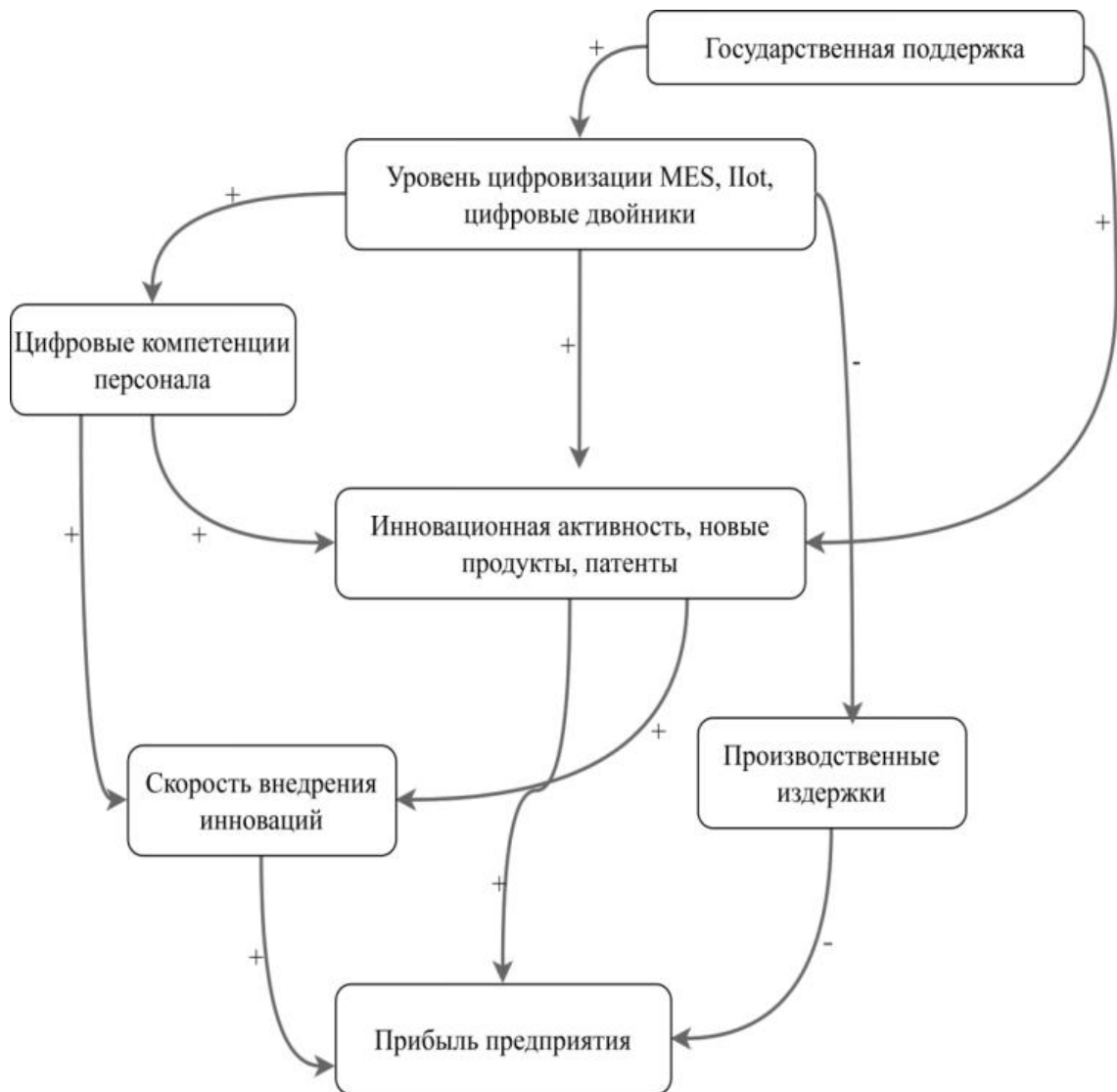
$$\mu_V = 3,5; t_V = 4; t_{TC} = 4; \mu_{TC} = 3,5; t_{PR} = 4; \mu_{PR} = 3,5.$$

По результатам апробирования методики оценки на предприятии АО «Транскат» можно сделать вывод, что предприятие проводит активную политику цифровизации процессов производства. Внедрение системы предиктивной аналитики на основе промышленного интернета вещей для мониторинга и оптимизации технологических параметров плавильных агрегатов способствовало формированию устойчивой положительной динамики ключевых показателей: достигнуто снижение производственных издержек при одновременном росте прибыльности за счет оптимизации энергопотребления и повышения выхода годной продукции.

Полученные результаты демонстрируют, что КЦТ производственных процессов в промышленности, в частности, внедрение интеллектуальных систем управления технологическими параметрами, создает значимый синергетический эффект, выражающийся в повышении общей эффективности использования производственного потенциала.

Приложение Г

Пример построения когнитивной карты влияния факторов на инновационную деятельность ПАО «КуйбышевАзот»



Обозначения: «+» – положительное влияние (рост фактора-причины ведет к росту фактора-следствия), «–» – отрицательное влияние (рост причины ведет к снижению следствия).

Ключевые выводы по карте:

– уровень цифровизации предприятия положительно влияет на развитие цифровых компетенций персонала и инновационную активность, но снижает производственные издержки (эффект автоматизации);

- государственная поддержка выступает драйвером цифровизации и инноваций;
- рост компетенций ускоряет внедрение инноваций и повышает инновационную активность;
- конечный целевой показатель – прибыль предприятия – зависит от роста инновационной активности и снижения издержек.

Приложение Д

Определения институциональной среды

Авторы	Формулировка
Функциональный подход	
Силова Е.С.	«Сложная упорядоченная система базисных и инфраструктурных экономических институтов, создающих условия для общественного воспроизводства через формирование общеобязательных правил и механизмов их поддержания, с другой стороны, – система отношений между экономическими субъектами и институтами по поводу удовлетворения потребностей экономических субъектов» [249]
Степанова О.А., Алтынникова Л.А., Минакова Е.И., Кузнецова И.В.	«Совокупность правил и организаций, механизм реализации ограничений, регулирующих поведение экономических агентов, их взаимосвязей» [126]
Гафаров И.Г.	«Система экономических институтов и институций в их взаимосвязи и противоречиях, оказывающих влияние на процессы и механизмы общественного воспроизводства, эффективность транзакционных сделок, в том числе обеспечивающих мобилизацию и направление использования инвестиционных ресурсов» [68]
Вольчик В.В., Оганесян А.А.	«Институциональная среда – это определенный упорядоченный набор институтов, создающих матрицы экономического поведения, определяющих ограничения для хозяйствующих субъектов, которые формируются в рамках той или иной системы координации хозяйственной деятельности» [63]
Иншаков О.В., Лебедева Н.Н.	«Трактуется как институциональное пространство – часть хозяйственной системы, обеспечивающая ее культурно-историческое и организационно-нормативное функционирование в координатах, освоенных хозяйственными субъектами» [129]
Структурный подход	
Перепелица Г.В.	«Определенная форма организации отношений, совокупность формальных и неформальных рамок поведения участников экономических процессов, а также способов закрепления данных взаимодействий и контроля за их исполнением» [216]
Слуцкий Л.Э.	«Совокупность субъектов экономических и иных отношений предприятий, законодательства, регулирующего все аспекты их деятельности, механизмов государственной поддержки деятельности» [251]

Окончание Приложения Д

Авторы	Формулировка
Структурно-эволюционный подход	
Ксензова В.Э., Ксензов С.В.	«Адекватная данному историческому периоду совокупность (система) институциональных форм» [161]
Кузнецова С.А., Кравченко Н.А., Маркова В.Д., Юсупова А.Т.	«Комплекс институтов правового, финансового и социального характера, обеспечивающих инновационные процессы и имеющих национальные корни, традиции, политические и культурные особенности (определение ИС в отношении инновационной деятельности)» [125]
Сибирская Е.В., Ляпина И.Р., Строева О.А., Петрухина Е.В.	«Совокупность формальных норм (законов) и неформальных ограничений (правила, традиции), складывающихся под воздействием политической, экономической и социокультурной динамики изменений» [207]
Примечание – Составлено автором	