

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет»



На правах рукописи

Собиров Бежан Шукриллович

Инструментарий управления жизненным циклом цифровых инноваций

Специальность: 5.2.3 – «Региональная и отраслевая экономика (экономика инноваций)»

**Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

Научный руководитель:
доктор экономических наук,
профессор
Вертакова Юлия Владимировна

Сургут, 2026

Содержание

Введение.....	4
1 Теоретические аспекты анализа жизненного цикла цифровых инноваций. 11	
1.1 Концепция жизненного цикла социально-экономических систем: теоретические подходы к анализу.....	11
1.2 Специфика жизненного цикла инноваций	19
1.3 Цифровая трансформация промышленных предприятий как особый тип инноваций	33
1.4 Особенности структуры жизненного цикла цифровой трансформации	43
Выводы по главе 1.....	51
2 Методические аспекты управления жизненным циклом цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта	55
2.1 Факторы, влияющие на продолжительность и структуру жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта.....	55
2.2 Методика оценки продолжительности этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта.....	71
2.3 Модель процессов диффузии цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта	87
Выводы по главе 2.....	107
3 Научно-практические аспекты интеграции разработанных научно- методических положений в региональную стратегию цифровой трансформации (на материалах Ханты-Мансийского автономного округа – Югры)	110
3.1 Методический подход к интеграции проектов цифровых инноваций компаний в стратегию цифровой трансформации региона.....	110
3.2 Оценка влияния цифровых инноваций на базе искусственного интеллекта на экономическое развитие региона	121
Выводы по главе 3.....	144

Заключение	146
Список использованных источников	151
Приложение 1	175
Приложение 2	180

Введение

Актуальность темы исследования. В современных условиях происходит переход к очередному технологическому укладу, что обуславливает возрастание роли инноваций в развитии общества. В этой связи возникает необходимость выявления и стимулирования развития и внедрения в хозяйственную практику тех инноваций, которые могут войти в ядро нового формируемого уклада. По имеющимся экспертным оценкам, результатам ранее проведенных исследований, а также на основе государственных стратегических документов, можно заключить, что к числу такого рода инноваций относятся цифровые. Стремительное развитие цифровых технологий и их внедрение в различные сферы деятельности становится ключевым фактором конкурентоспособности, что актуализирует появление и внедрение цифровых инноваций.

Особую актуальность проблематика управления цифровыми инновациями имеет для России, оказавшейся под давлением санкций со стороны группы недружественных стран «коллективного Запада». Следствием этого стали многочисленные запреты и ограничения на использование в РФ иностранных цифровых технологий. Это, с практических позиций, формирует запрос на разработку и использование отечественных цифровых инноваций. С теоретических позиций, возникает необходимость углубленного изучения таких инноваций на протяжении всех этапов жизненного цикла — от зарождения идеи цифровой инновации до выхода IT-продукта и его диффузии.

В условиях быстрого изменения технологий разработка инструментов, способствующих оптимизации процессов управления жизненным циклом цифровых инноваций, становится важной задачей, как для теории, так и для практики. При этом соответствующие инструменты, в силу сравнительной новизны рассматриваемой проблематики, пока еще не достаточно изучены и не позволяют предоставить рекомендации для организаций, стремящихся повысить свою эффективность и адаптивность в условиях цифровой

трансформации. Указанные обстоятельства определяют теоретическую, методическую и практическую составляющие актуальности темы исследования.

Степень разработанности проблемы. Вопросы управления жизненным циклом социально-экономических систем в общем исследовали такие авторы, как И. Адизес, Н.Э. Бабичева, А.Г. Барановский, С. Барановский, Д.Б. Берг, П.В. Добряк, Н.П. Любушин, Г.В. Мальшаков, Т.В. Мокеева, А. Пузыревская, А.П. Тренихин, Е.А. Ульянова, М.-Р.Б. Хадисов.

Сущность инноваций рассматривается в трудах таких авторов, как Э.А. Алиева, В.П. Баранчеев, В.М. Мишин, S.J. Kline, N. Rosenberg.

Жизненный цикл инноваций и различные аспекты управления инновационным процессом были предметом изучения таких авторов, как Д.Е. Багваби, В.А. Баринова, Ю.В. Беляева, Ю.С. Бурец, Ю.В. Вертакова, М.М. Геращенко, Е.С. Губанова, Т.А. Дубровина, С.П. Земцов, Н. Иващенко, А.И. Киселевич, В.Н. Маковеев, О.Ф. Малащенко, Н.П. Масленникова, С.Н. Митяков, Г.П. Панченко, И.В. Пенькова, Л.Н. Семеркова, И.Г. Сергеева, Е.А. Третьякова, А.А. Харин, Л.К. Шамина. Среди зарубежных авторов следует отметить Н.Е. Chesbrough, М.М. Jabbari, М. Kotsemir, D. Meissner, В.А. Lundvall, D. Marinova, J. Phillimore, Н. Tohidi.

Проблематике диффузии инноваций посвящены труды Е.А. Балабановой, Н.Н. Коротковой, С.В. Лисафьева, О.Н. Лободиной, Р.М. Нижегородцева, В.Д. Секерина, А.И. Шинкевича, Ю.Д. Шмидта, N. Voccara, Н. Fuks, Т. Islam, N. Meade, Е.М. Rogers.

В последние годы были опубликованы исследования, связанные с цифровой трансформацией – в том числе, таких авторов, как И.В. Абрамов, М. Алыджанова, А.В. Бабкин, З.В. Багиева, Е.С. Балашова, М.В. Бойкова, М. Гурбанов, В.В. Дегтярева, А.С. Кушнир, В.А. Плотников, Д.Ю. Селиверстов, Л.В. Силакова, Н.М. Тюкавкин, А.Б. Чиквин, А.Х. Шелепаева, Е.В. Шкарупета, С.Я. Юсупова, Д.Д. Янкина, D. Bonnet, M. Fitzgerald, N. Kruschwitz, K. Schwertner, J. Tsidulko, M. Welch.

Объектом исследования выступают цифровые инновации, рассматриваемые с экономических позиций.

Предмет исследования – организационно-экономические отношения, связанные с управлением жизненным циклом цифровых инноваций.

Цель исследования – разработка научно-методического инструментария управления жизненным циклом цифровых инноваций, а также практико-ориентированные рекомендации по его использованию для повышения эффективности инновационной деятельности в Российской Федерации.

В соответствии с целью определены основные **задачи исследования**, что определило логику и структуру исследования:

1. уточнить понимание цифровой трансформации промышленных предприятий в контексте концепции развития цифровых инноваций;
2. разработать концептуальную модель структуры жизненного цикла цифровых инноваций;
3. систематизировать и обобщить факторы, влияющие на продолжительность и структуру жизненного цикла цифровых инноваций;
4. разработать методику оценки продолжительности этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта;
5. разработать и апробировать в регионе модель процессов диффузии цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 5.2.3 – «Региональная и отраслевая экономика (Экономика инноваций)»: п. 7.2. Типы инноваций. Жизненный цикл инноваций. 7.5. Цифровая трансформация экономической деятельности. Модели и инструменты цифровой трансформации.

Научная новизна результатов исследования состоит в разработке инструментария управления жизненным циклом цифровых инноваций, отличающегося учетом их комплексности и интегрального характера

использования, базирующегося на концепции повторяемости по спирали этапов жизненного цикла, адаптированного к особенностям цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, применение которого позволяет повысить экономическую отдачу от цифровых инноваций.

Научная новизна конкретизируется в следующих **положениях, выносимых на защиту**:

1. Определена цифровая трансформация промышленных предприятий как комплексная инновация, обладающая сквозным характером цифровых технологий, охватывающих все хозяйственные и управленческие процессы в деятельности промышленных предприятий; использование авторского подхода позволит повысить результативность цифровой трансформации промышленных предприятий за счет комплексного использования выделенных на это ресурсов.

2. Разработана концептуальная модель структуры жизненного цикла цифровых инноваций, отличительными характеристиками которой является итеративность и повторяемость по спирали этапов жизненного цикла не только программного обеспечения, но и аппаратных средств, базовой информационной технологии и IT-инфраструктуры. Использование такой модели позволяет повысить эффективность планирования инновационного развития в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

3. Предложена совокупность факторов, влияющих на продолжительность и структуру жизненного цикла цифровых инноваций (наличие, доступность, качество исходных данных, количество параметров модели, доступные вычислительные ресурсы и степень автоматизации процессов, организационная зрелость, используемый технологический стек и др.), адаптированная к цифровым инновациям, основанным на использовании искусственного интеллекта, учет которых позволяет ускорить этапы жизненного цикла ЦИ, связанные с процессом разработки и внедрения, а

также сократить временной разрыв между этапами разработки и эксплуатации цифровых инноваций.

4. Разработана методика оценки продолжительности этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, учитывающая *вероятностной характер* обучения ИИ-моделей и поэтапную декомпозицию процессов разработки и внедрения указанных инноваций через осуществление серии релизов финального инновационного продукта с учетом ключевых факторов оценки релиза (финансы, производительность команды, удовлетворенность клиента, качество продукта,) в рамках авторской спиральной модели жизненного цикла цифровой инновации; использование методики позволяет осуществить рациональное распределение ресурсов по этапам жизненного цикла цифровых инноваций и ускорить наступление момента получения экономической отдачи от них.

5. Разработана модель процессов диффузии цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, отличающаяся авторской модификацией модели, основанной на теории клеточных автоматов. Отличие модели состоит в том, что вместо дискретных состояний, характеризующих принятие индивидом конкретной инновации, используется непрерывный показатель, демонстрирующий интегральный уровень внедрения инноваций и применяется авторская математическая модель, учитывающая тесноту взаимодействия между соседними клетками. Использование данной модели позволит оценить уровень влияния цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, на экономическое развитие региона и спрогнозировать уровень внедрения цифровых инноваций в других регионах.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в расширении и уточнении подходов к управлению жизненным циклом цифровых инноваций и разработке модели процессов диффузии цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта.

Сформированный на основании результатов проведенного исследования инструментарий развивает теоретическую и методологическую базу в сфере управления цифровыми инновациями. Материалы диссертации могут быть использованы как основа для дальнейших исследований в рассматриваемой научной области.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения разработанных инструментов и методов управления как организациями в целях формирования системы гибкого управления жизненным циклом инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, так и органами государственного управления при интеграции проектов цифровых инноваций компаний в стратегию цифровой трансформации региона и реализации соответствующих стратегий.

Апробация и внедрение результатов исследования. Научные результаты, отраженные в диссертации, прошли апробацию в рамках научных конференций: Международной научно-практической конференции в Тамбовском государственном университете им. Г.Р. Державина «Саяпинские чтения» (Тамбов, 2026); Всероссийской научно-практической конференции «Социально-экономические проблемы обеспечения устойчивости российской экономики» (Москва, 2025 г.), IV International Scientific Forum on Computer and Energy Sciences (Алматы, 2022 г.), I Управленческом форуме ХМАО–Югры «Лидер» (Сургут, 2019 г.);

Результаты диссертационного исследования использованы в практической деятельности промышленных предприятий г. Сургута (имеются акты о внедрении от АО «Сургутнефтегазбанк», ООО «ТракШина»).

Результаты работы интегрированы в преподавание дисциплин «Экономика предприятий», «Инновационный менеджмент», «Стратегический менеджмент», «Управление инновационными проектами», «Бизнес процессы в организации», а также используются при руководстве научно-исследовательской работой бакалавров и магистрантов в БУ ВО «Сургутский государственный университет».

Публикации. Автором опубликовано 16 научных статей общим объемом 9,37 п.л. (из них авторский объем составляет 7,63 п.л.), в том числе 5 статей – в ведущих рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций.

Все основные результаты, получившие отражение в публикациях в соавторстве, изложенные в диссертации и выносимые на защиту, получены лично автором.

Структура и объем диссертации. В соответствии с целью исследования и поставленными задачами сложилась структура и логика содержания работы. Диссертация изложена на 182 страницах, включает в себя введение, три главы, заключение, список литературы из 199 источников и 2 приложения.

1 Теоретические аспекты анализа жизненного цикла цифровых инноваций

1.1 Концепция жизненного цикла социально-экономических систем: теоретические подходы к анализу

Понятие «жизненного цикла» появилось как биологическая концепция, но впоследствии путем интердисциплинарного переноса распространилось на социально-гуманитарные и технические науки. В [28] Берг Д.Б. отмечает, концепции жизненного цикла характеризуется инвариантностью по отношению к изменению типа объекта.

А.Г. Барановский и А.П. Тренихин [23] отмечают, что термин «жизненный цикл» имеет два значения:

- 1) период времени, на протяжении которого объект существует;
- 2) ряд последовательных, связанных между собой трансформаций его состояния.

В экономической литературе чаще подразумевается второй подход - ряд последовательных, трансформаций [40; 73].

Концепция жизненного цикла в наиболее общем понимании согласуется с иерархической моделью мира. В рамках этой модели, описываемой Г.В. Мальшаковым [69], А.А. Ворониным и С.П. Мишиным [36], мир состоит из элементов и связей между ними, где под элементом понимается исследуемый объект.

Конечность существования и развития элементов обусловлена ограниченностью ресурсов. Каждый элемент обладает жизненным циклом, который состоит из последовательных этапов [120] – основными из них являются рождение, жизнь и смерть.

Первый этап – рождение – определяет формирование внутренних связей элемента $Св^i$. Инициация рождения выполняется за счет внешних сил.

На втором этапе – жизни, или функционирования элемента – ключевую роль играют внутренние элементы и связи. В то же время формируются и развиваются внешние связи элемента.

Завершающий этап – смерть – определяется изменением внутренних связей.

Источники запуска рождения, жизни и смерти проиллюстрированы рисунком 1.

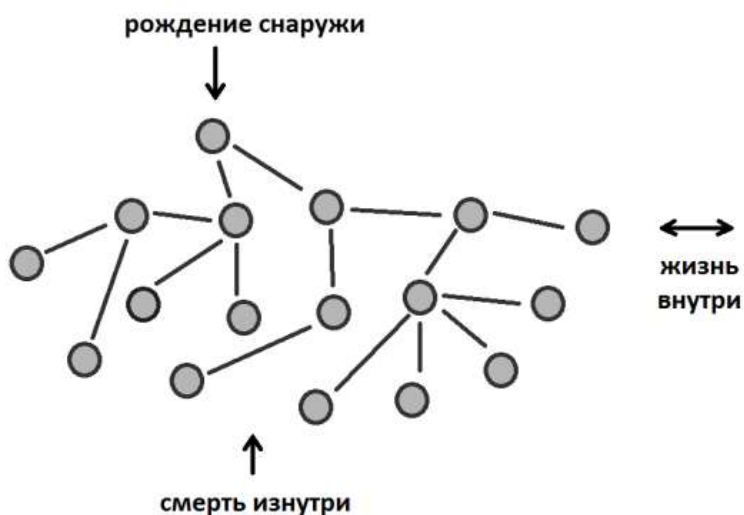


Рисунок 1 – Источники инициации этапов жизненного цикла элемента
Источник: [69]

На протяжении стадий жизненного цикла элемент развивается, переходит в новые состояния, а его внутренние элементы и связи изменяются.

При этом выделяют несколько разновидностей развития: структурное, количественное и качественное.

Специфика цикла формирования и развития системы – от момента зарождения до разрушения – зависит от ее вида [23].

Место концепции жизненного цикла с точки зрения системного подхода показано на рисунке 2. Для социально-экономических систем ключевое значение имеют закон убывающей эффективности и закон циклического развития.



Рисунок 2 – Место концепции жизненного цикла социально-экономических систем с точки зрения системного подхода

Источник: [64]

Развитие отдельных экономических структур является частью общего эволюционного процесса. Жизненные циклы характеризуются иерархической вложенностью, причем жизненные циклы более высокого уровня ограничивают жизненные циклы низших уровней. На практике иерархический принцип вложенности жизненных циклов разнородных структур находит

отражение в волновых колебаниях: длинноволновые циклы Кондратьева [59], инфраструктурные циклы Кузнеца, инвестиционные циклы Жюгляра, циклы Китчина, волны Эллиотта, макрогенерации [65; 66] и др.

Для объяснения вложенности жизненных циклов социально-экономических систем можно использовать аналогию с естественно-научной концепцией строения материи. В качестве атомов выступают отдельные организации (экономические структуры первичного уровня). Из них формируются структуры вторичного уровня – «молекулы». В свою очередь, эти структуры образуют структуры более высокого порядка, являясь для них внутренними элементами и обеспечивая функционирование.

Фундаментальные открытия и результаты прикладных исследований приводят к зарождению технологических волн. Любая новая технология вносит вклад в зарождение технологической волны, которые в совокупности формируют систему. Если рассматриваются взаимосвязанные технологии, вызываемые ими волны могут накладываться, что за счет явления резонанса приводит к увеличению масштабов распространения.

Классическая биологическая концепция детерминированного жизненного цикла предполагает, что объект безальтернативно развивается по линейной траектории от рождения к смерти. Для объектов экономической природы описанный линейный жизненный цикл (иллюстрация для товара в координатах «время – объем продаж» представлена на рисунке 3) является лишь одним из возможных. Социально-экономические системы могут развиваться нелинейно. Так, продолжение жизненного цикла может быть обеспечено путем модернизации товаров и услуг, усовершенствования технологий, реорганизации предприятия (слияния, поглощения) и т.д.

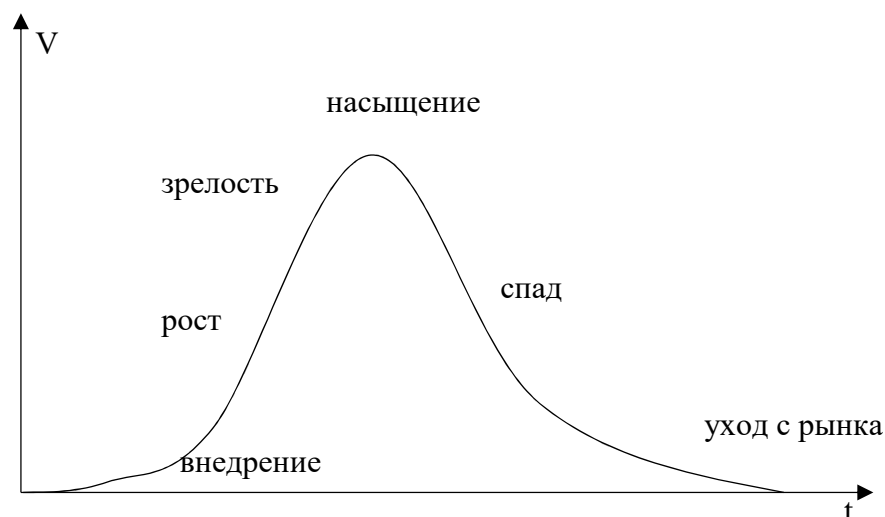


Рисунок 3 – Линейный жизненный цикл (на примере товара)

Источник: составлено автором по материалам [132]

Дискуссионным является вопрос о количестве и составе этапов жизненного цикла социально-экономической системы. Ю.М. Плотинский [85], исследуя технологические уклады, предлагает выделить три этапа: зарождение и становление, структурная перестройка и доминирование нового уклада, отмирание устаревающего уклада. Сторонники четырехфазного подхода рассматривают такие стадии, как становление (внедрение), рост, зрелость и упадок. Дополнительно могут быть выделены насыщение (точка максимального развития, после достижения которой начинается упадок) и разрушение (уход с рынка продукта или технологии, прекращение существования организации).

По ГОСТ Р 15.000-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство» [40] жизненный цикл продукции состоит из шести стадий:

- исследование и проектирование;
- разработка;
- изготовление (производство);
- поставка;
- эксплуатация (потребление, хранение);
- ликвидация.

И. Адизес [13] выделяет в жизненном цикле организации следующие этапы:

- ухаживание. Имеет подготовительный характер, предшествуя возникновению организации. Может завершиться как увлечение без создания организации;
- младенчество. Трансформация идеи о создании организации в реальную деятельность. Критические ошибки учредителей могут повлечь смерть во младенчестве;
- «давай-давай» (бурные годы). Развитие организации, формирование устойчивых денежных поступлений, выстраивание системы управления;
- юность. Трансформация характера руководства (от предпринимательства к профессиональному менеджменту). При этом возникают глубокие конфликты, которые без конструктивного разрешения приводят к «разводу»;
- расцвет. Достижение оптимального баланса между самоконтролем и гибкостью;
- стабильность;
- аристократизм. Начало старения, переход от гибкости к консерватизму;
- охота на ведьм. Разложение, смещение приоритетов на поиск виновных в проблемах, а не путей решения;
- бюрократизм. Искусственное поддержание жизни организации (часто за счет внешних финансовых вливаний);
- распад (смерть).

Состав стадий жизненного цикла не является универсальным, он варьируется в зависимости от специфики системы и от целей исследования. Деление может быть как укрупненным, так и более детализированным.

Границы перехода между стадиями редко имеют строгое количественное определение, чаще исследователи оперируют качественными показателями. Для идентификации стадии могут использоваться такие параметры, как размер системы (в сравнении с другими подобными системами), ее возраст, темпы роста, организационная структура, ресурсные возможности, критичные задачи развития и другие [64]. Обычно одного показателя для определения этапа недостаточно, они рассматриваются в совокупности, в соответствии с принятой многомерной моделью.

Показательным примером нелинейной траектории развития может служить жизненный цикл технологии, схематически представленный на рисунке 4.

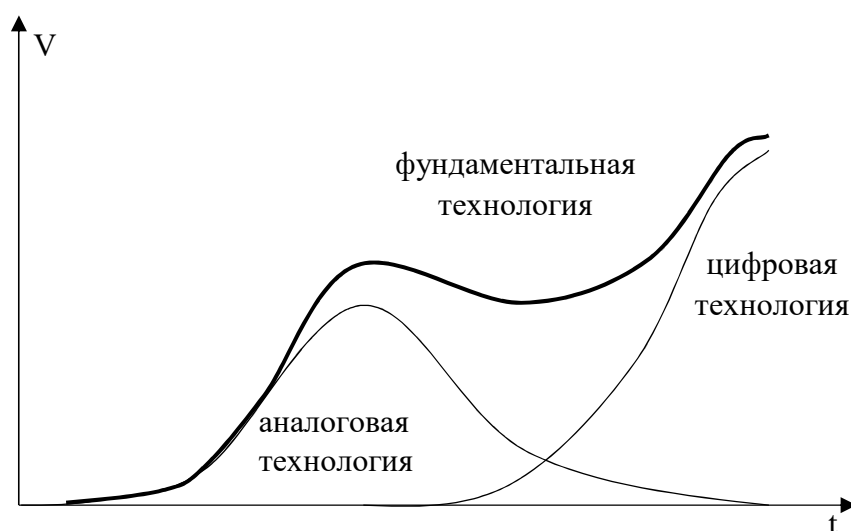


Рисунок 4 – Нелинейный жизненный цикл, учитывающий иерархию жизненных циклов вложенных систем (на примере технологий)

Источник: составлено автором по материалам [104]

Как было показано выше, жизненный цикл социально-экономических систем имеет волновую природу, что позволяет построить аналогию с волнами, исследуемыми в физике, и описать явления интерференции и дифракции.

Интерференция в толковом словаре С.А. Кузнецова [61] определена как «взаимное усиление или ослабление при наложении друг на друга звуковых, электромагнитных волн с одинаковыми периодами». В случае связанных технологий их жизненные циклы могут образовывать мегаволны в результате взаимовлияния при наложении.

Между социально-экономическими системами, внешними по отношению друг к другу (не являющимися вложенными), также действуют конкурентные механизмы. Однако конкурентное влияние на жизненный цикл ослабевает по мере повышения уровня иерархии (удлинения жизненного цикла и уменьшения количества систем на данном уровне). Чтобы система высокого уровня перешла на новый жизненный цикл, должен произойти переход на новую ресурсную или научно-технологическую базу [131].

Концепция жизненного цикла может быть расширена путем введения понятия «поток жизненных циклов», базирующегося на иерархической структуре жизненных циклов. Методологической основой анализа интеграции коротких жизненных циклов в более длинные выступают кондратьевские циклы (теория К-волн). Так, в исследованиях П.М. Титова [125] эволюция социально-экономических систем на макроуровне представлена как поток жизненных циклов отдельных макрогенераций (макроэкономических подсистем).

Смена технологических укладов определяет эндогенный механизм смены макрогенераций. Макроуровень характеризуется одновременным существованием волн, соответствующих разным стадиям развития: одни макрогенерации только зарождаются, другие – достигают зрелости, третьи – отмирают. Новые системы используют отмирающие в качестве источника ресурсов. Оттягивание ресурсов замедляет темпы роста предыдущего цикла. Если при этом новой макрогенерации не удастся компенсировать сокращение производительности, возникшее из-за лишения старой макрогенерации ресурсов, в макросистеме возникает кризис [126].

Таким образом, исходя из вышесказанного можно сделать следующие выводы. Концепция жизненного цикла возникла в естественных науках и путем интердисциплинарного переноса распространилась на социально-гуманитарные и технические науки. В исследованиях жизненного цикла социально-экономических систем используются различные подходы к определению набора стадий: основные стадии (рождение, функционирование, смерть) могут детализироваться в соответствии с целью исследования и спецификой рассматриваемой системы. Также дискуссионными являются критерии границ между стадиями. Как правило, они имеют качественный характер и должны оцениваться в совокупности, на основе многомерного моделирования.

Жизненный цикл социально-экономических систем может иметь нелинейную траекторию. Она определяется взаимодействием жизненных циклов внутренних элементов системы и конкурентными механизмами.

1.2 Специфика жизненного цикла инноваций

Жизненные циклы систем различной природы обладают общими чертами, что позволяет абстрагировать эту концепцию не только для разнообразных социально-экономических систем, но и для иных объектов. В то же время каждый тип систем имеет специфику, проявление которой усиливается по мере уточнения объекта изучения.

В современном научном контексте существуют различные подходы к определению инновации. Э.А. Алиева [14] предлагает выделить четыре основных подхода:

- 1) инновация как процесс;
- 2) инновация как система;
- 3) инновация как изменение;

4) инновация как результат.

А.В. Цыра [135], комментируя многообразие подходов к анализу феномена инновации, отмечает, что сущность плюрализма заключается в том, что каждый предлагаемый подход отражает лишь наиболее соответствующую выбранному предмету часть понятия. Хотя предметно-центрированный подход приводит к умножению сущностей, подобное искажение феноменологической заданности представляется вполне естественным и оправданным. Выявление специфики жизненного цикла инноваций целесообразно осуществлять с позиций системного подхода.

Содержательные особенности инновации как системы нашли отражение, в частности, в определениях, предложенных Ф.Никсоном [67; 76] («система технических, производственных и коммерческих мероприятий, приводящих к появлению на рынке новых, улучшенных промышленных процессов и оборудования»), Л.Коксом [155] («сложная система, с помощью которой идея или изобретение в первый раз превращается в коммерческую реальность»).

А.А. Поскоряков [93] выделяет свойства инновации как системы (таблица 1).

Л.В. Лапицкая и П.В. Зобов [63], выступая с критикой системного подхода, указывают, что инновациям не присущи свойства структурированности (не ясны компоненты системы и связи между ним), эмерджентности, гомеостаз, эквифинальность. Однако приводимые аргументы представляются построенными на противоречиях, вызванных смешением нескольких подходов. Так, отрицая свойство эмерджентности, авторы пишут: «В случае признания системности инновации следует считать, что новые станок, технологическая линия или автомобиль должны быть способными воспроизводить себя» [63]. В этом примере инновация рассматривается как результат, а не как система, что противоречит.

Таблица 1 – Свойства инновации как системы

Свойство	Характеристика свойства
Целостность	Социодинамика инновативного комплекса обеспечивается единством старого, современного и нового (будущего).
Неаддитивность	Свойства инновации не сводятся к сумме свойств ее компонентов.
Синергичность	Отлаженное взаимодействие системы с внешней средой и компонентов внутри системы обеспечивает рост эффективности функционирования.
Эмерджентность	Функции (цели) системы могут отличаться от функций (целей) ее компонентов.
Мультипликативность	Как негативные, так и позитивные эффекты функционирования компонентов системы не складываются, а перемножаются.
Взаимодействие и взаимозависимости системы и внешней среды	Свойства инновации проявляются через ее взаимодействие со средой. Воздействия внешней среды порождают реакцию в инновативной системе.
Структурность	Структура выступает способом организации инновации.
Непрерывность функционирования и эволюции	Существование системы обусловлено ее функционированием, непрерывностью протекающих в ней процессов.
Иерархичность	Компоненты инновации могут рассматриваться как системы (более низкого уровня).
Целенаправленность	Инновация имеет цель существования. Как правило, при разработке инновативной системы осуществляется построение дерева целей или дерева показателей эффективности.
Адаптивность	Инновация стремится к состоянию устойчивого равновесия, для чего производится адаптация параметров системы к изменениям показателей внешней среды.
Альтернативность функционирования (развития)	Цели системы могут быть достигнуты различными способами и зависят от конкретных параметров ситуации.
Наследственность	Преобладающие (наиболее сильные) признаки могут передаваться новому поколению от старого. При переходе от одной системы к другой, более совершенной, первая может инкорпорироваться во вторую.
Приоритет интересов системы более высокого уровня	Цели системы важнее, чем цели ее компонентов.

Источник: составлено автором на основании [93]

Инновация как система прочно ассоциирована со свойством уникальности – индивидуальности, неповторимости в рамках данного класса объектов. Соответственно, суть развития подразумевает порождение нового, уникального, не укладывающегося в реализованную повторяемость. С другой стороны, внутренне упорядоченный закономерный характер развития

предусматривает цикличность. В этом проявляется диалектичность жизненного цикла инноваций – уникальное включается в закономерное, но отчасти выходит за его рамки. В настоящее время разработано большое количество моделей и концепций жизненного цикла инноваций [118]. В таблице 2 представлена их периодизация.

Таблица 2 – Эволюция моделей инновационного процесса

Поколение	Период	Модель	Основа модели
1	1950-е – 1960-е	Линейная модель «технологического толчка»	Линейный процесс
2	1960-е – первая половина 1970-х	Линейная модель «вытягивания спроса»	Разработка инициируется по запросу рынка (потребителей)
3	Вторая половина 1970-х – конец 1980-х	Интерактивная модель, цепная модель	Взаимодействие между исследованиями и рынком
4	Конец 1980-х – начало 1990-х	Интегрированная модель	Интеграция поставщиков в процесс разработки продукта, функциональное дублирование
5	1990-е	Сетевая модель	Совместные исследования, стратегические альянсы, основанные на НИОКР
6	2000-е	Модель открытых инноваций	Обмен знаниями, идеями, технологиями

Источник: составлено автором на основании [38; 167; 186]

Представляется необходимым уточнить, что только первые три поколения являются строго последовательными, что позволяет Д. Мариновой и Дж. Филлимору [174] говорить лишь о расширении и развитии четвертого поколения, а не о новых поколениях моделей.

Одна из первых в хронологическом смысле моделей – модель линейного инновационного цикла – была предложена в середине XX века [152; 164; 171; 178]. Линейная модель согласуется с господствовавшим в тот период конвейерным способом производства.

В 1950-х сформировалась модель инновационного процесса первого поколения, получившая название модели «технологического толчка» (science-push, technology-push). Основные стадии представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Основные этапы инновационного цикла в рамках линейной модели первого поколения

Источник: составлено автором на основании [81]

Модель охватывает этапы от фундаментальных исследований до производства и распространения инноваций. Связь между этапами однонаправленная: развитие науки определяет изменение производства [113], каждый предшествующий этап формирует результат, необходимый для следующего.

Первый этап – фундаментальные исследования – направлен на получение нового научного знания, выявление существенных закономерностей [147]. Второй этап служит для того, чтобы определить возможности практического применения результатов фундаментальных исследований. На третьем этапе создаются образцы новых изделий – по сути, происходит переход от лабораторных и экспериментальных исследований к промышленному освоению [133]. Эти этапы относятся к «дорыночной» фазе жизненного цикла, в то время как четвертый, пятый и шестой – к «рыночной» (рисунок 6). В.П. Баранчеев [25] указывает такие стадии распространения

новшества, как комплекс маркетинговых решений, организация логистических потоков и диффузия новшества. Завершается жизненный цикл потреблением новшества. Рыночный период – коммерциализация инновационного продукта – задает жизненный цикл товара (продукта инновации) [140]. При этом, как указывает Р.М. Нижегородцев [78], характер связи между затратами и эффектом не зависит от выбранных единиц измерения – это могут быть стоимостные единицы или натуральные.

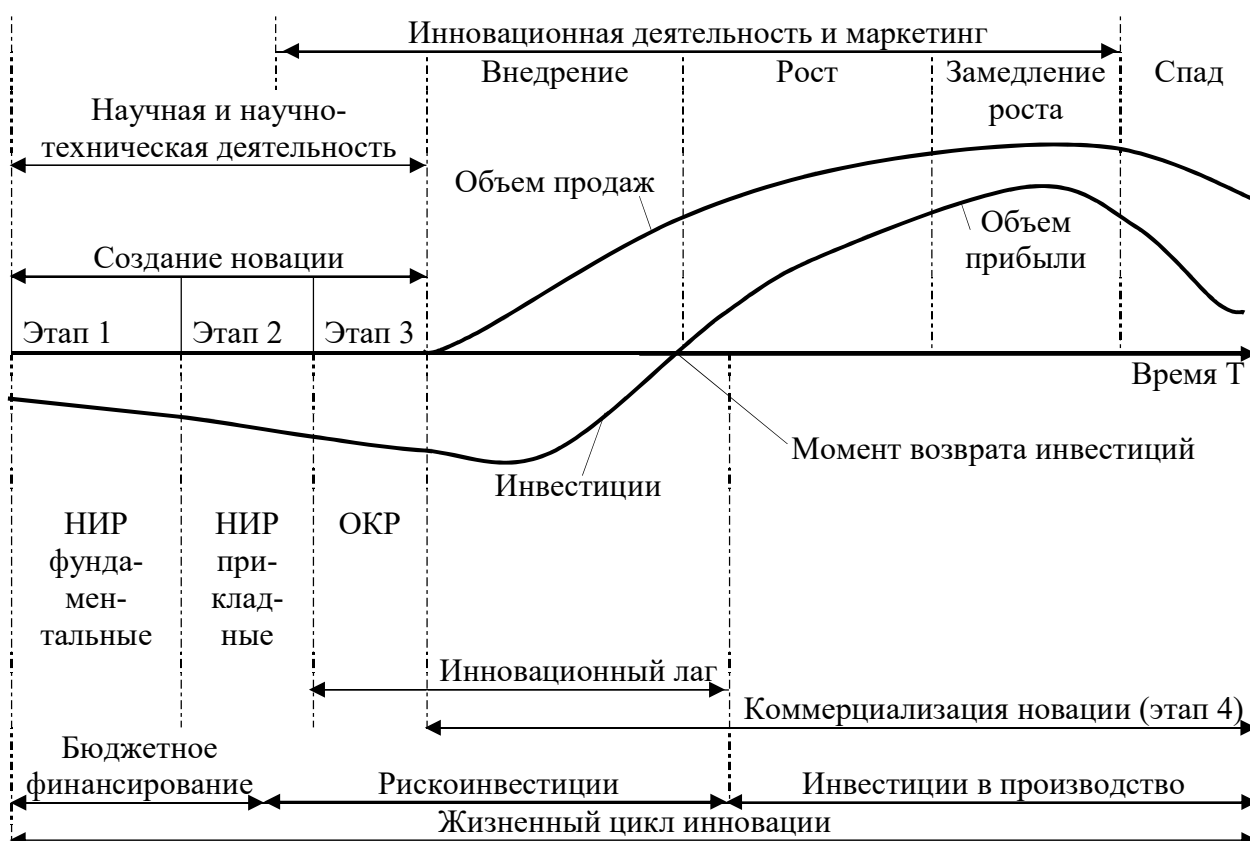


Рисунок 6 – Жизненный цикл инновации в контексте инвестиционного процесса

Источник: [133, с. 18]

Сходная модель взаимодействия науки и производства была принята за основу организации исследований в СССР [50; 56]. Связи научных центров и производственных предприятий выстраивались в соответствии с принципами плановой экономики. Для развития ключевых технологий (машиностроение,

атомная промышленность, авиация и космонавтика) были созданы закрытые административно-территориальные образования (ЗАО). Научно-исследовательские центры окружались «поясами внедрения». Этапы инновационного цикла (в принятых в рассматриваемый период терминах – цикла «наука-техника-производство» или «научно-производственного цикла») имели четкое разделение по институциональным структурам: фундаментальные исследования производились в академических институтах, далее в процесс вовлекались прикладные НИИ и государственные предприятия. Малые инновационные компании отсутствовали, роль университетов была слабой.

Модель «технологического толчка» была подвергнута критике за то, что она не учитывает влияние рынка (внешней среды), оставляет вне сферы зрения запросы потребителей [51]. С учетом этого в 1960-х – начале 1970-х была разработана линейная модель второго поколения – модель «вытягивания спросом» (demand-pull, market-pull, need-pull) [81], представленная на рисунке 7.



Рисунок 7 – Основные этапы инновационного цикла в рамках линейной модели второго поколения

Источник: составлено автором на основании [192]

Ключевое отличие этой модели состоит в том, что в качестве исходной точки разработки новых технологий рассматривается рыночный спрос. Потребности клиентов и рынок (в том числе возрастание уровня конкуренции, необходимость диверсифицировать производство) определяют, в какие проекты компании будут инвестировать средства.

Модель «вытягивания спросом» неспособна обеспечить разработку действительно прорывных продуктов, спрос на которые еще не возник.

Таким образом, линейные модели первого и второго поколения представляют тесно связанные и протекающие одновременно процессы – создание инноваций может определяться как потребностями общества [117], так и научными исследованиями [192]. Эта идея легла в основу интерактивной (сопряженной) модели инновационного процесса [57] – модели третьего поколения (рисунок 8).

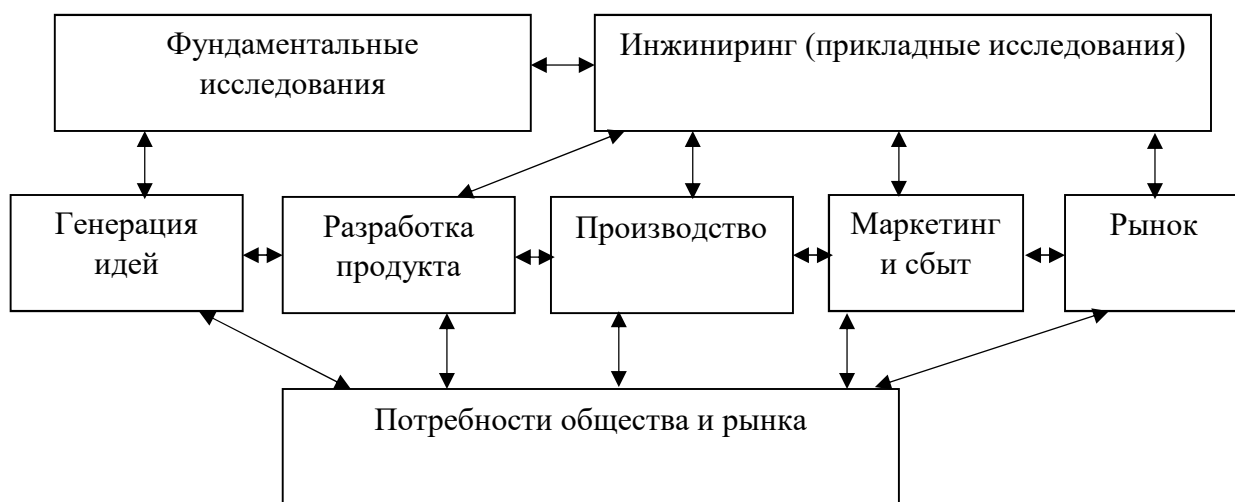


Рисунок 8 – Интерактивная модель (модель инновационного процесса третьего поколения)

Источник: составлено автором на основании [51]

Основные отличия интерактивной модели, представленной на рисунке 8, от линейных:

– возникновение новой идеи может произойти на любой стадии жизненного цикла инновации, а не только в процессе фундаментальных исследований;

– использование результатов исследований в той или иной форме происходит также на всех стадиях, а не только на непосредственно следующей за их получением. Это положение согласуется с утверждением И.В. Пеньковой [82, 83], что НИОКР выступает в роли основного механизма и одновременно результата инновационной деятельности;

– стадии соединены не только прямыми, но и обратными связями. За счет этого инновационный процесс не распадается на слабо зависимые части, а стадии могут осуществляться параллельно. Обратные связи не ограничиваются рамками компании, они связывают ее и с внешней средой.

Интерактивная модель получила развитие как цепная модель Клайна-Розенберга [168] (рисунок 9).

Эта модель содержит пять путей (последовательностей процессов).

Первый путь – центральная цепочка инноваций – обозначен на рисунке 9 буквой «С» (от «central chain» – «центральная цепь»). Он базируется на линейной модели и начинается с исследований (инициированных рыночным запросом) и продолжается через проектирование и разработку до производства и маркетинга. Как отмечает Ю.В. Беляева, «у каждой инновации можно определить «стержневую», т. е. базовую, основу жизненного цикла с четко выделенными стадиями» [27].

Второй путь – обратная связь – обозначен на рисунке 9 буквами «f» и «F» (от «feedback» – «обратная связь»). Петли обратной связи соединяют соседние этапы (повторяя – только в обратном порядке – связи центральной цепочки), а также непосредственно соединяют выявленные потребности рынка и потребителей с этапами создания продукта.

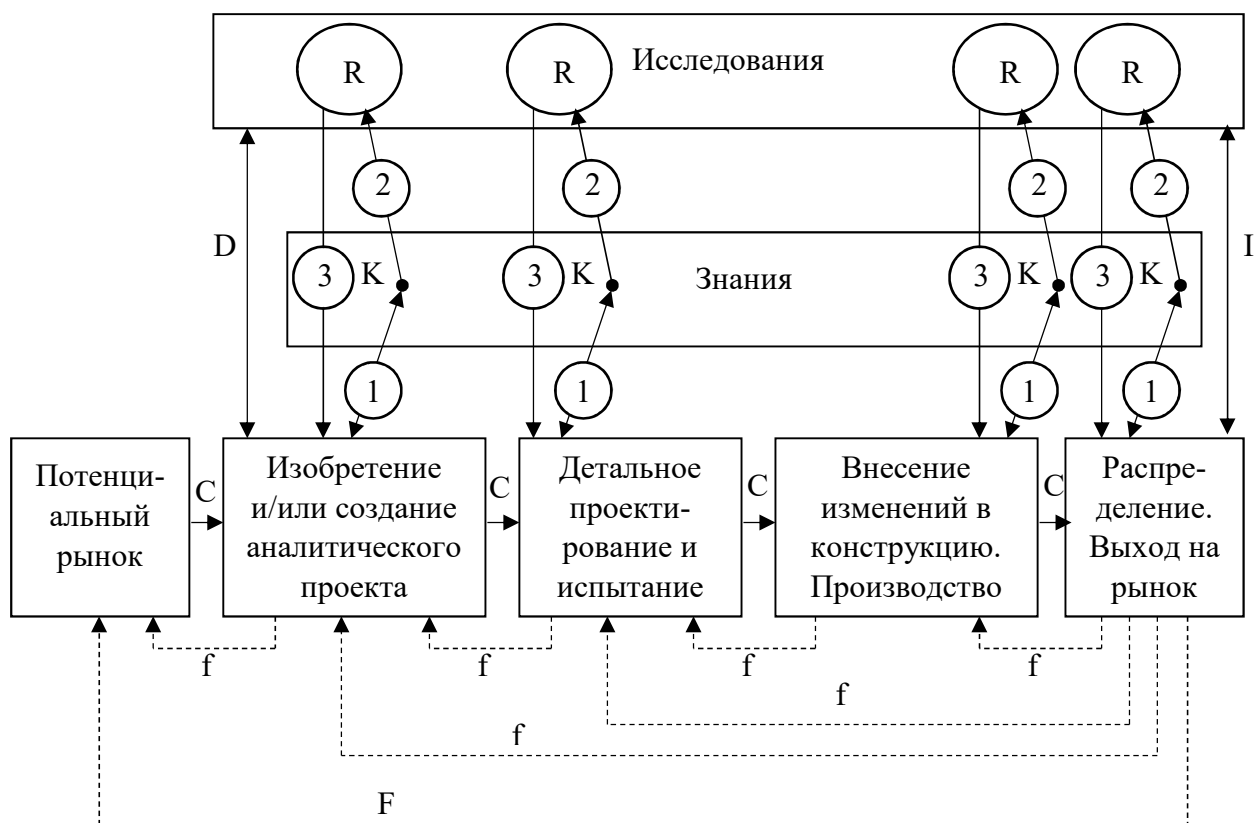


Рисунок 9 – Цепная модель Клайна-Розенберга (модель инновационного процесса третьего поколения)

Источник: составлено автором на основании [168]

Обратная связь разрешает дискуссию о приоритетах «технологического толчка» и «вытягивания спроса», замыкая процесс в цикл, в соответствии с которым рыночная потребность со временем приводит к появлению нового продукта, а новый проект изменяет рыночные условия.

Включение в модель третьего пути, обозначенного на рисунке 9 связями «K-R» (от «knowledge» – «знания» и «research» – «исследования»), обусловлено тем, что современные инновации базируются на накопленных научных знаниях. Стрелка 1 соответствует прикладной науке (использованию имеющихся знаний для решения новых задач), стрелки 2 и 3 – фундаментальным исследованиям, к которым приходится прибегать при невозможности решения проблемы на основе имеющихся знаний.

Взаимодействие между наукой и инновациями не ограничивается начальным этапом центральной цепочки – наука сопутствует всем рассматриваемым процессам; обращение к накопленным знаниям производится по мере необходимости. При этом связь «D» (четвертый путь; от «discoveries» – «открытия») соответствует радикальным инновациям, инициированным именно со стороны науки – при этом могут возникать целые новые отрасли.

Пятый путь, обозначенный «I» (от «innovations» – «результаты инноваций»), отражает влияние инноваций (точнее, продуктов инноваций) на науку. В качестве яркого проявления выступает развитие техники, которая используется для фундаментальных исследований.

Четвертое поколение моделей представлено интегрированной, или японской, моделью инновационного процесса. Б. Лундвалл [170], анализируя пары сходных инноваций, имеющих разную успешность, установил, что значительное влияние на результат имеет такой фактор, как взаимодействие внутри организации и с другими организациями. Более успешными оказались инновации, созданные организациями, в которых подразделения активно взаимодействовали. Принципиально новым в моделях четвертого поколения стала одновременная (параллельная) работа отделов над инновационным проектом [32]; усилилась теснота сотрудничества с поставщиками и покупателями, горизонтального сотрудничества (стратегические альянсы, совместные предприятия). Внутри организаций стали создаваться межфункциональные рабочие группы, объединяющих специалистов в разных сферах [68]. За счет этого появилась возможность «переброски идей», т.е. реализации идей, возникших в звеньях, которые не могут их реализовать, другими звеньями инновационного процесса.

Результатом развития интегрированной модели стали модели пятого поколения, базирующиеся на интеграции систем и сетей (SIN). Эти модели отличаются разделением компетенций и сетевым характером взаимосвязей,

т.е. специализацией участников сети в рамках стратегических функций. Модель пятого поколения представлена на рисунке 10.

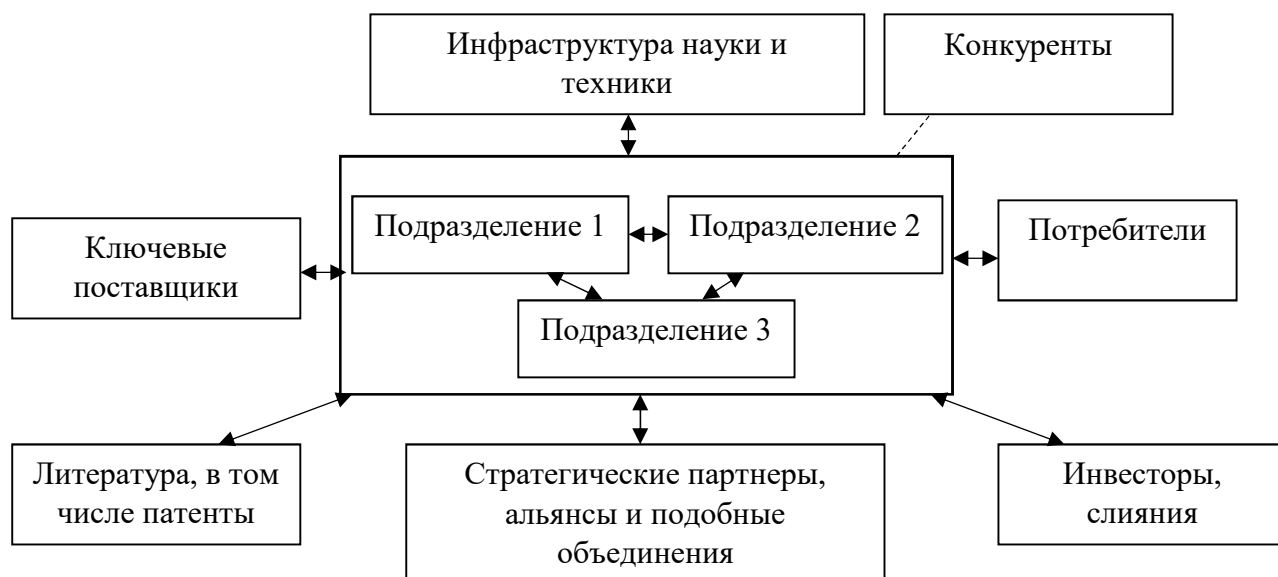


Рисунок 10 – Сетевая модель (модель инновационного процесса пятого поколения)

Источник: составлено автором на основании [81; 186]

Основные черты моделей пятого поколения:

- процесс разработок ведется параллельно за счет повышения системной интеграции: развито горизонтальное техническое сотрудничество, в разработку вовлекаются как поставщики, так и пользователи;
- эффективность и скорость принятия решений обеспечивается гибкостью организационных структур;
- внутри системы развиты базы данных;
- эффективно функционируют внешние каналы связи, активно используются системы автоматизированного проектирования.

В моделях шестого поколения (открытых инноваций) фокус смещается со внутренних идей и тесных сетей. Основное внимание уделяется взаимодействию с рынком в целом – с одной стороны, компании продвигают внутренние идеи наружу, с другой – получают идеи извне и коммерциализируют их (рисунок 11). Г.Э. Чесбро [153] указывает, что рано

или поздно во всех отраслях произойдет переход от закрытых инноваций к открытым.

Описывая жизненный цикл инноваций на основе моделей шестого поколения, Б. Тафернер [190] указывает следующие признаки:

- процесс включает следующие этапы: генерация идей, разработка концепции, разработка инновации, внедрение;
- возникновение инновации происходит под действием технологического толчка, рыночного спроса или их комбинации;
- к инновациям применяется междисциплинарный подход;
- образуется организационная и системная интеграция (в том числе внешние сети);
- организационные структуры обладают гибкостью;
- имеются циклы обратной связи;
- система ориентирована не только на продуктовые инновации, но и на процессы, услуги и другие типа инноваций;
- реализуется концепция жизненного цикла для продуктов.

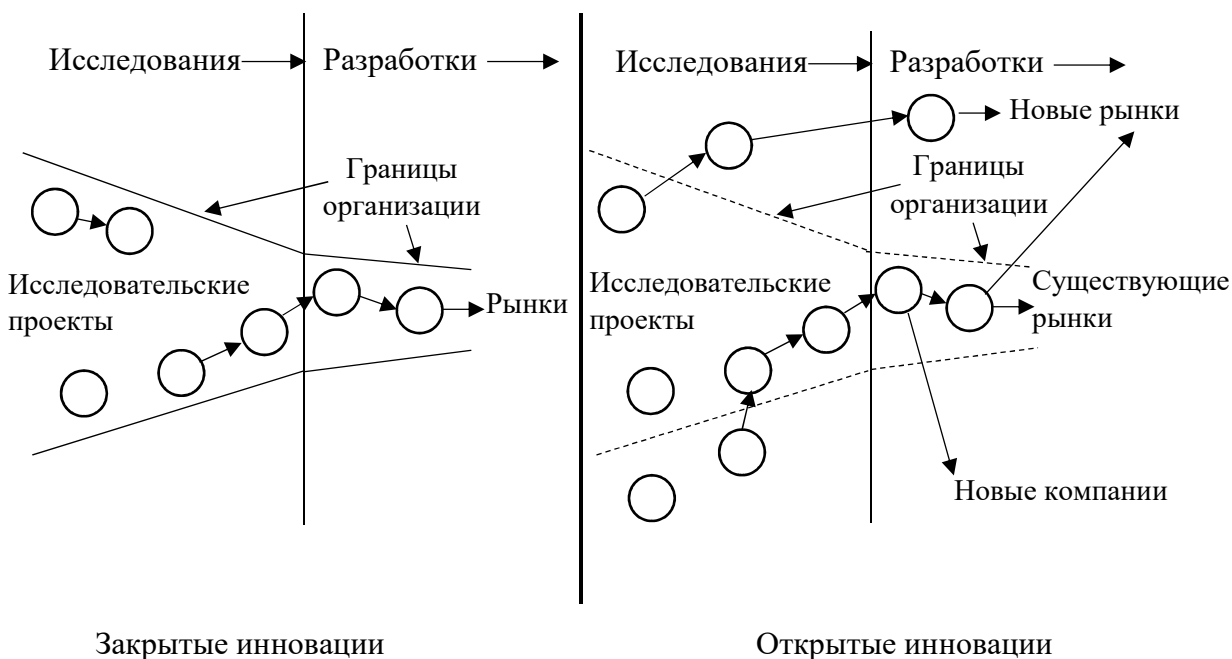


Рисунок 11 – Закрытые и открытые инновации

Источник: составлено автором на основании [151]

Кроме традиционного выхода продукта инновации на существующий рынок и формирования новых рынков, модели шестого поколения рассматривают путь выделения новых компаний – в частности, дочерних компаний (спин-офф и спин-аут компаний).

Выделение спин-офф компаний из материнской организации производится с целью самостоятельной разработки, освоения и внедрения на рынок нового продукта или технологии. Распространенным механизмом создания таких фирм является обособление подразделения материнской компании [62]. При этом менеджмент созданной компании в значительной степени самостоятелен, правомочен принимать финансовые и управленческие решения без контроля со стороны материнской компании, владеющей пакетом акций или долей [33].

Модель организации спин-аут компаний во многом сходна со спин-офф компаниями, отличие состоит в более тесной связи с материнской организацией. Спин-аут компании сохраняют подконтрольность со стороны создавшего их предприятия, которая может реализоваться в виде административного обслуживания, финансового контроля, поддержки в сфере управления [60; 92].

Спин-аут фирмы в меньшей степени свободны, при этом оба типа дочерних компаний могут пользоваться ресурсами материнского предприятия – ее технологиями, бизнес-процессами, производственными мощностями, каналами продаж и т.д. [74]. Кроме того, материнское предприятие может выступать поручителем при привлечении дочерними компаниями заемных средств [106].

К положительным результатам деятельности спин-компаний можно отнести коммерциализацию результатов научной деятельности, дополнительный доход для материнского предприятия, а также повышение его инновационной активности.

Таким образом, анализ эволюции представлений о жизненном цикле инноваций позволяет сформулировать ряд направлений изменений:

- от линейного процесса к нелинейному (если первые модели были линейными, затем сохранялась «центральная цепочка», то в последующем произошел переход к сетевой структуре);
- от последовательного прохождения стадий к параллельному, с большим количеством обратных связей;
- от закрытого процесса к открытому (идея может зарождаться вне рассматриваемой системы, а затем развиваться внутри нее – и наоборот, т.е. возникает явление переноса идей);
- от узкой специализации к многопрофильности (формирование функциональных групп, подразделений);
- от жестких организационных структур к адаптивным и гибким;
- от обособленного инновационного процесса к встроенному в стратегическое управление организацией.

1.3 Цифровая трансформация промышленных предприятий как особый тип инноваций

Цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы – одна из национальных целей развития Российской Федерации [1].

В Методических рекомендациях по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры) [9] сформулированы определения цифровой трансформации отрасли («процесс, отражающий переход отрасли из одного технологического уклада в другой посредством широкомасштабного использования цифровых и информационно-коммуникационных технологий с целью повышения уровня ее эффективности и конкурентоспособности») и компании («комплексное преобразование бизнес-модели, продуктов и услуг и/или бизнес-процессов компании, направленное на рост

конкурентоспособности компании и достижение стратегических целей компании и отвечающее критерию экономической эффективности на основе реализации портфеля инициатив по внедрению цифровых технологий, использованию данных, развития кадров, компетенций и культуры для цифровой трансформации, современных подходов к управлению внедрением цифровых решений и финансированию внедрения цифровых решений»).

Определение цифровой трансформации вводится и в международных документах, например, в «Основных направлениях реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года» [8]. Здесь отсутствует четкое указание на объект цифровой трансформации, но по содержанию определения можно предположить, что им выступает национальная экономика в целом [122].

Проблемой приведенных определений – как и ряда других, закрепленных ведомственными документами – является их несогласованность [136]. Это скорее ситуативные решения, адаптированные для целей конкретного документа (например, регламентация мероприятий по внедрению информационно-коммуникационных технологий в деятельность органов власти), а не научная дефиниция. Также необходимо отметить использование в них различного терминологического инструментария.

В научной литературе также отсутствует единая позиция относительно содержания понятия цифровой трансформации. Варианты определений, предлагаемых отечественными и зарубежными авторами, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Варианты определений цифровой трансформации, предложенные в рамках научного подхода

Авторы	Определение
Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. [161]	Использование цифровых технологий для радикального повышения эффективности компании.
Schwertner K. [187]	Применение технологий для создания новых бизнес-моделей, процессов, программного обеспечения и систем, что приводит к увеличению прибыли, усилению конкурентных преимуществ и повышению эффективности.
Янкина Д.Д. [146]	Процесс инкорпорирования цифровых технологий в частные и государственные секторы экономики, вследствие чего меняются организационные структуры компаний: процессы в них становятся более автоматизированными, персонализированными, повышается качество обслуживания людей, и в то же время теперь для получения той или иной услуги все меньше требуется реальное присутствие человека, то есть индивид все чаще действует в цифровой среде.
Гурбанов М., Алыджанова М., Сапарова О. [44]	Процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнеса, коренным образом меняющий способы функционирования компаний и их взаимодействие с клиентами.

Источник: составлено автором

Исследователи указывают на внедрение цифровых технологий как неотъемлемое условие цифровой трансформации, а также цель этого внедрения – повышение эффективности деятельности. Необходимость указанных признаков не вызывает сомнений, однако открытым остается вопрос об их достаточности для признания процесса именно цифровой трансформацией.

На практике организации (в первую очередь специализирующиеся на информационных технологиях или консалтинге) пользуются другими определениями, примеры которых приведены в таблице 4.

Л.В. Силакова [107] выделяет ключевые элементы, которые следует включить в определение цифровой трансформации.

Таблица 4 – Варианты определений цифровой трансформации, предложенные в рамках практического подхода

Организация	Определение
IBM [196]	Стратегическая инициатива, охватывающая цифровые технологии во всех сферах деятельности организации. Она оценивает и модернизирует процессы, продукты, операции и технологический арсенал организации для обеспечения непрерывных, быстрых и ориентированных на клиента инноваций.
Oracle Cloud Infrastructure (OCI) [193]	Комплекс инициатив, которые позволяют предприятиям отказаться от ручных и аналоговых процессов в пользу цифровых практически во всех аспектах бизнеса, включая цепочку поставок, финансы, расчет заработной платы, управление персоналом, обслуживание клиентов, продажи и маркетинг.
Dropbox [137]	Использование технологий для преобразования аналоговых процессов в цифровые.
McKinsey [197]	Перестройка организации с целью создания ценности путем постоянного масштабного внедрения технологий.

Источник: составлено автором

Таким образом, в процессе цифровой трансформации происходит повсеместное внедрение цифровых технологий.

По мнению М.В. Бойковой, С.Я. Юсуповой и А.С. Кушнир [30], цифровую трансформацию недостаточно исследовать только с технологической точки зрения. Авторы считают, что она включает изменение всей системы управления организацией. Это позволяет рассматривать цифровую трансформацию в философском и культурологическом разрезе через призму изменения не только технологической, но и социальной среды [141].

Первая классификация инноваций, предложенная Й. Шумпетером [144], выделяет пять изменений в развитии, что и классифицирует инновации на 5 видов.

Наиболее близким к содержанию цифровой трансформации представляется освоение новых методов организации хозяйственной деятельности. Однако отнесение цифровой трансформации к организационным инновациям сопряжено с игнорированием возможных изменений других аспектов – освоения новых рынков за счет использования

новых каналов взаимодействия с потребителями, внедрения новых методов производства [109]. Е.С. Балашова [22] справедливо отмечает, что технологии – это не просто дополнительные инструменты, но и катализаторы трансформаций. Сквозные цифровые технологии приводят к радикальным изменениям способов организации производства и ведения бизнеса. В исследовании И.В. Абрамова [12] показано, что новые бизнес-модели коренным образом трансформируют системы производства, потребления, транспортировки и снабжения.

В третьем издании «Руководства Осло: Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям» [102] - методологическом инструменте Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) по вопросам инновационных процессов и построения институтов инновационного развития – выделено четыре типа инноваций:

- продуктовая инновация;
- процессная инновация;
- маркетинговая инновация;
- организационная инновация.

Пояснения к документу демонстрируют, что цифровая трансформация не может быть строго отнесена к одному из указанных типов.

Авторы четвертого издания «Руководства Осло» [181] пересмотрели подход к классификации инноваций. Необходимо уточнить, что в документе используется термин «цифровизация» (digitalisation), однако представляется допустимым применить приведенные положения и к цифровой трансформации, в основе которой лежат те же процессы. Согласно указанному документу, в процессе цифровизации цифровые технологии применяются к широкому спектру существующих задач и позволяют выполнять новые. Цифровизация обладает потенциалом для трансформации бизнес-процессов, экономики и общества в целом.

Приведенные положения позволяют рассматривать цифровую трансформацию предприятий (включая промышленные) как особый тип

инновации – цифровую инновацию. Ключевым отличием цифровых инноваций от традиционных выступает их базирование на новых цифровых технологиях [139], при этом они могут затрагивать как создание или усовершенствование продуктов и процессов, так и трансформацию бизнес-моделей в целом [84].

В.В. Дегтярева [46] указывает, что традиционно инновации рассматриваются как элемент возможности роста и получения конкурентного преимущества для промышленного предприятия – это положение справедливо и для цифровой трансформации. А.Э. Исаева, Ю.Ю. Петрунин и В.М. Пурлик [55], соглашаясь с гипотезами Г. Чесбро [138] и К. Маркидеса [70], утверждают, что инновационная бизнес-модель для промышленного предприятия имеет больший потенциал успеха, чем отдельный инновационный продукт или процесс. Как отмечает Н.М. Тюкавкин [127, 128], современные информационные технологии предприятий формируются на основе концепции единого информационного пространства, объединяющего информационные ресурсы, с учетом возможности расширения их использования. Это связано с тем, что в современной экономике механизмы конкуренции преимущественно работают на уровне бизнес-моделей как основы реализации бизнес-стратегии, а не на уровне отдельных товаров или компаний.

О. Гассман, К. Фракенбергер и М. Шик [37] разработали общую модель инновационного преобразования бизнес-модели (рисунок 12). При изменении минимум двух элементов из трех («что предприятие предлагает клиентам», «как создается ценностное предложение» и «почему бизнес-модель генерирует прибыль») происходит инновационное преобразование бизнес-модели. Если изменение затрагивает все три элемента, появляется новая логика получения прибыли.



Рисунок 12 – Схема инновационного преобразования бизнес-модели

Источник: составлено автором на основании [37, 55]

Дж. Пол, И. Альхассан, Н. Бинсаиф и П. Сингх [182] выделяют в цифровой трансформации традиционных предприятий шесть основных этапов, представленных на рисунке 13.



Рисунок 13 – Концептуальная модель цифровой трансформации предприятия

Источник: составлено автором на основании [182]

Предприятие сохраняет традиционный характер до момента достижения готовности к переходу на цифровую платформу. Следующим шагом становится переход к цифровой экосистеме, и, наконец, превращение предприятия в цифровое – успешное завершение цифровой трансформации.

Реальная организация не обязательно проходит этапы строго последовательно [11] – возможна параллелизация процессов, зависящая от особенностей предприятия, политики руководства, доступности ресурсов.

К. Флаэрти [162] формулирует условие успешного завершения цифровой трансформации: изменения должны затрагивать четыре базовых блока, указанные на рисунке 14 (технологии, сотрудники, операции, видение и стратегия).

Преобразование стратегического видения предполагает приверженность руководства своим целям и готовность инвестировать в стратегию развития, которая отличается четкой проработкой и долгосрочной перспективой.

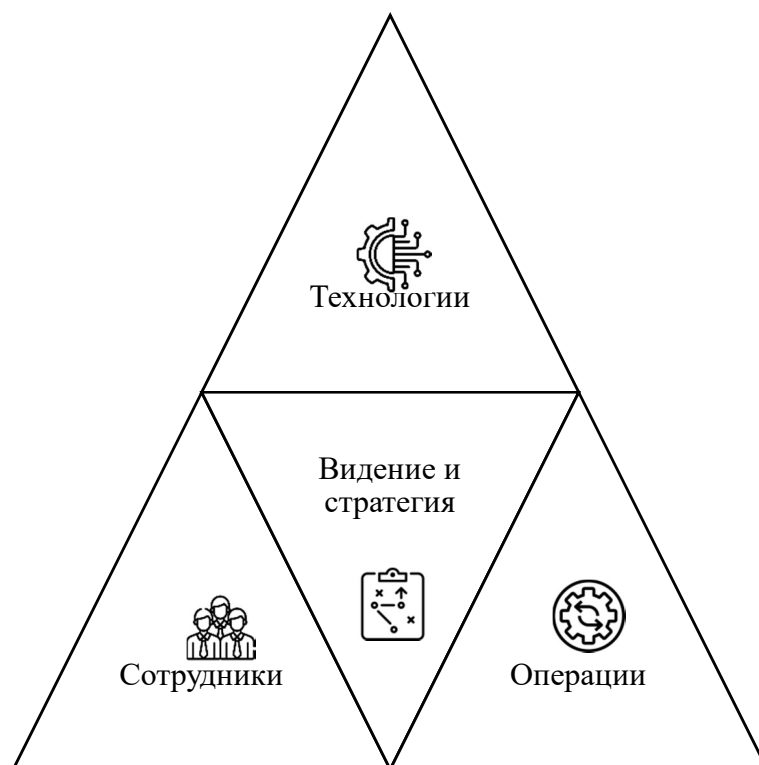


Рисунок 14 – Блоки цифровой трансформации

Источник: составлено автором на основании [162]

Цифровая трансформация каждого блока может обеспечиваться специализированными цифровыми решениями (системами, программными продуктами), которые интегрируются в цифровую платформу или экосистему.

Это актуализирует такой аспект цифровой трансформации производственных предприятий, как системность. Системы управления производством (MES – manufacturing execution system) предназначены для решения задач диспетчеризации, учета и контроля данных о работе оборудования и персонала, управления качеством, обеспечения прослеживаемости пути продукта и других в рамках оперативного управления на уровне цеха.

Важным компонентом цифровой трансформации производственных предприятий выступает изменение внешних связей – взаимоотношений с клиентами, поставщиками и подрядчиками. В системе управления взаимоотношениями с клиентами исследователи [156] выделяют три модуля:

- операционный модуль автоматизирует процессы, которые непосредственно связаны с клиентом;
- аналитический модуль предназначен для сбора и обработки информации о клиентах по запросам предприятия;
- модуль управления изменениями охватывает внедрение технологий во все подразделения и процессы с целью повышения создаваемой для партнеров и клиентов ценности на основе получаемой обратной связи (рисунок 15).

Двусторонние информационные потоки в схеме взаимодействия предприятия и клиентов поддерживаются путем оцифровки и аналитической обработки собираемых данных, которые преобразуются в базу корпоративных знаний. В результате динамическая цифровая система выполняет двойную функцию: с одной стороны, она обеспечивает контроль операционной деятельности, с другой – поддерживает корпоративные преобразования, включая организационные изменения. Ключевым фактором таких преобразований выступает развитие компетенций персонала [134].

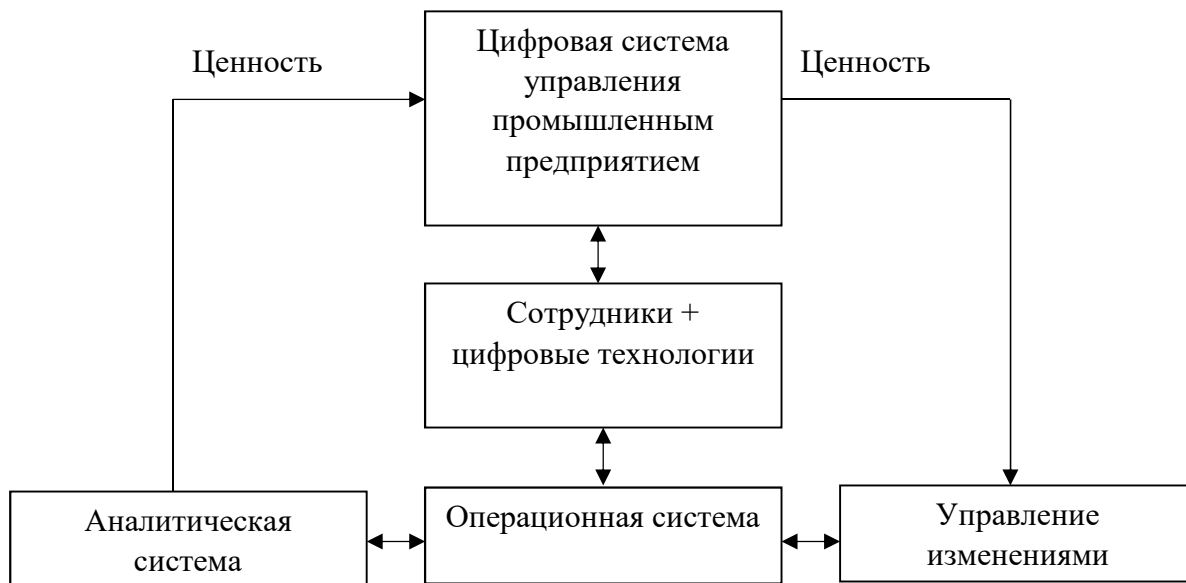


Рисунок 15 – Структурная схема управления взаимоотношениями с клиентами промышленного предприятия

Источник: составлено автором на основании [12, 156]

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы. Цифровую трансформацию промышленных предприятий следует рассматривать как комплексную цифровую инновацию, отличающуюся интеграцией свойств организационных, технологических и социальных инноваций. Именно в силу комплексности возникают сложности при применении традиционной классификации инноваций к цифровой трансформации. Поэтому представляется целесообразным выделить особый тип инноваций – цифровых инноваций. Ключевое отличие цифровых инноваций – в их основе лежат новые цифровые технологии. При этом такие инновации могут затрагивать как создание или усовершенствование продуктов и процессов, так и трансформацию бизнес-моделей в целом.

Отличие авторского подхода к трактовке цифровой трансформации состоит в учёте сквозного характера цифровых технологий, которые охватывают все хозяйственные и управленческие процессы в деятельности промышленных предприятий — от закупок сырья и управления цепочками

поставок до производства, логистики, маркетинга и послепродажного обслуживания. В отличие от традиционной классификации инноваций по «Руководству Осло» (продуктовые, процессные, маркетинговые, организационные), цифровая трансформация не может быть строго отнесена к одному типу, поскольку одновременно включает элементы всех указанных категорий.

Применение указанного подхода позволит повысить результативность цифровой трансформации промышленных предприятий за счет комплексного использования выделенных на это ресурсов.

1.4 Особенности структуры жизненного цикла цифровой трансформации

Цифровые технологии, лежащие в основе цифровых инноваций, определяют их ключевой результат. Получаемые в результате внедрения цифровой инновации свойства обеспечиваются именно применением выбранных технологий – без них, как отмечают Г.Ю. Силкина и А.П. Шабан [108], эффект был бы недостижим. Поэтому структура жизненного цикла цифровой инновации в значительной степени определяется жизненным циклом базовой для нее информационной системы.

На протяжении длительного времени стандартом для разработки программного обеспечения считалась предложенная в 1970-х каскадная модель жизненного цикла (модель «водопада», waterfall), представленная на рисунке 16.

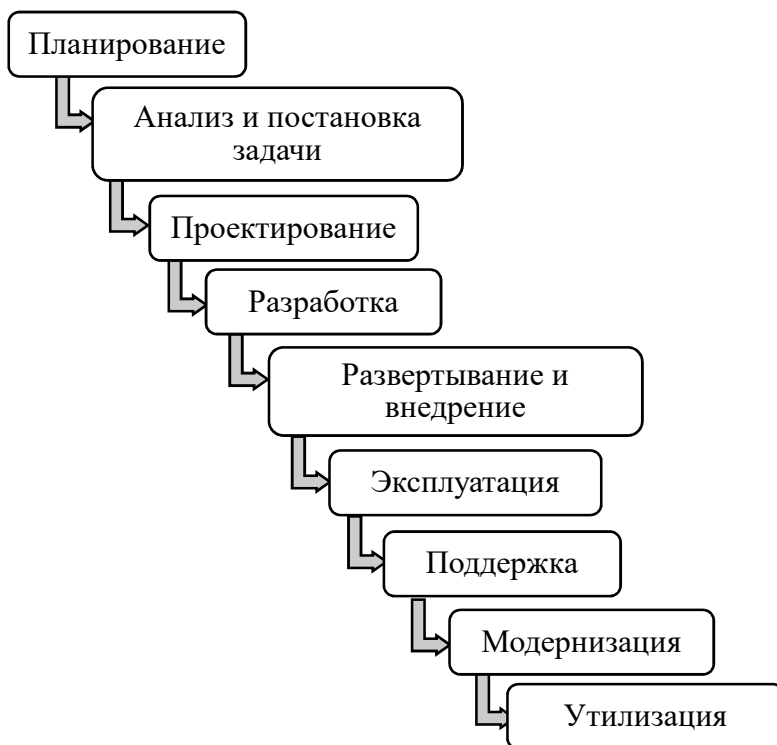


Рисунок 16 – Каскадная модель жизненного цикла

Источник: составлено автором на основании [49]

Особенностью каскадной модели является последовательное осуществление различных видов деятельности по четко разграниченным этапам. Документация, разработанная на предшествующем этапе, становится входной информацией для следующего. Движение по этапам однонаправленное (без возможности вернуться назад).

Модель waterfall исходит из допущения, что все ошибки будут сосредоточены в реализации и выявлены и устранены при тестировании. На практике же в начале разработки крайне редко удастся точно и полно сформулировать требования, потребности пользователей меняются. Это учитывает каскадная модель с промежуточным контролем, допускающая возвращение к предыдущим этапам для внесения изменений.

Важный недостаток каскадной модели (с промежуточным контролем и без него) состоит в том, что согласование результатов осуществляется по окончании внедрения. Риск морального устаревания системы, отсутствия

спроса на нее или несоответствия запросам заказчика крайне высок из-за возникающих задержек в получении результата. Снизить эти риски позволяет итеративная модель.

Итеративная модель опирается на идею разбиения жизненного цикла проекта на совокупность итераций, представляющих собой отдельные мини-проекты. Каждая итерация включает все фазы жизненного цикла и обеспечивает получение рабочей версии системы, интегрирующей функциональность, добавленную на предыдущих и текущей итерации. Финальная итерация реализует всю требуемую функциональность системы.

Итеративная модель может быть проиллюстрирована спиралью (рисунок 17), в которой каждый из витков соответствует новой версии. При этом допустимо начинать работу над следующим этапом до завершения предыдущего, т.е. фазы не являются строго последовательными. Создаваемые прототипы позволяют уточнять требования, выбирать концептуальные решения и своевременно убеждаться в целесообразности реализации проекта.

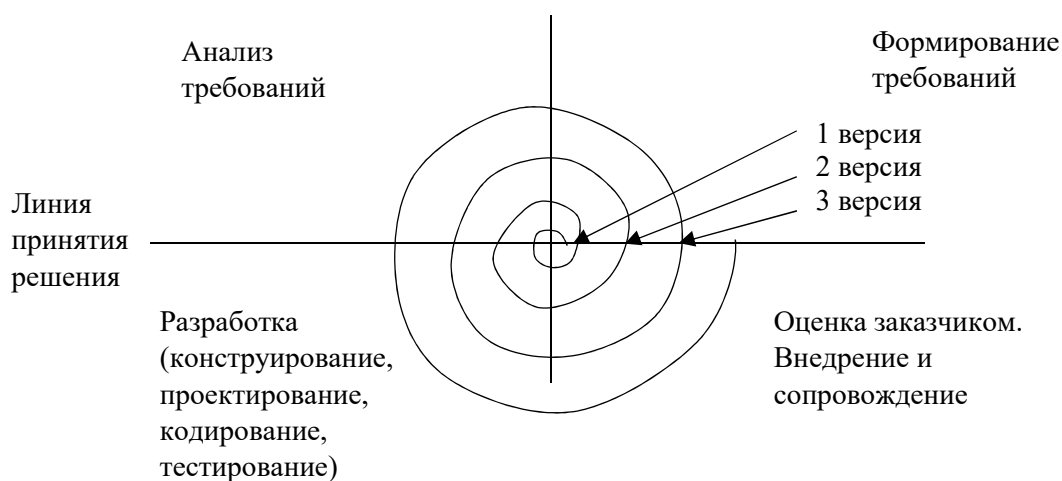


Рисунок 17 – Итеративная (спиральная) модель жизненного цикла информационной системы

Источник: составлено автором на основании [28]

Сложность, связанная с использованием итеративной (спиральной) модели на практике состоит в определении моментов перехода на следующий

этап. Чтобы ее разрешить, необходимо устанавливать временные рамки для каждого этапа [28]. В целом же модель обеспечивает гибкость и управляемость процесса создания цифровой инновации.

В настоящее время действует ряд стандартов, связанных с жизненными циклами информационных систем:

- ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания» [39]. Определяет следующие стадии создания автоматизированной системы: формирование требований к системе, разработка концепции системы, техническое задание, эскизный проект, технический проект, рабочая документация, ввод в действие, сопровождение системы. Этот документ по сути представляет собой формализацию каскадного подхода. Внимание сфокусировано на детальном описании работ, входящих в каждую стадию, документов, фиксирующих результаты этапов, и ролей участников процесса;

- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 «Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств (ISO/IEC 12207:2008 Information technology – Software life cycle processes (IDT))» [42]. Стандарт базируется на процессном подходе и не устанавливает конкретной модели жизненного цикла системы или программных средств. При этом в документе содержится положение, согласно которому модель жизненного цикла представляется в виде последовательности стадий, которые могут перекрываться и (или) повторяться циклически в соответствии с областью применения, размером, сложностью, потребностью в изменениях и возможностях. Каждая стадия описывается формулировкой цели и выходов. Процессы и действия жизненного цикла отбираются и исполняются на этих стадиях для полного удовлетворения цели и результатам каждой стадии. Различные организации могут использовать различные стадии в пределах жизненного цикла;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 «Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем (ISO/IEC 15288:2002 System engineering — System life cycle processes (IDT))» [43]. Устанавливает общие основы для описания жизненного цикла систем, созданных людьми, определяет детально структурированные процессы и соответствующую терминологию. Стандарт применим к полному жизненному циклу системы, включая замысел, разработку, производство, эксплуатацию и снятие с эксплуатации, а также приобретение и поставку систем, осуществляемых внутри или вне организации. Процессы жизненного цикла, представленные в стандарте, могут применяться однократно, многократно и рекурсивно по отношению к системе и ее элементам. Процессы жизненного цикла системы подразделяются на четыре группы процессов: процессы соглашения; процессы предприятия; процессы проекта; технические процессы. Каждый процесс жизненного цикла при необходимости может быть начат в любой момент жизненного цикла, при этом нет определенного порядка в их использовании. Любой процесс может выполняться одновременно с любыми другими процессами жизненного цикла и может быть реализован на любом уровне иерархии структуры системы.

Несмотря на то, что цифровая трансформация неразрывно связана с базовыми для нее информационными системами и, как следствие, испытывает сильное влияние жизненных циклов соответствующих систем, необходимо учитывать, что цифровая инновация не ограничивается технологической платформой, она подразумевает и организационные изменения. С учетом этого можно предложить спиральную модель жизненного цикла цифровой инновации (рисунок 18).



Рисунок 18 – Спиральная (итеративная) модель жизненного цикла цифровой инновации

Источник: разработано автором

На ранних этапах (после осознания необходимости преобразований) происходит подготовка: повышение уровня информационной зрелости организации и готовности персонала к трансформации, определение точек приложения усилий и формирование конкретных требований к изменениям.

На основе выявленных требований разрабатывается стратегия – реалистичная, конкретная, согласованная с целями и миссией компании. Как отмечают Д.Ю. Селиверстов и М.П. Лазарев [105], при стратегическом планировании часто допускают две ошибки. Первая из них состоит в полном перекладывании ответственности за разработку стратегии на консультантов, вторая – в разработке стратегии исключительно менеджментом организации. Оптимальной представляется интеграция внешней экспертизы и глубокого понимания специфики бизнеса.

Далее начинаются процессы разработки отдельных информационных систем, каждый из которых может быть также представлен спиралью. Разработанные системы внедряются в практику деятельности организации,

интегрируясь между собой и формируя единую цифровую экосистему, что приводит изменению бизнес-процессов, а в некоторых случаях – и бизнес-модели в общем (экосистема позволяет коммуницировать запросы резидентов платформы, путем их объединения вокруг определенного ценностного предложения [129]). Как указывает И.И. Поняева [90], гармонизация управленческого процесса достигается благодаря сопоставимости с моделью Деминга – в предложенной модели это условие выполняется.

Итеративная модель позволяет выделить в рамках цифровой трансформации компоненты, процессы в которых взаимосвязаны, но могут осуществляться не последовательно, а параллельно, обеспечивая переход системы на новый виток спирали развития (рисунок 19).

Преимущества осуществления цифровой трансформации по итеративному жизненному циклу:

- быстрое получение первых результатов, возможность их оценить и скорректировать дальнейшие действия;
- возможность остановиться в любой момент, не теряя все вложенные в трансформацию ресурсы;
- меньшее противодействие изменениям со стороны сотрудников за счет поэтапного внедрения;
- возможность выстроить систему непрерывного обучения персонала. Правильное использование сотрудниками (как линейными, так и руководителями) информационных систем, задействованных в обработке данных, - необходимое условие успешной цифровой трансформации [48].

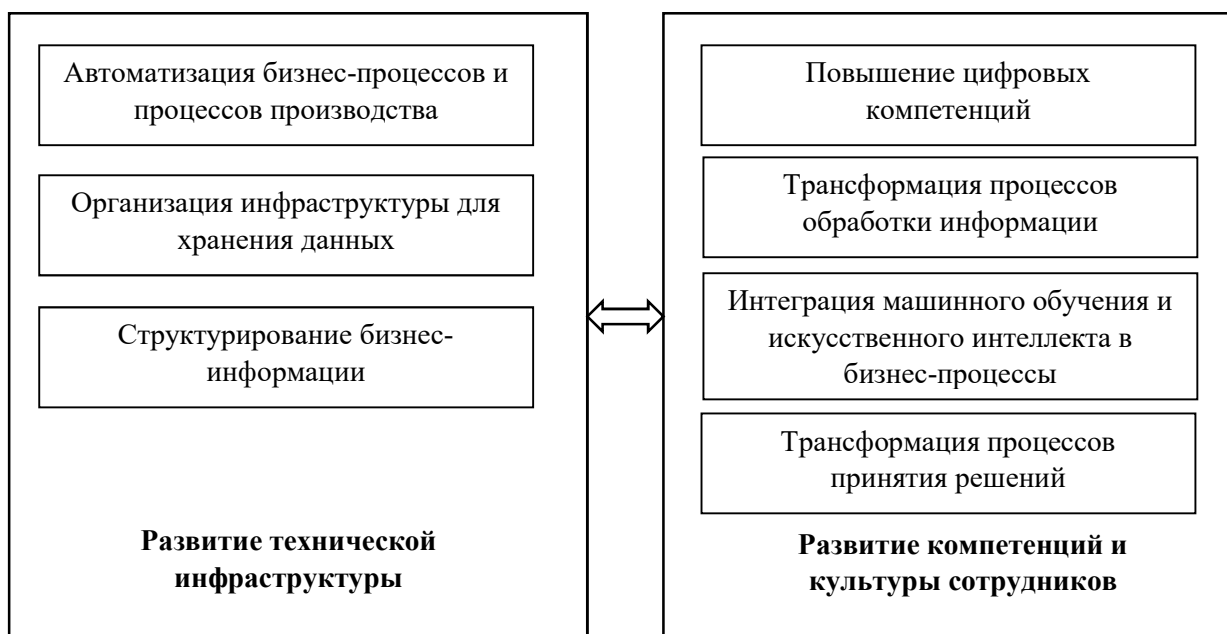


Рисунок 19 – Компоненты цифровой трансформации

Источник: разработано автором

Таким образом, специализация и адаптация концепции жизненного цикла к цифровым инновациям (в частности, к цифровой трансформации организаций) базируется на следующих положениях:

1) жизненный цикл социально-экономических систем в общем случае имеет нелинейную траекторию, обусловленную иерархической структурой жизненных циклов, действием механизма конкуренции между системами одного уровня и взаимной обусловленностью жизненных циклов систем более высокого и более низкого уровней;

2) диалектичность жизненного цикла инноваций – уникальное включается в закономерное, но отчасти выходит за его рамки;

3) цифровую трансформацию недостаточно исследовать только с технологической точки зрения – она включает изменение всей системы управления организацией (организационной структуры и механизмов управления, бизнес-процессов, корпоративной культуры, уровня вовлеченности и компетенций сотрудников). В силу указанной комплексности возникают сложности при применении традиционной классификации

инноваций к цифровой трансформации. Поэтому представляется целесообразным выделить особый тип инноваций – цифровых инноваций;

4) цифровые технологии, лежащие в основе цифровых инноваций, определяют их ключевой результат. Поэтому структура жизненного цикла цифровой инновации в значительной степени определяется жизненным циклом базовой для нее информационной системы. В то же время необходимо учитывать, что цифровая инновация не ограничивается технологической платформой, она подразумевает и организационные изменения.

5) цифровая трансформация представляет собой не разовое действие, а цикл повторяющихся шагов, ориентированных на непрерывное совершенствование и гибкую реакцию на изменение условий внешней среды.

С учетом вышесказанного предложена спиральная модель жизненного цикла цифровой трансформации, согласно которой организация многократно проходит одни и те же этапы, постепенно (по мере перехода на новые витки) совершенствуя цифровую экосистему и повышая уровень цифровизации. Переход на более высокий уровень обеспечивается развитием технической инфраструктуры и развитием компетенций и культуры персонала.

Выводы по главе 1

1 Термин «жизненный цикл» является одним из универсальных – путем междисциплинарного переноса он распространился не только в естественных, но и в технических и социально-гуманитарных науках. Ограниченность ресурсов предопределяет конечность развития и существования любого элемента – у каждого элемента имеется жизненный цикл, представленный последовательными стадиями.

В исследованиях жизненного цикла социально-экономических систем используются различные подходы к определению набора стадий: основные стадии (рождение, функционирование, смерть) могут детализироваться в соответствии с целью исследования и спецификой рассматриваемой системы.

Также дискуссионными являются критерии границ между стадиями. Как правило, они имеют качественный характер и должны оцениваться в совокупности, на основе многомерного моделирования.

Жизненный цикл социально-экономических систем (в отличие от биологических) может иметь нелинейную траекторию. Она определяется взаимодействием жизненных циклов внутренних элементов системы и конкурентными механизмами. Продолжение жизненного цикла может быть обеспечено путем модернизации товаров и услуг, усовершенствования технологий, реорганизации предприятия (слияния, поглощения) и т.д. Эволюция отдельной экономической структуры входит в общий эволюционный нелинейный процесс трансформации окружающей действительности. Этот принцип выражается в форме иерархии жизненных циклов, имеющих альтернативные пути развития: продолжение и завершение жизненного цикла. В рамках описываемой иерархии жизненные циклы низшего уровня ограничиваются жизненными циклами более высоких уровней.

2 Инновация как система прочно ассоциирована со свойством уникальности – индивидуальности, неповторимости в рамках данного класса объектов. Соответственно, суть развития подразумевает порождение нового, уникального, не укладывающегося в реализованную повторяемость. С другой стороны, внутренне упорядоченный закономерный характер развития предусматривает цикличность. В этом проявляется диалектичность жизненного цикла инноваций – уникальное включается в закономерное, но отчасти выходит за его рамки.

В настоящее время разработано большое количество моделей и концепций жизненного цикла инноваций. Анализ эволюции представлений о жизненном цикле инноваций позволяет сформулировать ряд направлений изменений:

- от линейного процесса к нелинейному (если первые модели были линейными, затем сохранялась «центральная цепочка», то в последующем произошел переход к сетевой структуре);
- от последовательного прохождения стадий к параллельному, с большим количеством обратных связей;
- от закрытого процесса к открытому (идея может зарождаться вне рассматриваемой системы, а затем развиваться внутри нее – и наоборот, т.е. возникает явление переноса идей);
- от узкой специализации к многопрофильности (формирование функциональных групп, подразделений);
- от жестких организационных структур к адаптивным и гибким;
- от обособленного инновационного процесса к встроенному в стратегическое управление организацией.

3 Понятие цифровой трансформации имеет легальные определения, закрепленные в документах различных уровней. Однако анализ этих определений показывает, что они не согласованы, представляют собой скорее ситуативные решения, адаптированные для прикладных целей конкретного документа, а не четкие дефиниции. Кроме того, необходимо отметить использование в них различного терминологического инструментария.

В научной литературе также отсутствует единая позиция относительно содержания понятия цифровой трансформации. Условно подходы можно разделить на две группы – с позиций науки и с позиций практической деятельности (бизнеса). Обобщая позиции различных исследователей, можно отметить, что цифровая трансформация подразумевает повсеместное внедрение цифровых технологий. Ее отличием от цифровизации является масштаб и глубина изменений: цифровая трансформация охватывает все аспекты деятельности и имеет комплексный, радикальный характер, в то время как цифровизация может быть точечной.

Не вызывает сомнений, что цифровая трансформация (в частности, цифровая трансформация промышленного предприятия), содержащая элемент

новизны, представляет собой разновидность инновации. В то же время отнесение этой инновации к тому или иному типу составляет определенную сложность. Поэтому представляется целесообразным выделить особый тип инноваций – цифровых инноваций. Ключевое отличие цифровых инноваций – в их основе лежат новые цифровые технологии. При этом такие инновации могут затрагивать как создание или усовершенствование продуктов и процессов, так и трансформацию бизнес-моделей в целом. Применение указанного подхода позволит повысить результативность цифровой трансформации промышленных предприятий за счет комплексного использования выделенных ресурсов.

4 Цифровые технологии, лежащие в основе цифровых инноваций, определяют их ключевой результат. Получаемые в результате внедрения цифровой инновации свойства обеспечиваются именно применением выбранных технологий – без них эффект был бы недостижим. Поэтому структура жизненного цикла цифровой инновации в значительной степени определяется жизненным циклом базовой для нее информационной системы.

В то же время цифровая инновация не ограничивается технологической платформой, она подразумевает и организационные изменения. С учетом этого можно предложить спиральную модель жизненного цикла цифровой инновации. Указанная модель позволяет выделить в рамках цифровой трансформации компоненты, процессы в которых взаимосвязаны, но могут осуществляться не последовательно, а параллельно, обеспечивая переход системы на новый виток спирали развития.

2 Методические аспекты управления жизненным циклом цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта

2.1 Факторы, влияющие на продолжительность и структуру жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта

Сфера технологий искусственного интеллекта – важное направление международной конкурентной борьбы, оказывающее значительное влияние на динамику социально-экономического развития, темпы экономического роста и уровень технологического суверенитета отдельных государств.

В «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» [2] указана тенденция ускоренного внедрения технологических решений, разработанных на основе искусственного интеллекта (ИИ). А.А. Поляков называет ИИ «новым лицом технологического поколения 21-го века» [89]; А. Рыжкова утверждает, что технологии искусственного интеллекта как один из видов сквозных цифровых технологий являются наиболее популярными к внедрению в приоритетных к цифровизации отраслях экономики [103].

Академические исследования искусственного интеллекта начались в середине XX века. Термин «artificial intelligence» (искусственный интеллект) был предложен на Дартмутской конференции 1956 года [198, 111]. Тогда же было сформулировано предположение о возможности моделирования машиной всех аспектов человеческого интеллекта (обучения, рассуждения, принятия решений, решения проблем и креативности) при условии их достаточно подробного описания [184].

Дальнейшее развитие искусственного интеллекта происходило неравномерно. Периоды высокого интереса получили название «лето искусственного интеллекта», а снижения внимания, соответственно, «зима искусственного интеллекта». Характеристика периодов в соответствии с циклами конъюнктуры приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Периоды развития исследований искусственного интеллекта

Период	Характеристика
1956-1974	Большой интерес к искусственному интеллекту. Государственное финансирование поиска решений, основанных на логике. Ф.Розенблатт разработал перцептрон (математическую модель восприятия информации мозгом). Представлены первые программы для игры в шахматы, алгоритмы цифровой обработки изображений, программы обработки естественного языка, виртуальные собеседники.
1974-1980	Первая «зима искусственного интеллекта»: завышенные ожидания не были оправданы, что привело к сокращению финансирования [198].
1980-1987	Развитие экспертных систем, основанных на нечеткой логике, компьютерной лингвистики. Обучение с подкреплением, появление первых систем компьютерного зрения [124].
1987-1993	Вторая «зима искусственного интеллекта», связанная с тем, что экспертные системы оказались слишком дорогими и ограниченными в возможностях использования.
1993-2011	На фоне развития аппаратной базы возрастает оптимизм относительно перспектив искусственного интеллекта. Развивается нейросетевой машинный перевод, классификация и распознавание образов, беспилотные системы, виртуальные помощники.
2012 – настоящее время	Прорывные достижения в сфере генеративных нейросетей и машинного обучения, расширение спектра решаемых задач [16, 18]. Развитие беспилотного транспорта.

Источник: составлено автором

В последние годы число научных публикаций, посвященных искусственному интеллекту, стабильно возрастает [34]. А.В. Бабкин [17] указывает, что тематика ИИ – одна из основных в рамках цифровых технологий. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ представил данные (рисунок 20), согласно которым общемировое число публикаций по тематике ИИ в индексируемых Scopus научных изданиях за 2023 год превысило аналогичный показатель за 2012 год в 7,9 раза.

Рост числа публикаций начинается с 2012 года. Среднегодовой темп роста с 2015 года составляет более 25%, причем в 2017, 2021 и 2023 темп роста по сравнению с предыдущим годом превысил 30%.

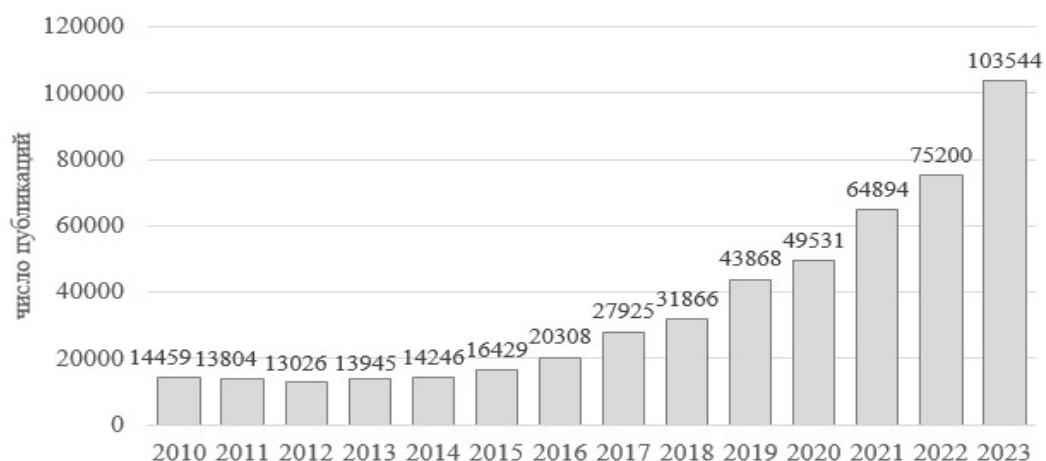


Рисунок 20 – Общемировое число публикаций по тематике ИИ в научных изданиях, индексируемых в Scopus

Источник: составлено автором по материалам [96]

Лидерами по числу публикаций в 2021-2023 годах стали Китай (35% от общемирового значения), Индия (18,60%) и США (13,80%) – в сумме более 67%, по цитируемости – Австралия, Великобритания и США (таблица 6). Россия занимает 25-е место (2206 публикаций – в 38 раз меньше, чем Китай, 3.8 цитирований на статью).

Таблица 6 – Рейтинг стран-лидеров по числу публикаций в области ИИ и уровень их цитируемости (2021-2023 гг.)

Страна	Число публикаций, ед.	Удельный вес в общемировом числе публикаций, %	Среднее число цитирований в расчете на одну публикацию, ед.
Китай	85216	35,00	6,9
Индия	45323	18,60	3,6
США	33538	13,80	10,8
Великобритания	10241	4,20	10,9
Германия	8128	3,34	9,1
Япония	6961	2,86	4,1
Канада	6307	2,59	8,7
Австралия	5725	2,35	16,2
Республика Корея	5484	2,25	9,0
Франция	5014	2,06	8,5

Источник: составлено автором по материалам [96]

Хотя в целом за период активность публикации российских авторов выросла (рисунок 21) – в 10,9 раза с 2010 по 2023 год – в 2021-2022 годах наблюдалось снижение числа публикаций.

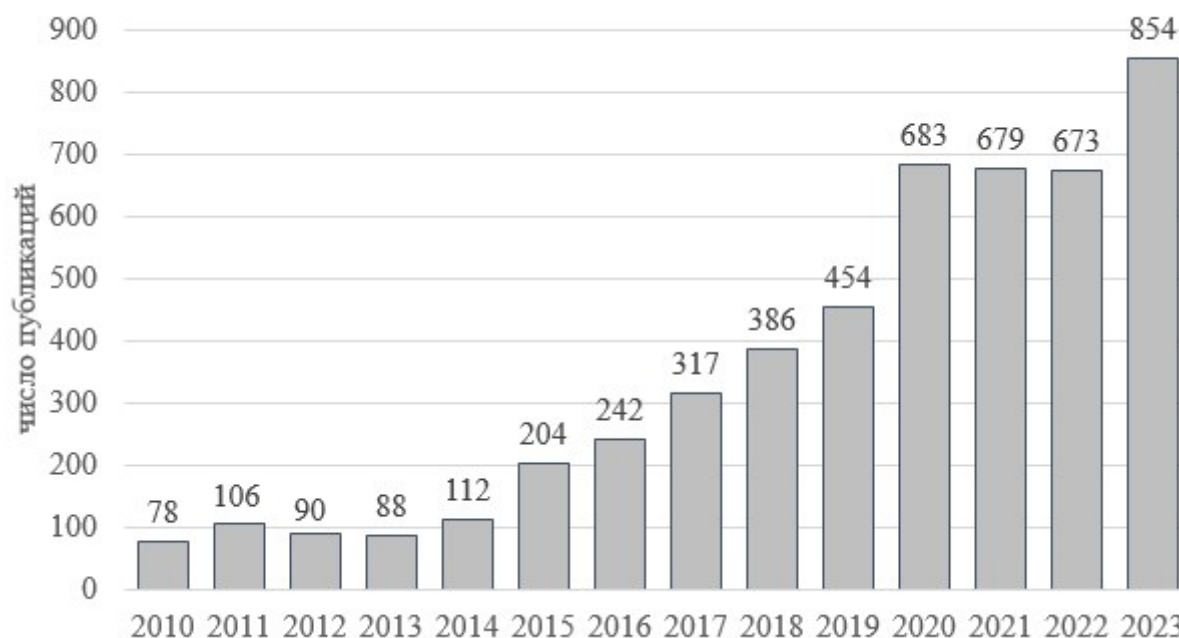


Рисунок 21 – Число публикаций российских авторов по тематике ИИ в научных изданиях, индексируемых в Scopus

Источник: составлено автором по материалам [96]

М. Мариани, И. Мачадо, В. Магрелли и Й. Двиведи [173] выделили 7 кластеров тем научных публикаций, связанных с искусственным интеллектом в сфере экономики: цифровая трансформация, открытые инновации и умные города, инновационные системы и сети в технологических инновациях, прогнозирование, управление знаниями и технологическим изменениям, отношение потребителей к цифровым технологиям, зеленые инновации.

Высокий темп роста наблюдается в патентовании изобретений, связанных с искусственным интеллектом (рисунок 22): если в 2010 году число патентов составило 1999, то к 2022 году выросло более чем в 30 раз – до 62264. Безусловным лидером является Китай (35315 патентов в 2022 году, более половины общемирового числа).

Стоит отметить, что патентование изобретений, включающих в себя системы искусственного интеллекта, сталкивается с определенными сложностями, обусловленными спецификой патентного законодательства различных стран.

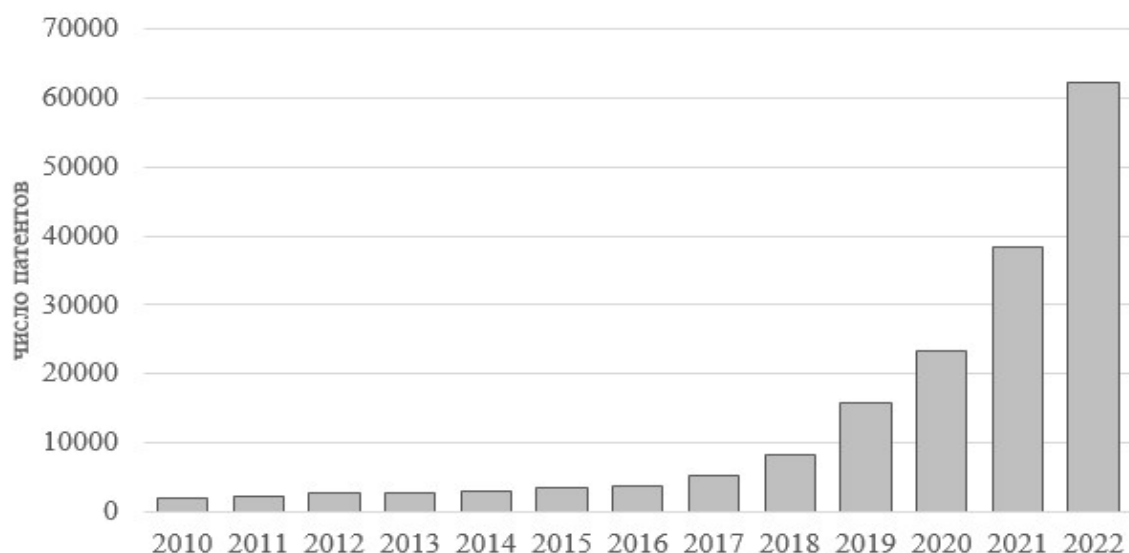


Рисунок 22 – Число патентов в сфере ИИ

Источник: составлено автором по материалам [169]

Следует указать на ограничения патентного законодательства, осложняющие патентование изобретений в сфере искусственного интеллекта.

Системы искусственного интеллекта включают три основных компонента – алгоритмы, программное обеспечение и входные данные. Правило 3 (3) Патентной инструкции к Евразийской патентной конвенции [10] прямо устанавливает, что не признаются изобретением научные теории и математические методы, представление информации, методы выполнения умственных операций, алгоритмы и программы для вычислительных машин. Во многих странах под защиту авторского права попадает только программное обеспечение, на алгоритмы и входные данные она не распространяется.

Таким образом, вычислительные модели и алгоритмы, которые машинное обучение использует для классификации, кластеризации, регрессии и снижения размерности пространства, приравниваются к математическим методам и являются неохранными объектами. Входные данные, которые

играют важную роль для машинного обучения и требуют значительных трудозатрат при подготовке, также не являются патентоспособным изобретением.

Выдача патента возможна, если система искусственного интеллекта предназначена для решения технической проблемы и имеет технический эффект, выходящий за рамки обычного физического взаимодействия между компьютерным оборудованием и программным обеспечением [29].

В 2024 году в Китае из-за возрастающей актуальности патентования изобретений, связанных с искусственным интеллектом, были пересмотрены критерии патентной экспертизы [191]. В соответствии с обновленными критериями патентование подобных изобретений допустимо при соблюдении двух условий: алгоритм имеет прямую техническую связь с архитектурой компьютерной системы, а его назначение – решение технических задач, таких как повышение эффективности функционирования аппаратного обеспечения либо улучшение результатов, достигаемых с его использованием.

Чтобы оценить достижения страны в сфере искусственного интеллекта, недостаточно проанализировать публикационную и патентную активности – они свидетельствуют лишь об активности исследований, но не об их результативности. В этом контексте более информативным показателем представляется количество значимых ИИ-моделей.

В соответствии с методологией Epoch AI, критериями признания моделей значимыми выступают инновационность на момент создания (передовые достижения), историческое влияние и высокая цитируемость. Так, значимыми моделями являются, например, GPT-4o, Claude 3.5 и AlphaGeometry.

Распределение стран по суммарному количеству значимых моделей за период с 2003 по 2024 год представлено на рисунке 23.

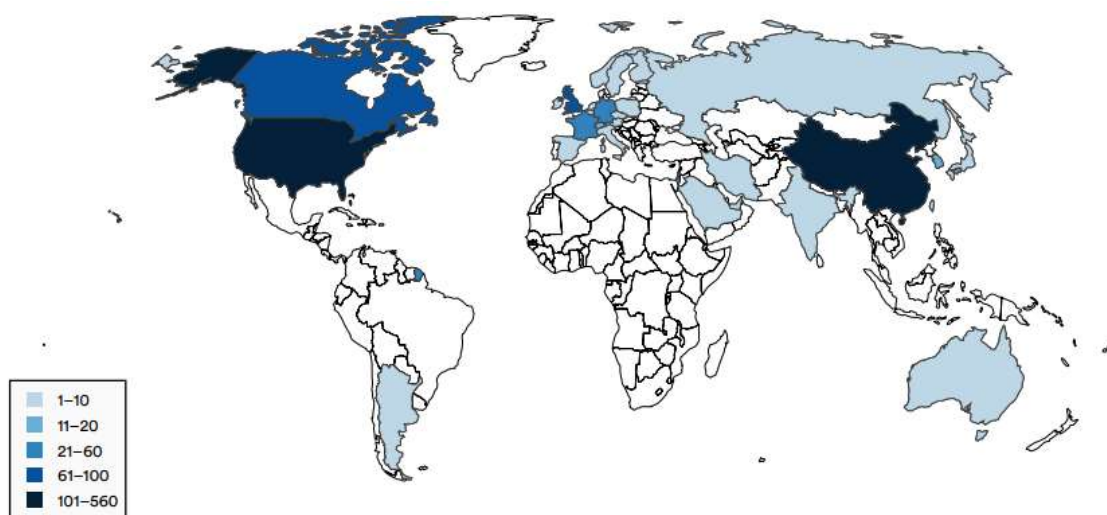


Рисунок 23 – Количество значимых моделей ИИ по странам (суммарно за 2003-2024 годы) Источник: [149]

Данные, используемые для обучения моделей, занимают центральное место в инженерии систем, основанных на искусственном интеллекте. Этот факт определяет роль процесса инженерии данных на различных этапах жизненного цикла системы. Как указано в ГОСТ Р 71539-2024 (ИСО/МЭК 5338:2023) [41], цель процесса инженерии данных для ИИ заключается в обеспечении возможности использования данных для создания моделей ИИ и их верификации.

Одним из важнейших факторов, влияющих на развитие системы, основанной на ИИ, является количество параметров модели. Благодаря развитию аппаратного обеспечения и инфраструктуры для хранения данных повышается доступность данных, что позволяет увеличивать количество параметров, необходимых для архитектурно более сложных моделей. Тенденция роста количества параметров моделей представлена на рисунке 24 (логарифмическая шкала). Наиболее заметен рост в промышленном секторе, где на вычислительные мощности для обучения моделей выделяются значительные финансовые ресурсы.

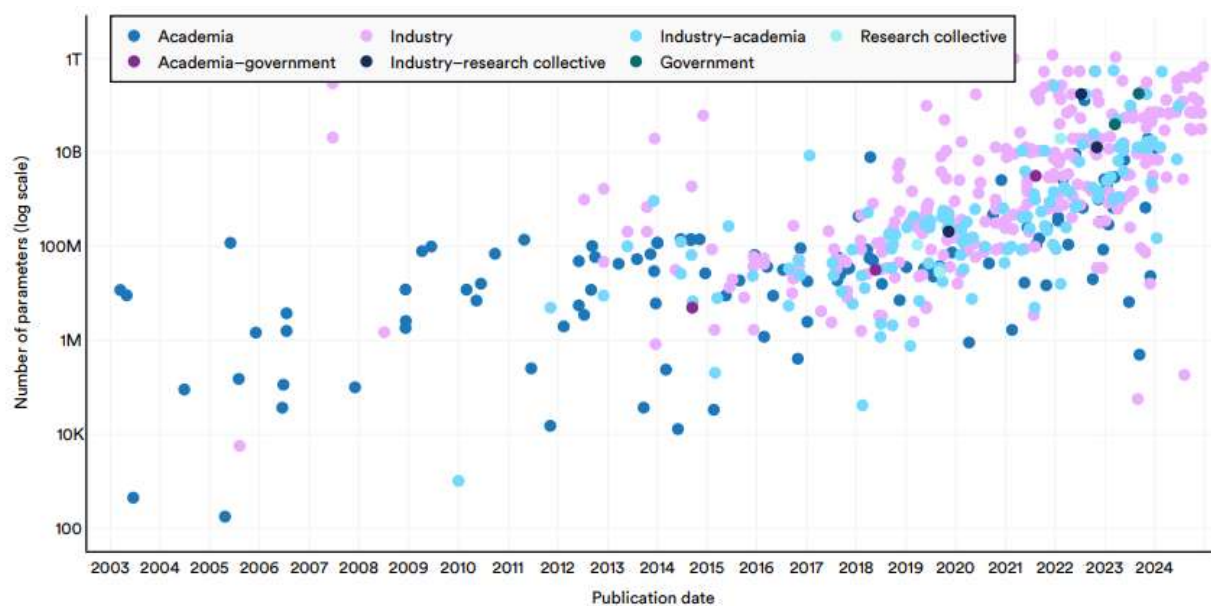


Рисунок 24 – Динамика изменения числа параметров моделей ИИ по отраслям Источник: [149]

Рост числа параметров модели сопровождается ростом объема используемых для обучения данных (рисунок 25).

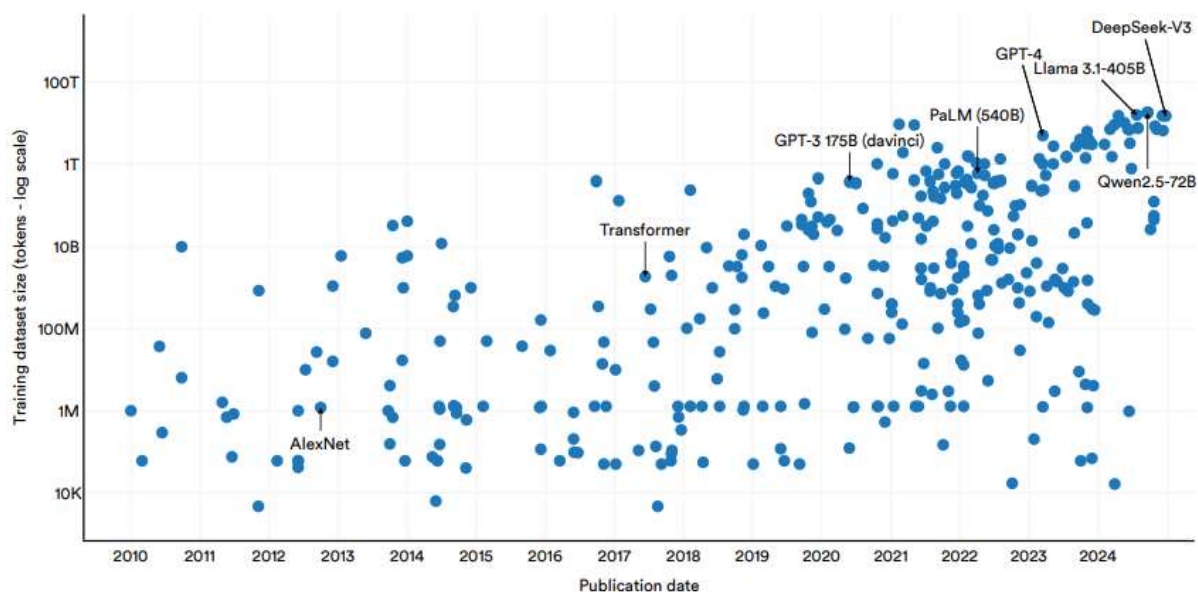


Рисунок 25 – Динамика изменения размеров наборов данных, используемых для обучения ИИ Источник: [149]

По данным Epoch AI, наборы данных для обучения больших языковых моделей удваиваются примерно каждые восемь месяцев [149].

Обучение моделей на все более обширных наборах данных привело к значительному увеличению времени обучения (рисунок 26).

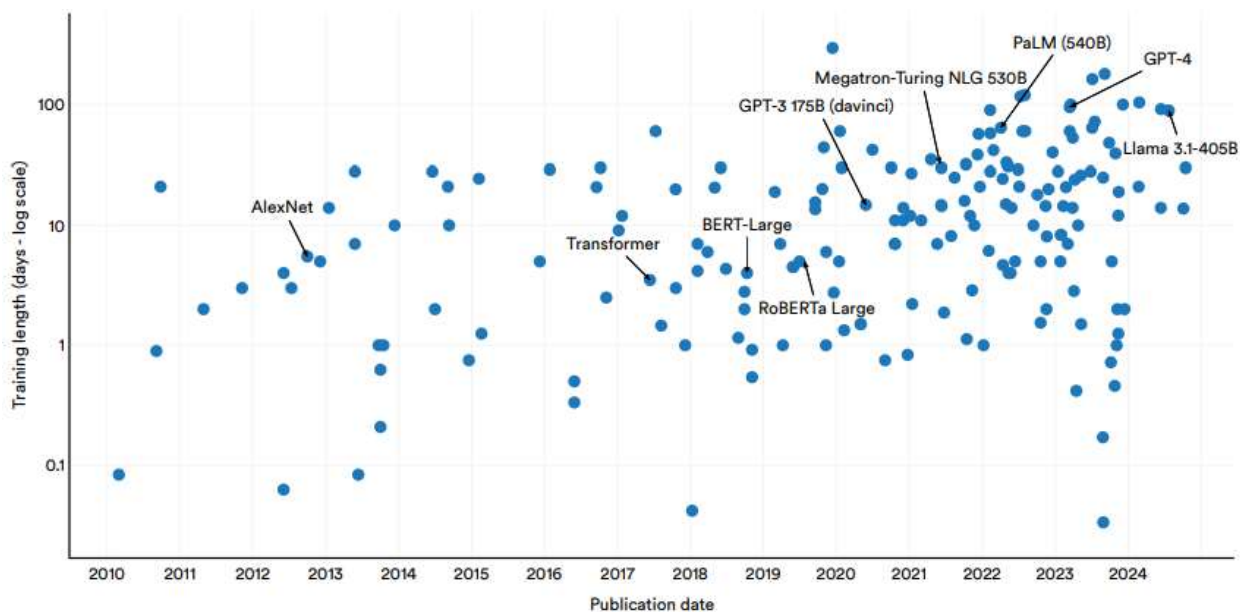


Рисунок 26 – Продолжительность обучения моделей Источник: [149]

Требуемый объем вычислений находится в прямой зависимости от сложности модели машинного обучения и объема обучающего набора данных. Объемы вычислений, требуемые для обучения моделей с разбивкой по секторам, представлены на рисунке 27.

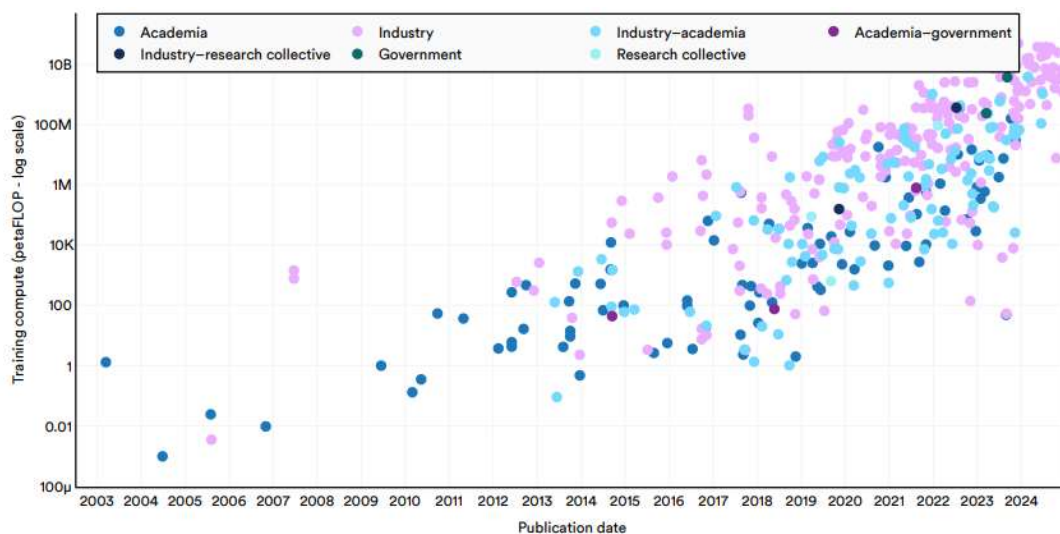


Рисунок 27 – Потребность в вычислительных ресурсах для обучения моделей ИИ (по секторам) Источник: [149]

Потребность в вычислительных ресурсах растет экспоненциально. Удвоение происходит каждые пять месяцев – быстрее, чем растет объем наборов данных для обучения. Например, AlexNet (2012) требовала для обучения примерно 470 петафлопс, Transformer (2017) – около 7400 петафлопс, GPT-4o от OpenAI, одна из современных базовых моделей, – 38 миллиардов петафлопс (рисунок 28).

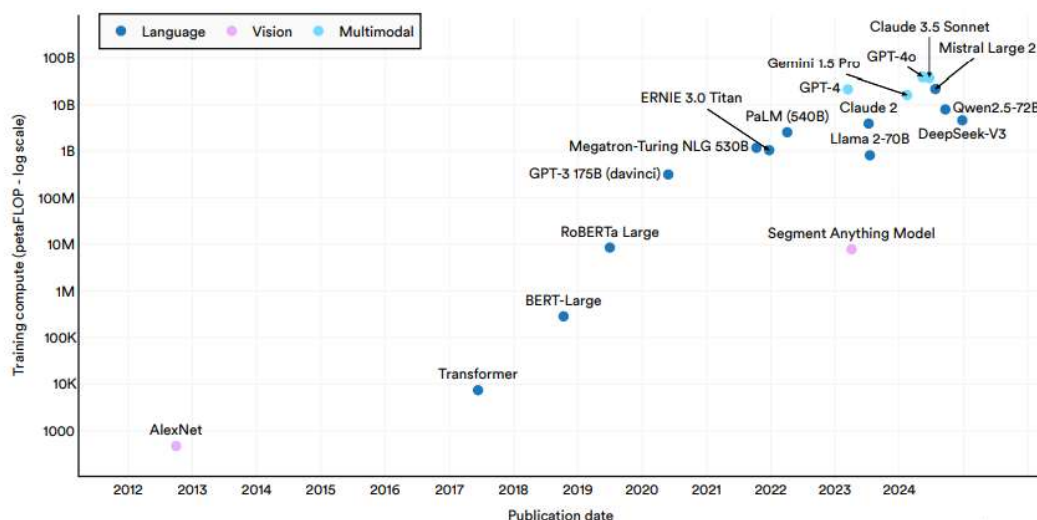


Рисунок 28 - Потребность в вычислительных ресурсах для обучения значимых моделей ИИ Источник: [149]

Стоимость обучения моделей ИИ находится в прямой зависимости от их вычислительных требований. Как показано на рисунке 29, модели с более высокими вычислительными потребностями в обучении стоят дороже.

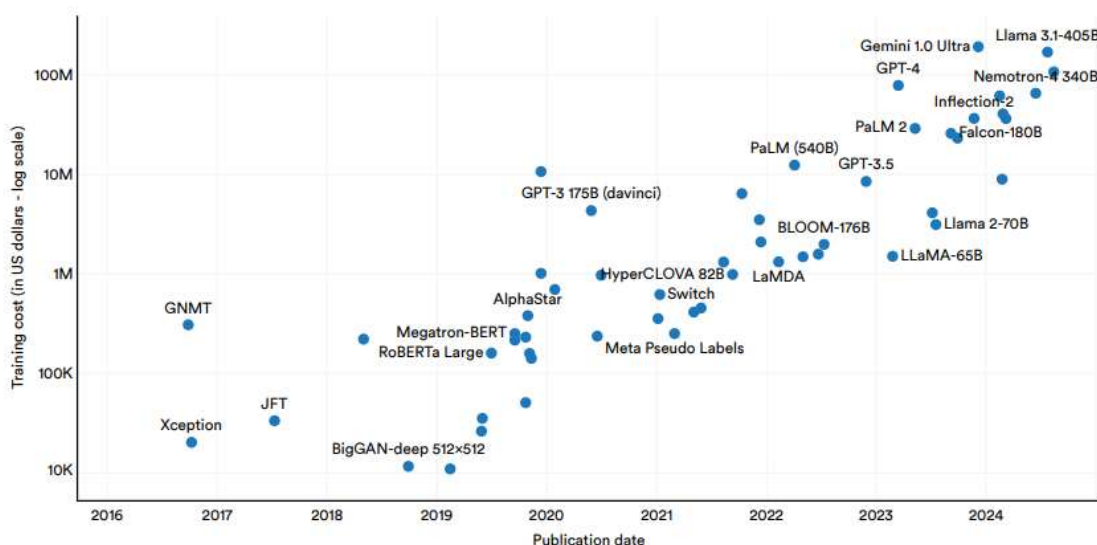


Рисунок 29 – Затраты на обучение моделей ИИ Источник: [149]

Ероch AI классифицирует модели на основе их источника: промышленность включает такие компании, как Google, Meta и OpenAI; академический сектор – такие университеты, как Цинхуа, Массачусетский технологический институт и Оксфорд; правительственный сектор – государственные исследовательские институты, такие как Институт ИИ Алана Тьюринга в Великобритании и Институт технологических инноваций Абу-Даби; исследовательские коллективы включают некоммерческие исследовательские организации в области ИИ, такие как Институт ИИ Аллена и Институт Фраунгофера.

Рост спроса на вычислительные ресурсы, сопровождающийся увеличением стоимости обучения моделей искусственного интеллекта, обусловил важное изменение в структуре ведущих акторов отрасли. Корпорации, как правило, располагают большим объемом вычислительных и финансовых ресурсов по сравнению с академическими учреждениями. Данная асимметрия в доступе к ресурсной базе детерминирует трансформацию состава ключевых субъектов инновационной деятельности в области искусственного интеллекта. Эмпирические данные последних лет свидетельствуют о том, что основной объем разработок наиболее передовых моделей искусственного интеллекта сосредоточился в промышленном секторе. На рисунке 30 показано отраслевое происхождение значимых релизов ИИ по году выпуска моделей.

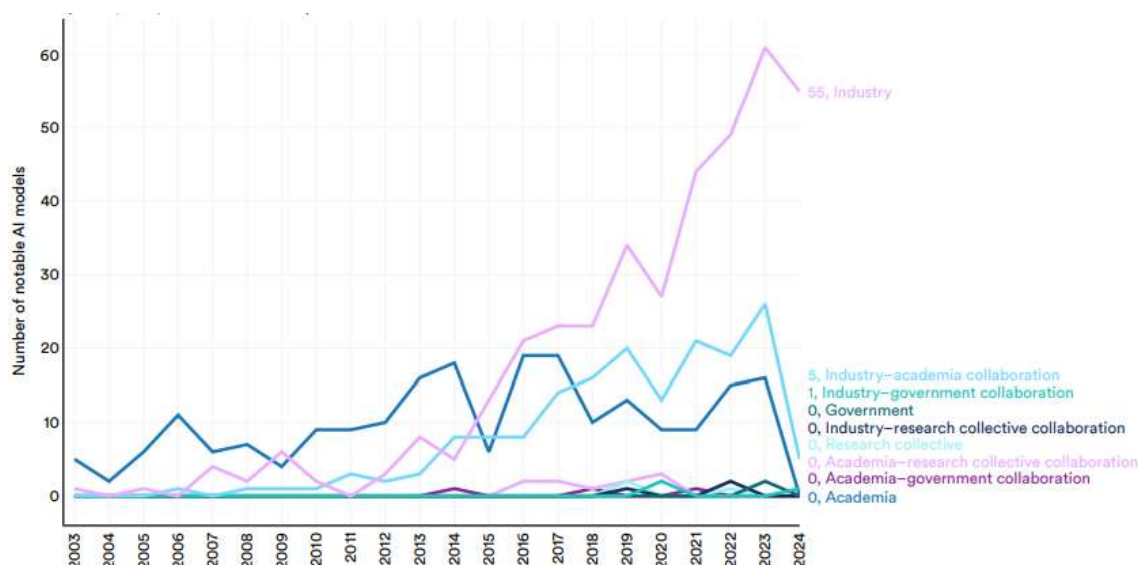


Рисунок 30 – Распределение значимых моделей ИИ по происхождению
 Источник: [149]

До 2014 года академический сектор лидировал по выпуску моделей машинного обучения. В последующие годы промышленность вышла на первое место. Необходимо отметить, что подобный тренд наблюдается и в сфере квантовых технологий [112]. Доля известных моделей ИИ, созданных в промышленности, неуклонно росла с 2014 года, достигнув 90,2% в 2024 году. По данным Epoch AI, в 2024 году промышленность выпустила 55 заметных моделей ИИ, а академический сектор – ни одной.

Классификация факторов, влияющих на продолжительность этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, представлена в таблице 7.

Методология MLOps используется для обеспечения автоматизации и стандартизации рабочих процессов на всех стадиях жизненного цикла модели машинного обучения. Ее применение позволяет преодолеть разрыв между фазами создания и эксплуатации цифровых решений на базе технологий искусственного интеллекта [160, 189].

Таблица 7 – Факторы, влияющие на продолжительность этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте

Категория	Фактор	Характеристика
Информационные	Наличие и доступность исходных данных	Инновации, предназначенные для решения различных задач, требуют различных исходных данных (тексты, изображения, видеозаписи и т.д.). Степень доступности информации отличается. Например, для языковых моделей могут использоваться тексты, размещенные в свободном доступе в интернете. Для специализированных моделей (таких, как медицинские) необходимо предварительно собрать результаты наблюдений или исследований.
	Качество исходных данных	Подготовка данных предусматривает выборку, очистку, генерацию признаков, интеграцию, форматирование, разделение на обучающий, валидационный и тестовый датасеты.
Технологические	Количество параметров модели	Увеличение числа параметров приводит к росту продолжительности обучения.
	Степень автоматизации процессов и повторного использования результатов	Уровень развития инфраструктуры в организации.
	Используемый технологический стек	Применение библиотек, модулей, языков программирования, технологических платформ и прочих средств.
	Архитектура модели	Применяемая архитектура модели определяет особенности ее обучения (включая риски «галлюцинаций» генеративной сети). На данном этапе развития ИИ характеризуются неинтерпретируемостью результатов, что затрудняет отладку (невозможно логически проследить и понять, как именно алгоритм пришел к конкретному результату или решению).
Организационные	Организационная зрелость	Эффективность процессов зависит от корпоративной культуры, коммуникаций между участниками, методологии разработки.
Инфраструктурные	Доступные вычислительные ресурсы	Большие вычислительные мощности позволяют ускорить процессы (в частности, обучения [91]).
	Факторы внешней среды	Факторы макроуровня (политические, экономические, социальные). Актуальной проблемой является отсутствие сформированной нормативно-правовой базы, этические ограничения.

Источник: составлено автором

Нулевой уровень зрелости – ручной [145] – характеризуется полным отсутствием автоматизации в ключевых процессах: обработке данных, проведении экспериментальных запусков и развертывании (рисунок 31). Реализация всех операций возлагается на data-специалистов, инженеров по обработке данных и разработчиков. На данном уровне зрелости передача специалистами по данным обученной модели осуществляется в форме артефакта, предназначенного для развертывания. Подобная организация взаимодействия сопряжена с повышенным риском возникновения несогласованности между этапами обучения и эксплуатации модели [177].

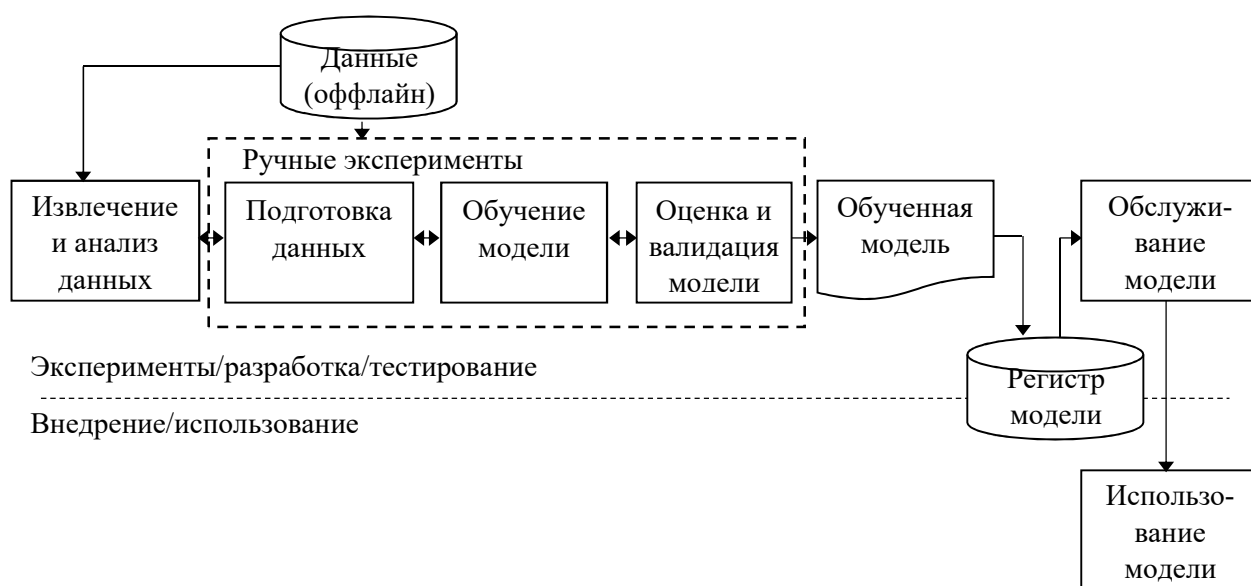


Рисунок 31 – Процессы жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, на нулевом уровне зрелости MLOps

Источник: составлено автором

На первом уровне зрелости происходит автоматизация конвейера машинного обучения (рисунок 32).

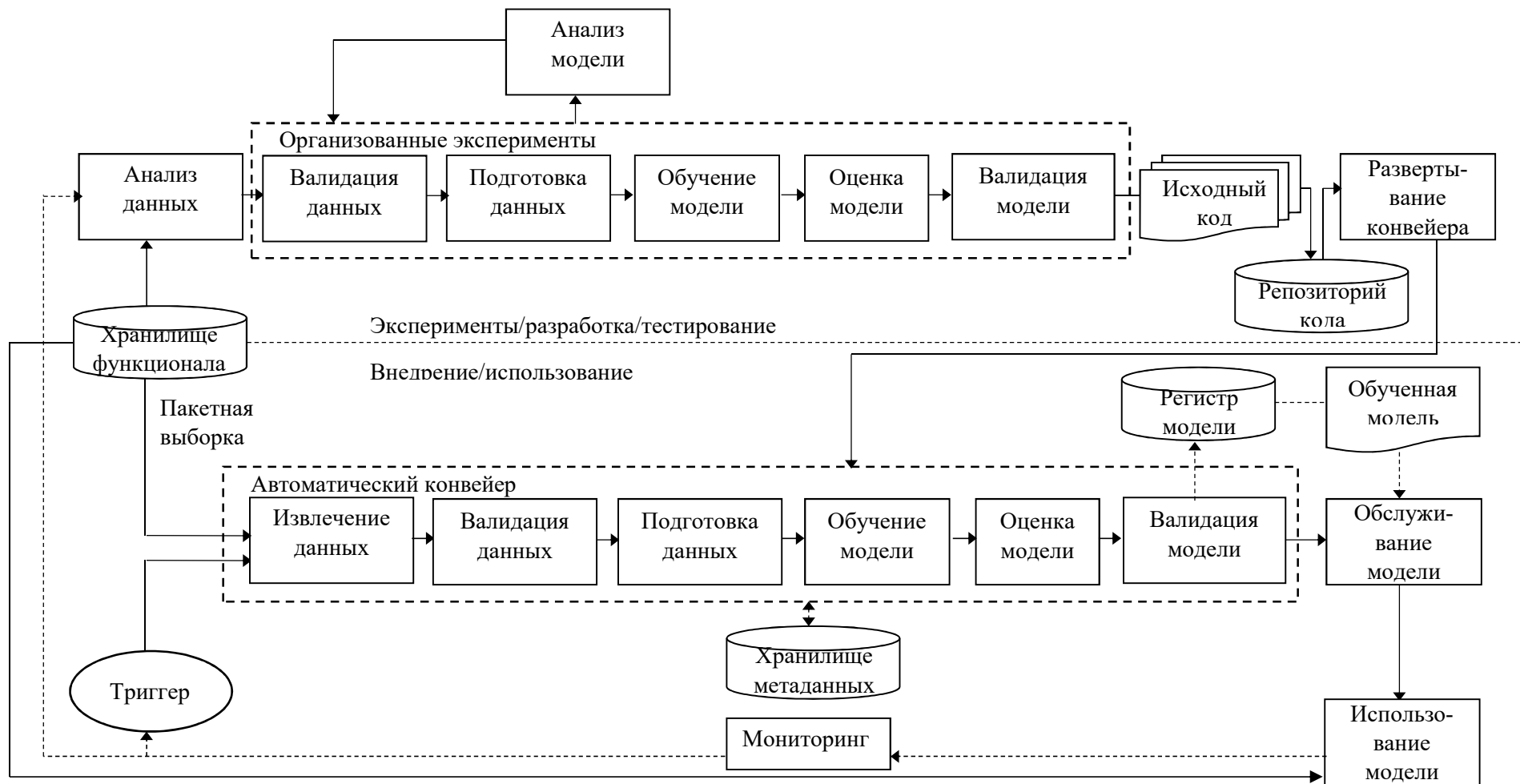


Рисунок 32 – Процессы жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, на первом уровне зрелости MLOps

Источник: составлено автором

Внедрение специализированных инструментов, обеспечивающих верификацию данных и моделей, а также управление метаданными, позволяет реализовать автоматизацию процедур интеграции новых данных и их использования в целях повторного обучения модели в рабочей среде. На первом уровне зрелости MLOps наблюдается четкая структуризация экспериментальных этапов, при этом переход между ними осуществляется в автоматическом режиме. Модель подвергается автоматическому переобучению с использованием актуальных данных.

Функционирование конвейера машинного обучения обеспечивает сквозную связь между средой разработки или эксперимента, препродуктивной и продуктивной средами. Конструирование такого конвейера представляет собой нетривиальную задачу, решение которой достигается путем многократной итеративной проработки с применением эмпирического подхода, предполагающего последовательное тестирование различных вариантов и корректировку выявленных недочетов [31]. Систематическая фиксация сведений о каждом запуске конвейера создает необходимую базу для выявления ошибок и аномальных отклонений в работе системы.

Второй уровень зрелости позволяет быстро исследовать новые идеи в области проектирования признаков, архитектуры и параметров моделей [116]. Второй уровень характеризуется особенностями, представленными в таблице 8.

Таким образом, на структуру и продолжительность этапов жизненного цикла цифровой инновации, основанной на использовании искусственного интеллекта, действуют как внешние, так и внутренние факторы – от факторов макросреды до организационной зрелости, специфики организации процессов и доступных ресурсов в организации и характеристик самой рассматриваемой инновации (таких, как число параметров модели).

Таблица 8 – Характеристики этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, на втором уровне зрелости MLOps

Процесс	Характеристика
Разработка и эксперименты	Итеративное тестирование новых алгоритмов машинного обучения и новых моделей. Результат этапа – исходный код этапов конвейера машинного обучения.
Интеграция конвейера	Осуществляется непрерывная сборка исходного кода и тестирование. Результат этапа – компоненты конвейера для последующего развертывания.
Поставка по конвейеру	Непрерывное развертывание артефактов в целевую среду. Результат этапа – развернутый конвейер с новой реализацией модели.
Запуск	Автоматизированный запуск конвейера в рабочей среде по расписанию или при наступлении определенных событий (триггер). Результат этого этапа – обученная модель, которая помещается в реестр моделей.
Мониторинг	Сбор статистики эффективности модели в режиме реального времени. Результат этого этапа – триггер запуска конвейера или нового цикла эксперимента. Непрерывный мониторинг и обратная связь гарантируют, что модели остаются эффективными и адаптируются к изменяющимся данным [195, 199].

Источник: составлено автором

Для автоматизации и стандартизации процессов на протяжении всего жизненного цикла модели машинного обучения применяется методология MLOps, уровнем зрелости которой в значительной степени определяется продолжительность этапов жизненного цикла цифровой инновации.

2.2 Методика оценки продолжительности этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта

Оценка продолжительности этапов жизненного цикла любой инновации является сложной задачей. Это обусловлено специфическим характером инновационного процесса, принципиально отличающегося от типовых рутинных операций, которые позволяют производить достаточно точную оценку на основе накопленного опыта.

По данным опроса, проведенного Project Management Institute [183], завершаются в срок (в соответствии с расписанием) 52% проектов. При этом управление расписанием проекта – необходимый инструмент, позволяющий прогнозировать и планировать потребность в ресурсах и принимать управленческие решения на основе анализа показателей проекта в условиях усложнения корпоративных архитектур [142].

Одной из моделей, широко применяющихся на практике при создании цифровых инноваций (в первую очередь такого их вида, как программное обеспечение), является COCOMO II [154] (COCOMO расшифровывается как COnstructive COst MOdel – модель издержек разработки). Строго говоря, это не одна модель, а совокупность трех моделей.

Первая модель – модель композиции приложения. Она оперирует понятием объектного указателя – средства косвенного измерения сложности разработки. Алгоритм расчета:

- 1) оценка количества объектов (объектных указателей) – экранов (элементов пользовательского интерфейса), отчетов и компонентов;
- 2) классификация каждого объекта по уровню сложности (простой, средний, сложный) в зависимости от их характеристик;
- 3) определение веса (сложности разработки) для каждого типа объектов и каждого уровня сложности;
- 4) вычисление количества новых объектных указателей с учетом доли повторного использования по формуле (1):

$$NOP = OP \times \frac{100 - \%REUSE}{100}, \quad (1)$$

где: NOP – количество новых объектных указателей, ед.;

OP – количество объектных указателей, определенное на первом шаге, ед.;

%REUSE – процент повторного использования объектов, %;

- 5) определение прогнозной скорости разработки по схеме, представленной в таблице 9.

Таблица 9 – Определение прогнозной скорости разработки

Уровень опыта разработчиков и зрелости среды разработки	Очень низкий	Низкий	Номинальный	Высокий	Очень высокий
Скорость разработки, новые объекты / чел.-мес.	4	7	13	25	50

Источник: составлено автором на основании [154]

б) расчет срока реализации по формуле (2):

$$PM = \frac{NOP}{PROD}, \quad (2)$$

где: PM – прогнозный срок разработки, чел.-мес.;

PROD – скорость разработки в соответствии с таблицей 9.

Вторая модель – модель раннего этапа проектирования. Базовой формулой для расчета выступает формула (3).

$$PM = A \times Size^B \times M_e + PM_{auto}, \quad (3)$$

где: A – масштабный коэффициент;

Size – прогнозный размер проекта, тысяч строк исходного кода;

B – коэффициент нелинейной зависимости затрат от размера проекта. Изменяется в диапазоне от 1,01 до 1,26 в зависимости от масштабных факторов, приведенных в таблице 10;

Таблица 10 – Масштабные факторы проекта

Фактор	Характеристика
Предсказуемость (PREC)	Определяется наличием опыта в реализации подобных проектов, возможностью использования аналогий при проведении оценки
Гибкость разработки (FLEX)	Степень формализации и нормированности процесса разработки
Уровень анализа риска (RESL)	Глубина проведенного анализа рисков
Связность команды разработки (TEAM)	Уровень слаженности и взаимодействия в команде разработки
Зрелость процесса (PMAT)	Оценка зрелости бизнес-процессов в организации

Источник: составлено автором на основании [154, 158]

M – коэффициент, который определяется по справочным таблицам в зависимости от характеристик продукта, процесса и персонала;

PM_{auto} – затраты на автоматически генерируемый программный код, чел.-мес.

Третья модель – модель этапа пост-архитектуры – применяется на этапе, когда сформирована архитектура программного продукта, и учитывает возможные изменения в требованиях, а также возможность повторного использования кода. По содержанию представляет собой развитие второй модели.

Модель COSOMO II слабо применима для цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, поскольку ориентирована на иную программную архитектуру, характерную для проектов 1990-2000-х годов. Цифровые инновации, основанные на искусственном интеллекте и разрабатываемые с применением гибких подходов (agile), развивающиеся по спиральному (итеративному) жизненному циклу, требуют принципиально иного методологического подхода к оценке сроков.

Х. Макомбер [172] подчеркивает, что инновационный проект некорректно рассматривать как совокупность последовательно выполняемых этапов. Проект выступает как процесс генерации новых знаний и возможностей. Происходит встраивание новых возможностей в продукт, использование новых знаний для его совершенствования.

В общем случае новые знания могут относиться как к создаваемому продукту, так и к реализуемому проекту. Первая разновидность знаний позволяет детализировать и уточнить информацию о том, каким должен быть продукт, второй – о рисках, технологиях, команде.

Распространенной ошибкой руководителей является то, что они на этапе планирования не учитывают перспективу получения новых знаний и исходят из допущения о том, что обладают достаточным количеством данных для построения точного плана и графика проекта. Для инновационных проектов – в том числе связанных с разработкой цифровых инноваций, использующих искусственный интеллект – ситуация полной априорной информированности является практически недостижимой.

Если в традиционной методологии заранее сформулирован результат, и задача руководителя – обеспечить его достижение с минимальными затратами ресурсов (в том числе времени), то методология Agile решает иную задачу: к установленному времени максимизировать полученный результат. Планирование выступает как процесс определения и пересмотра задач, ведущий к достижению долгосрочных целей. Уорд Каннигем сформулировал это положение следующим образом: «Это больше планирование того, что вы хотите узнать, а не того, что [продукт] получится в конце» [194].

При постановке задач необходимо учитывать горизонт планирования: точность плана снижается по мере отдаления срока. Риск повышается, если планирование выходит за горизонт и не предусматривает возможности изменений по мере получения новой информации. Agile-подход требует последовательности при разработки планов, которая достигается определением трех горизонтов – день, итерация и релиз – в соответствии с моделью «луковицы планирования» (рисунок 33).

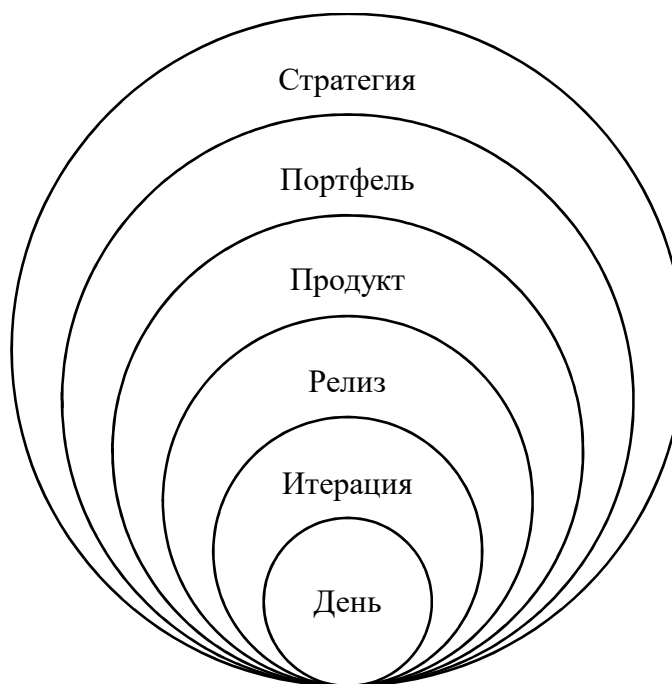


Рисунок 33 – Модель «луковица планирования» в методологии Agile

Источник: составлено автором

На практике команда разработки оперирует первыми тремя уровнями; более высокие уровни используются организацией в целом.

Дневное планирование обеспечивает координацию деятельности членов команды.

Планирование итераций (две-четыре недели) осуществляется по итогам предшествующих итераций. Владелец продукта должен идентифицировать набор высокоприоритетных задач, обеспечивающих трансформацию запросов на функции в работающие и протестированные блоки (модули) продукта.

Первоначальное планирование релизов (три-шесть месяцев, от трех до 12 и более итераций) выполняется в начале проектов, но это не разовое действие. Планы релизов обновляются на протяжении всего периода реализации проекта и уточняются как минимум в начале каждой итерации, чтобы обеспечить актуальное отражение ожидаемой функциональности релиза. Цель планирования релизов – определение объема, календарного графика и необходимых ресурсов. Владелец продукта и команда формулируют условия удовлетворенности результатом, определяют пути выполнения всех условий. Это циклический процесс, схема которого представлена на рисунке 34.

Петля обратной связи, соединяющая новую модификацию продукта с условиями удовлетворенности, обеспечивается анализом приобретенного опыта и полученного знания, влияющих на планирование. Представление модификации продукта пользователям приводит к получению нового знания, которое заставляет корректировать планы для создания более ценного продукта.

Высокоуровневое планирование – планирование релизов – позволяет решить следующие управленческие задачи:

- сформировать прогноз продолжительности разработки до получения продукта, который будет пригоден для поставки (начала продаж, начала опытно-промышленной эксплуатации при заказной разработке и т.д.).

Чем быстрее продукт будет выпущен, тем раньше организация сможет начать получение отдачи от вложений;

- сформировать план по составу разработки и приоритетам реализуемой функциональности;
- сформировать ориентиры для оценки прогресса реализации проекта. Концепция релиза объединяет переходы между итерациями единым контекстом, базирующимся на запросах потребителя (заказчика), что является фундаментальной целью итеративного процесса.

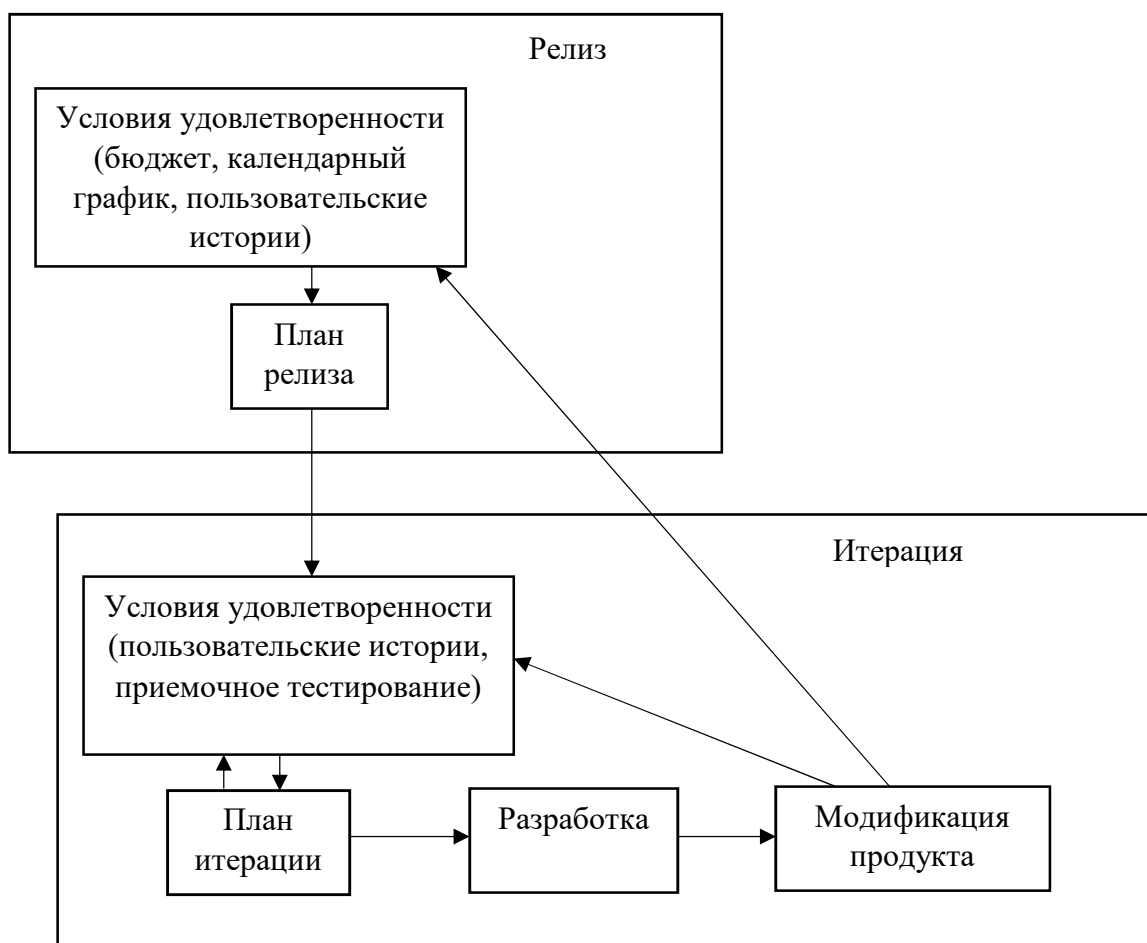


Рисунок 34 – Схема процесса планирования релиза на основе условий удовлетворенности

Источник: составлено автором

Планирование релиза предполагает сопоставление объема работы с датами, к которым этот объем должен быть выполнен. Как было указано ранее, на практике может применяться один из двух подходов:

- определение объема работы, который реально завершить к фиксированной дате;
- определение времени, которое необходимо для реализации выбранной совокупности пользовательских историй.

План релиза не должен быть излишне детализированным. На этом уровне не требуется распределять задачи в команде по конкретным исполнителям или уточнять последовательность работ в каждой из итераций – эти вопросы должны решаться при планировании итераций. При планировании релизов объектом выступает пользовательская история, т.е. описание будущей функциональности с точки зрения заказчика, а не технического специалиста. Декомпозиция бизнес-запроса на конкретные технические задачи производится на более поздних стадиях реализации проекта.

Ключевые этапы планирования релиза представлены на рисунке 35.

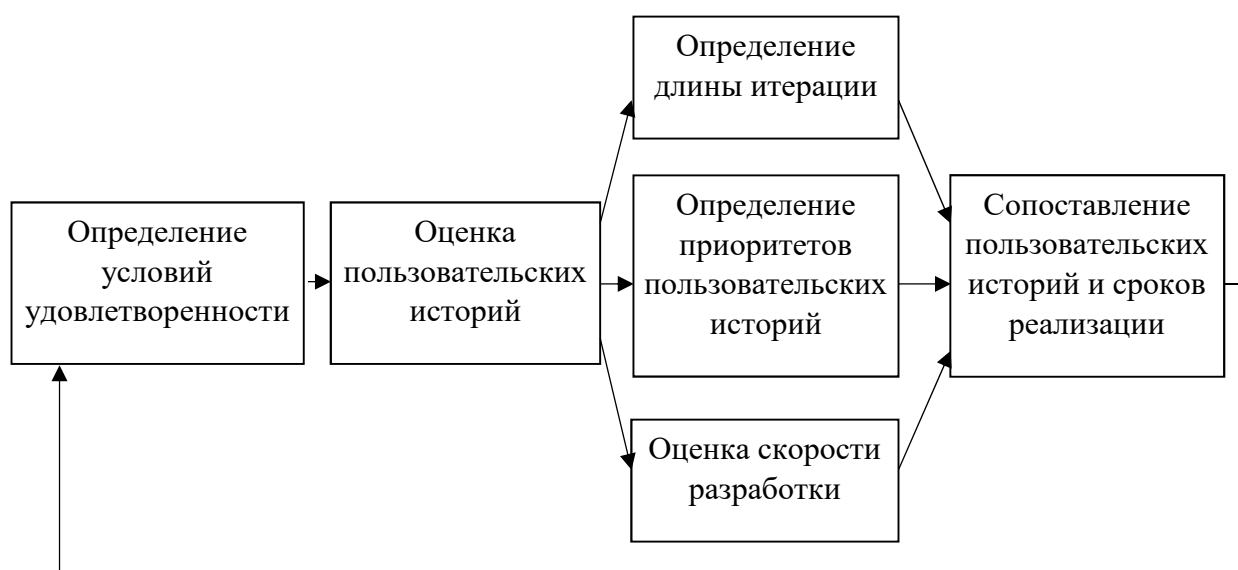


Рисунок 35 – Этапы планирования релиза

Источник: составлено автором

Первый этап планирования релиза – определение условий удовлетворенности, т.е. критериев, позволяющих оценить успешность реализации проекта. Конкретный набор условий определяет владелец проекта.

Как правило, они представляют собой сочетание целевых сроков, объема реализованной функциональности и затраченных ресурсов, но могут включать и другие параметры. При разработке системы показателей могут быть использованы как количественные, так и качественные характеристики [26].

Пример метрик представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Метрики успешности реализации проекта

Блок показателей	Показатель	Описание
Финансы	Освоенный объем бюджета	Заложенный в бюджет объем работ, фактически выполненный за этап.
	Индекс выполнения стоимости проекта	Отношение освоенного объема к фактической стоимости выполненных этапов (характеризует, насколько проект в целом укладывается в бюджет)
	Фактическая стоимость проекта	Общая стоимость затрат на выполнение этапа проекта
Производительность команды	Скорость выполнения задач	Объем работы, выполняемой командой за этап. Использует при планировании следующих этапов.
	Коэффициент выполнения этапа	Отношение количества фактически завершенных задач к запланированным.
Удовлетворенность клиента	Готовность рекомендовать продукт (NPS – net promoter score)	Оценка (по результатам опроса) лояльности клиента через готовность рекомендовать продукт.
	Удовлетворенность заказчика продуктом или этапом (CSAT – customer satisfaction score)	Оценивается сразу после завершения релиза, чтобы зафиксировать актуальное восприятие [130].
	Время до получения ценности	Период времени, необходимый заказчику для того, чтобы получить ощутимую пользу от продукта (результатов релиза).
Качество продукта	Плотность дефектов	Количество выявленных дефектов на единицу объема.
	Упущенные дефекты	Количество дефектов, обнаруженных пользователями после релиза.

Источник: составлено автором

Для определения качественных критериев целесообразно применять метод структурной декомпозиции работ [80]. Метод предполагает, что каждый практический результат описывается через набор задач, которые необходимо решить для его достижения.

Второй этап – оценка пользовательских историй. Поскольку объектом при планировании релиза выступает пользовательская история, необходимо осуществить оценку каждой из них. Обычно на стадии планировании релиза рассматриваются те запросы, которые с большой вероятностью будут включены в него или один из ближайших последующих релизов. При этом чем ближе планируемый срок реализации, тем более детализированная и точная оценка выполняется.

Следующие три этапа могут выполняться в любом порядке, т.к. не влияют друг на друга, поэтому названия «третий», «четвертый» и «пятый» в значительной степени условны.

Третий этап – выбор продолжительности итерации. Хотя большинство проектов предполагает разделение на итерации продолжительностью от двух до четырех недель [58], особенности проекта или даже конкретного релиза могут требовать увеличения их продолжительности. Ключевые факторы, влияющие на выбор продолжительности итерации, представлены в таблице 12.

Таким образом, не существует универсальной оптимальной продолжительности итерации при разработке цифровых инноваций, базирующихся на использовании ИИ. Обычно agile-команды используют итерации продолжительностью две-четыре недели, но в каждом случае необходимо исходить из специфики проекта.

Четвертый этап – оценка скорости. Основные подходы:

- использование исторических значений. Их ценность максимальна, если новый проект по ключевым параметрам (технология, область деятельности, команда, владелец продукта, инструменты, рабочая среда) близок с реализованным ранее, или оценка производится для нового релиза того же продукта. Любые изменения повышают неопределенность [119]. При использовании исторических данных можно применять конус неопределенности (рисунок 36). Для уточнения могут использоваться данные предыдущих итераций;

– прогнозирование скорости. Этот подход используют при отсутствии надежных исторических данных и невозможности проведения пробных итераций. Предусматривает детализацию пользовательских историй до технических задач и оценки объема работ, трудозатрат реализации отдельных работ и доступных ресурсов.

Таблица 12 – Факторы выбора продолжительности итерации

Фактор	Характеристика
Длительность релиза, в который входит итерация	Длина итерации должна быть достаточна для того, чтобы за ее время был достигнут заметный прогресс. В то же время завершение каждой итерации – это возможность продемонстрировать продукт и получить обратную связь, поэтому в рамках одного релиза таких контрольных точек должно быть несколько.
Уровень неопределенности	Реализация цифровой инновации сопряжена с неопределенностями различного характера: потребности клиента или пользователей, скорость работы команды, технические аспекты будущего продукта и т.д. Чем выше уровень неопределенности, тем более короткими должны быть итерации, чтобы оперативно вносить корректировки
Качество обратной связи	Длина итерации должна обеспечивать максимизацию ценности обратной связи от инсайдеров и аутсайдеров организации и зависит от корпоративной культуры, простоты получения обратной связи (текущей во время итерации и плановой на официальных совещаниях по окончании итерации).
Стабильность приоритетов	Новые требования могут возникнуть в любой момент во время итерации, но их приоритизация производится только в следующей итерации. Чем короче итерация, тем быстрее можно перейти к реализации новых идей.
Возможность продолжения работы без внешней обратной связи	Чем реже команда получает обратную связь от владельца продукта, тем выше риск ошибок реализации и тем больше размер потерь от них.
Издержки итерационного подхода	Каждая итерация сопряжена с издержками (например, затраты на тестирование продукта по окончании итерации). Минимизация таких издержек – одна из задач выбора продолжительности итерации.

Источник: составлено автором

Пятый этап – определение приоритетов пользовательских историй. Реализация абсолютно всех пожеланий пользователей часто невозможна за отведенное (или разумное с точки зрения финансовых потоков) время,

поэтому владельцу проекта необходимо определять, какая функциональность должна быть реализована в первую очередь.

Завершающий этап составления плана релиза – выбор пользовательских историй и даты релиза (на основании оценки скорости разработки и предположений о количестве планируемых итераций).

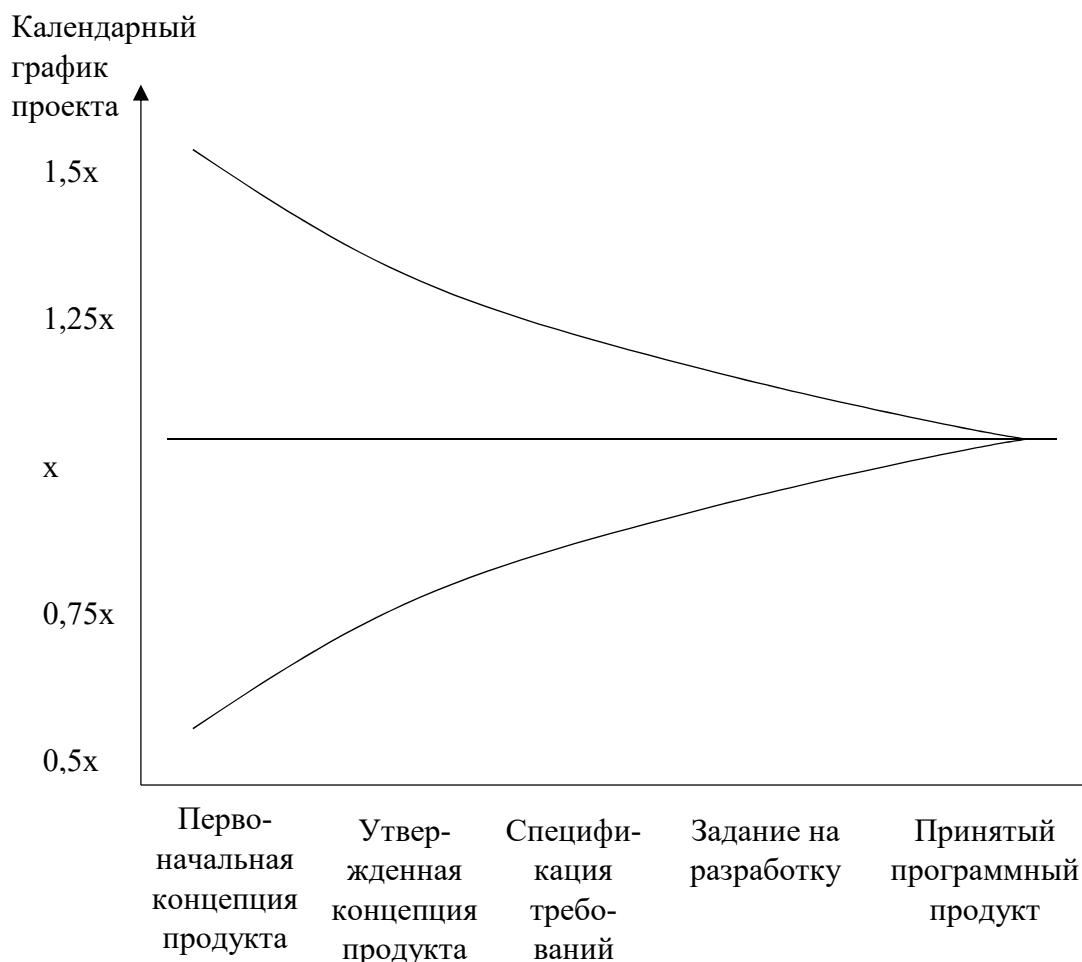


Рисунок 36 – Конус неопределенности оценки

Источник: составлено автором

Необходимо контролировать исполнение плана релиза и при необходимости обновлять его после каждой итерации.

Планирование итерации предусматривает декомпозицию пользовательских историй из плана релиза до задач, которые могут быть оценены в «идеальных часах». Планирование итерации позволяет уточнить

предположения из плана релиза на основе полученных знаний. Команда углубляет представление о создаваемом продукте.

Планирование итерации может осуществляться исходя из скорости или обязательств. Сравнение этапов каждого метода представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы планирования итерации

Планирование итерации на основе скорости	Планирование итерации на основе обязательств
1. Корректировка приоритетов. 2. Определение целевой скорости. 3. Идентификация цели. 4. Выбор пользовательских историй. 5. Декомпозиция пользовательских историй до задач. 6. Оценка задач.	1. Корректировка приоритетов. 2. Идентификация цели. 3. Выбор истории для добавления. 4. Декомпозиция истории до задач. 5. Оценка задач. 6. Решение о принятии обязательств. 6.1. Если возможно полное выполнение – планирование итерации завершено. 6.2. Если возможно частичное выполнение – уточнение обязательств (возврат на п. 3). 6.3. Если выполнение невозможно – удаление пользовательской истории.

Источник: составлено автором

Этапы корректировки приоритетов и идентификации цели совпадают. В случае планирования на основе обязательств истории оцениваются по одной, а в случае планирования на основе скорости – набором (в совокупности). Обязательства по каждой истории принимаются или отклоняются с учетом решения по рассмотренным ранее историям.

Исходя из описанного выше, предлагаемая методика оценки продолжительности этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта базируется на поэтапной декомпозиции.

На первом этапе происходит генерация идеи, разработка концепции будущего продукта. Возникновение инновации может быть обусловлено действием технологического толчка, рыночного спроса или их комбинации. Производится первичное планирование будущего продукта, определяются цели его разработки и – высокоуровнево – решаемые с его помощью задачи (функциональные возможности).

На втором этапе производится декомпозиция до релизов. Ближайшие релизы описываются более детально, отдаленные – в общих чертах (уточняются позднее).

Для первого релиза определяют условия удовлетворенности (критерии, достижение которых позволяет сделать вывод об успешном завершении релиза). Производится оценка пользовательских историй. Определяется оптимальная для релиза длина итерации, устанавливаются приоритеты пользовательских историй и оценивается скорость разработки. Пользовательские истории сопоставляются со сроками реализации.

Третий этап – планирование итераций в рамках первого релиза. Запросы трансформируются до функций и задач. На этом этапе уточняются технические (не пользовательские) требования для исследования и разработки. Производится планирование ресурсов для решения задач.

Четвертый этап – оценка продолжительности решения каждой задачи. Здесь может применяться подход «от срока» (какие ресурсы понадобятся привлечь, чтобы решить задачу к определенной дате) или «от ресурсов» (сколько времени понадобится для решения задачи с имеющимися ресурсами). Для отдельных задач может быть применена методология СОСОМО II или экспертные оценки в идеальных днях разработки. Важно учитывать, что даже на этом уровне план может быть скорректирован по мере решения задач в соответствии с реальным процессом.

Пятый этап – составление дневных планов. Здесь в рамках каждой задачи определяются работы для отдельных сотрудников, а не команды в целом.

План, составленный на четвертом и пятом этапах, позволяет уточнить план итерации.

По мере достижения целей итерации снижается неопределенность следующих итераций, их планы конкретизируются. По мере закрытия итераций уточняются планы релизов (текущего и ближайших следующих), а

по мере завершения релизов и возникновения новых требований (или уточнения имеющихся) – детализируется план продукта в целом.

Метод позволяет гибко корректировать план и быстро переходить к реализации без долгой подготовки. Важно, что на каждом следующем шаге используется полученный на предыдущих шагах опыт (относительно продукта и процесса разработки в рамках существующей команды с поправкой на изменение внешних условий и внутренней организации). Высокая неопределенность и высокие риски, характерные для инновационных проектов [47], требуют закладывать в план запасы времени на риски: заранее невозможно предсказать все сложности, с которыми столкнется команда. Чем больше масштаб инновации, тем выше уровень неопределенности (особенно на ранних этапах планирования).

В случае с инновациями, основанными на искусственном интеллекте, важным источником неопределенности выступает неопределенность времени обучения модели. Этот фактор повышает значимость анализа обратной связи на каждом шаге. Для прогнозирования времени обучения может использоваться масштабирование результатов пробных запусков на небольшом объеме данных (1%, 5% и 10% датасета) на конкретном оборудовании с учетом параллелизации. Данный подход требует введения коэффициента риска на сбой оборудования и сетевые задержки в распределенных системах при высокой нагрузке.

Существует большое количество инструментов, облегчающих планирование на каждом этапе. Примеры приведены в таблице 14.

Таким образом, модель СОСОМО II, получившая признание при разработке программных продуктов в 1990-2000-х, слабо применима для современных цифровых инноваций. Цифровые инновации, основанные на искусственном интеллекте и разрабатываемые с применением гибких подходов (agile), развивающиеся по спиральному (итеративному) жизненному циклу, требуют принципиально иного методологического подхода к оценке сроков.

Таблица 14 – Инструменты (программные средства) планирования инновационной разработки

Инструмент (программный продукт)	Характеристика возможностей использования
Электронные таблицы (MS Excel, Google Sheets)	Планирование сроков работ, сопоставление целей, задач, работ, ответственных. Облегчает контроль процесса.
Майндмэппинг (MindMeister [176])	Визуализация связей между частями проекта, процессами и исполнителями. Простое приложение для совместной работы в режиме реального времени и презентации результатов (в том числе при проведении мозговых штурмов). Позволяет фиксировать, классифицировать и уточнять идеи по мере необходимости.
Scrum	Гибкое управление посредством декомпозиции стратегии на пользовательские истории, а их – на задачи в итерациях (спринтах).
OKR	Отслеживание прогресса на уровне проекта и организации. Обеспечивает декомпозицию цели на ключевые результаты.
Trello, Jira	Доски с карточками для отслеживания прогресса по задачам с учетом дедлайнов и ответственных.

Источник: составлено автором

Разработка инновационного продукта выполняется не как последовательность заранее запланированных последовательных этапов. Проект выступает как процесс генерации новых знаний и возможностей. Происходит встраивание новых возможностей в продукт, использование новых знаний для его совершенствования. Планирование служит для определения и пересмотра задач, ведущих к достижению долгосрочных целей.

Разработка плана оперирует различными горизонтами планирования, важнейшими из которых для продуктовой команды являются планирование дня, итерации и релиза.

Планирование релиза предполагает сопоставление объема работы с датами, к которым этот объем должен быть выполнен. При планировании релизов объектом выступает пользовательская история, т.е. описание будущей функциональности с точки зрения заказчика, а не технического специалиста.

Планирование итерации предусматривает декомпозицию пользовательских историй из плана релиза до задач

Дневное планирование обеспечивает координацию деятельности членов команды.

Каждый из планов должен постоянно корректироваться и уточняться по мере получения нового знания и новых требований от владельца продукта, поэтому ключевую роль для успеха планирования играют петли обратной связи как внутри организации, так и от внешних заинтересованных лиц.

2.3 Модель процессов диффузии цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта

Заключительной фазой инновационного процесса выступает распространение инноваций – диффузия инноваций, которая начинается с момента первого их применения [52].

Одну из ставших классической моделей диффузии инноваций предложил в 1960-х годах американский социолог Э. Роджерс [185]. Он рассматривает диффузию инноваций как особый тип коммуникации, обеспечивающий распространение инновации на протяжении длительного времени по определенным каналам между членами социальной системы.

Специфика диффузии обуславливается связью между сообщениями, которыми обмениваются агенты коммуникации, с новыми идеями. Новизна предполагает наличие неопределенности, а информация является одним из основных средств снижения неопределенности. Это позволяет концептуализировать распространение инноваций в терминах информации и неопределенности.

Модель Э. Роджерса включает четыре основных элемента:

– инновация – идея, практика или объект, которые индивид воспринимает как новые. С точки зрения социальных процессов не имеет значения, является ли эта «инновация» таковой объективно (сколько времени прошло с ее первого использования или изобретения), важна только оценка индивида. При этом считать все инновации эквивалентными единицами

анализа некорректно, т.к. на скорость их принятия влияют различные характеристики, в том числе относительное преимущество (насколько инновация воспринимается лучше, чем то, что она заменяет), совместимость (насколько инновация отвечает системе ценностей индивида и нормам общества), сложность (насколько трудно понять и использовать инновацию [110]), возможность экспериментирования (можно ли опробовать инновацию в ограниченном объеме, без значительных затрат), наблюдаемость (насколько заметны результаты внедрения);

– канал коммуникации, по которому информация передается от источника получателю. Каналы массовой информации позволяют быстро охватить большую аудиторию, но межличностные более эффективны в убеждении принять идею (особенно если получатель информации доверяет ее источнику). Люди, принимая или отвергая инновацию, ориентируются не только на объективные результаты исследований, но и на субъективный опыт тех, кого считают подобными себе. За счет этого диффузия поддерживается механизмами подражания пользователей партнерам по коммуникативной сети, которые уже приняли инновацию. Однако проблема состоит в том, что не все коммуникации происходят между гомофильными (сходными по определенным признакам) агентами. Например, один из агентов может быть настолько более технически компетентен, чем второй, что получатель просто не сможет понять доносимую информацию;

– время – очевидный аспект любого коммуникативного процесса, в том числе диффузии инноваций. Временное измерение учитывается, во-первых, при принятии инновации индивидом (длительность пути от получения первого знания до решения о принятии или отклонении), во-вторых, в инновационности конкретного индивида (насколько раньше или позже по сравнению с другими он принимает инновации), и в-третьих, в скорости принятия инновации системой (количество членов системы, принявших инновацию за единицу времени);

– социальная система – совокупность взаимосвязанных единиц (индивидов, групп, организаций и т.д.), которые совместно решают проблемы для достижения общей цели. Социальная система определяет границы распространения инновации. Протекание диффузии в значительной степени определяется социальной структурой системы, действующими в ней нормами, ролями лидеров общественного мнения и агентов изменений.

Рассматривая механизм диффузии, Э. Роджерс [185] исследует коммуникационную связь между двумя системами – «агентством изменений» (источник информации) и клиентской системой (рисунок 37). Роль агентов изменения – содействовать потоку инноваций от агентства изменений к аудитории. Эффективность инновации определяется соответствием инновации потребностям клиентов и обратной связью, обеспечивающей внесение корректировок.



Рисунок 37 – Роль агентов изменений в диффузии инноваций

Источник: составлено автором на основании [185]

Потребность в агентах изменений связана социальной и технической разницей между агентством изменений и клиентами, которые обычно менее компетентны. Значительная гетерофилия в технических знаниях, субкультурных языковых особенностях, социально-экономическом статусе, убеждениях и установках затрудняют прямое взаимодействие и порождают ролевые конфликты. Роль агентов изменений выражается в семи основных аспектах:

- развитие потребности в изменениях. Клиенты не всегда осознают необходимость изменения поведения, не видят возможности решения проблем;
- формирование коммуникаций;
- диагностирование проблем на основе анализа ситуации;
- инициирование намерений к изменению с акцентом на проблемы клиента;
- трансформация намерений в действия через работу с лидерами мнений для активации коммуникативной сети;
- стабилизация принятия и предотвращение прерывания нового поведения;
- развитие самообновляющегося поведения в клиентской системе.

Э. Роджерс [185] предложил классифицировать клиентов по степени инновационности, т.е. склонности к принятию изменений. Он отмечал, что инновационность является непрерывной переменной, и разделение на категории – это исключительно концептуальный прием:

- новаторы с энтузиазмом пробуют новые идеи и готовы идти на риск;
- ранние последователи – это лидеры мнений, ключевая аудитория для агентов изменений;
- раннее большинство принимает изменения непосредственно перед «средним» членом общества. Члены этой группы принимают изменения осознанно, им требуется больше времени, чем ранним последователям. Именно они обеспечивают связность системы;
- позднее большинство относится к инновациям скептически и принимает их в связи с экономической необходимостью или в ответ на растущее давление в коммуникативных сетях;

– консерваторы («отстающие») принимают инновацию последними
 – нередко к этому моменту идея уже вытесняется более новой. Консерваторы противостоят изменениям и крайне осторожны в их принятии.

Распределение по группам может быть описано нормальным законом распределения. Н.Мид и Т. Ислам [175] указывают на соответствие между моментом принятия инновации каждой категорией и кривой жизненного цикла инновации (рисунок 38).

Математическим описанием модели диффузии инноваций Э. Роджерса может служить уравнение (4):

$$\frac{\partial N(t)}{\partial t} = \frac{k \times N(t) \times (M - N(t))}{M}, \quad (4)$$

где: $N(t)$ – количество индивидов, принявших инновацию в момент времени t ;

M – максимальное возможное число пользователей;

k – масштабный коэффициент, характеризующий интенсивность диффузии.

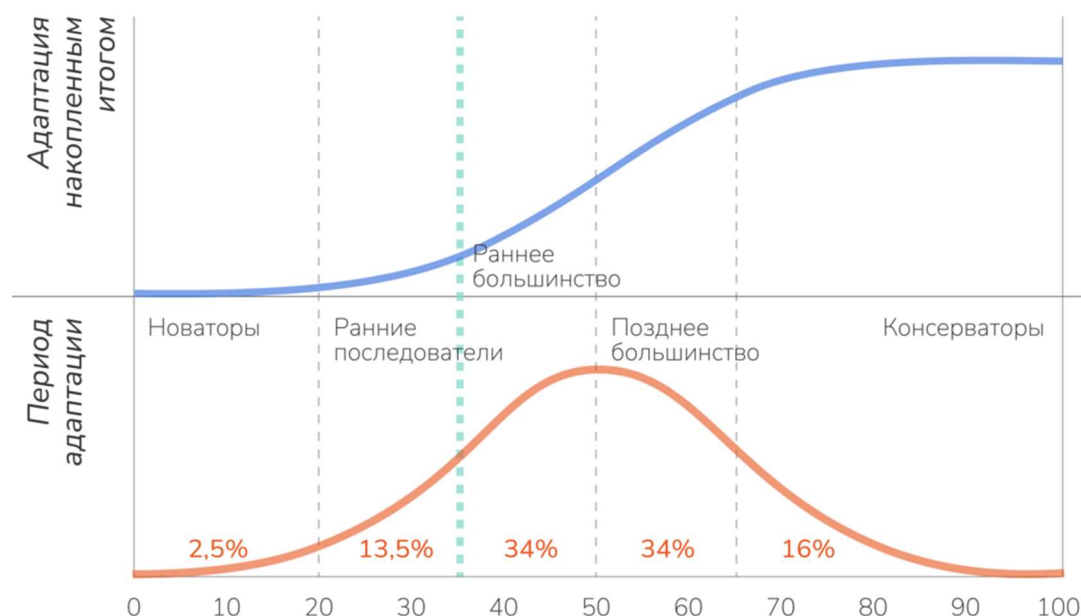


Рисунок 38 – Соответствие между кривой диффузии инноваций и принятием инновации категориями клиентов:

Источник: составлено автором на основании [52, 175]

Для того, чтобы найти приближенное решение дифференциального уравнения (4), можно использовать метод конечных разностей. Для этого дифференциальное уравнение заменяется на разностное [21].

Ф. Басс [150], основываясь на разработках Э. Роджерса, предложил математическую модель распространения нового продукта. Для целей моделирования он объединил четыре из пяти групп, выделенных Э. Роджерсом, положив в основу классификации не сроки принятия решений, а их механизм: новаторы, в отличие от имитаторов, не ориентируются на решения других индивидов, входящих в систему.

Вероятность приобретения инновации индивидом (рассматривается только первичное приобретение, без приобретения «на замену») в момент времени t определяется линейным уравнением (5):

$$P(t) = p + \frac{q}{m} Y(t), \quad (5)$$

где: p – константа, характеризующая вероятность покупки в начальный момент времени $t=0$ (т.е. $p=P(0)$) и отражающая значение новаторов;

q – константа, характеризующая роль имитационного поведения;

m – общее количество покупок за рассматриваемый период;

$Y(t)$ – число предыдущих покупателей.

Имитационная модель, реализованная в AnyLogic, представлена на рисунке 39.

Значение новаторов изначально будет велико, но со временем монотонно уменьшается. На ранних этапах жизненного цикла диффузии инновации рост количества потребителей зависит от рекламы, а затем – по принципу усиливающейся обратной связи – количество пользователей увеличивает поток новых потребителей [24].

Интенсивность продаж под влиянием межличностного общения зависит от ряда параметров:

- количество контактов индивида в единицу времени;

- сила убеждения владельцев продукта (являются ли они лидерами мнений, доверенными членами общества);
- вероятность того, что владелец продукта общается с индивидом, еще не приобретшим инновацию.

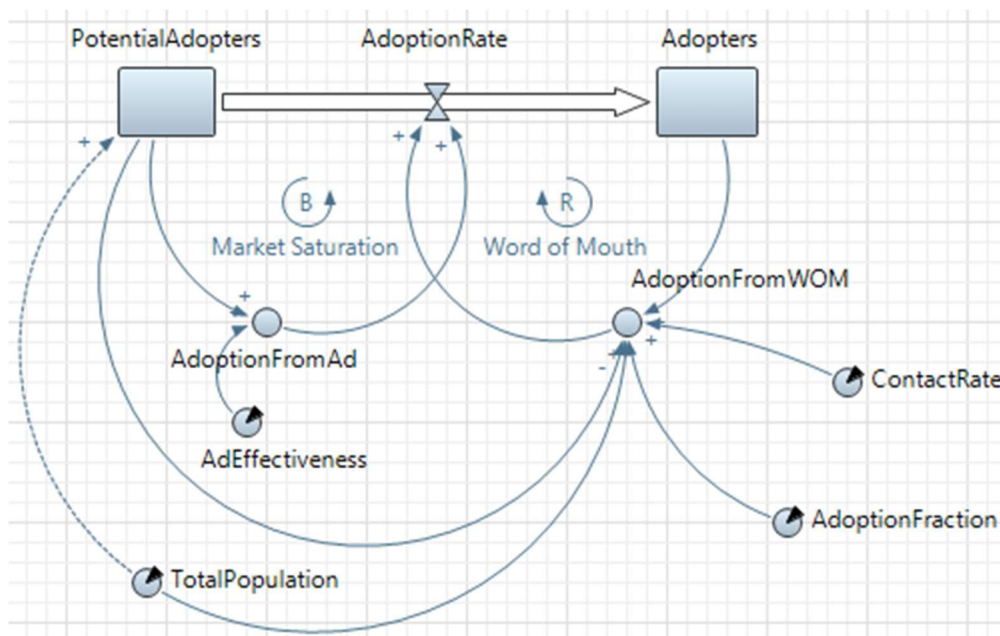


Рисунок 39 – Имитационная модель распространения инновационного продукта Ф. Басса в программе AnyLogic

Источник: составлено автором

Цикл общения увеличивает интенсивность перехода потенциальных пользователей в реальных, а цикл насыщения рынка – ослабляет.

Приведенная имитационная модель имеет практическое применение для оптимизации стратегии продвижения инновации.

Дж. Голденберг, Б. Либай и Э. Мюллер [165] на основе эмпирических данных (инновации в сфере бытовой электроники) исследовали феномен «двойного рынка», когда на определенном этапе жизненного цикла происходил спад в продажах, а спустя время наблюдался рост, превосходящий первоначальный пик (рисунок 40).

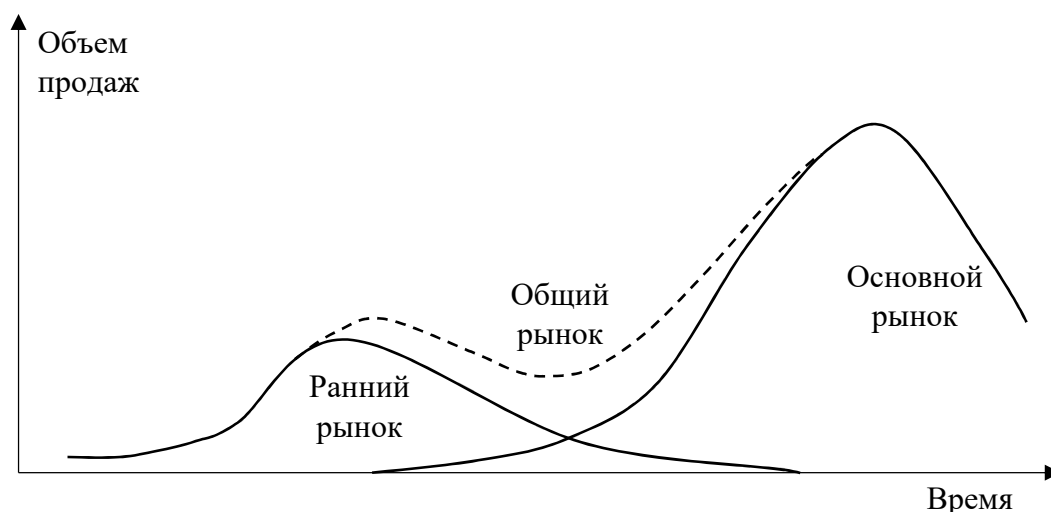


Рисунок 40 – Модель «двойного рынка»

Источник: составлено автором

Для объяснения наблюдаемого феномена авторы описали следующие эффекты:

- эффект размера раннего рынка. Когда основной рынок реагирует на инновацию достаточно медленно для возникновения «седловой зоны», увеличение начального пика (пика раннего рынка) приводит к увеличению глубины спада;
- эффект основного рынка. Параметры маркетинговых усилий и внутрирыночных коммуникаций способствуют уменьшению глубины и продолжительности спада, поскольку способствуют более раннему включению основного рынка;
- эффект межрыночных коммуникаций;
- эффект коммуникаций на раннем рынке. Высокая интенсивность межличностных коммуникаций на раннем рынке снижает глубину спада и ее продолжительность (вопреки ожиданиям, что быстрое развитие раннего рынка увеличит отставание более медленного основного рынка).

Л. Даунс и П. Нунес [45], анализируя опыт современных компаний, работающих в сфере информационных технологий, отмечают трансформацию указанных Э. Роджерсом закономерностей:

– уменьшение числа сегментов пользователей с пяти до двух: пользователи-тестировщики, активно участвующие в финальных стадиях разработки продукта (бета-тестеры), и все остальные. Смысл бета-тестирования заключается в том, что компания-разработчик привлекает добровольцев из числа потенциальных будущих пользователей к эксплуатации почти готовой версии продукта. В отличие от альфа-тестирования, которое проводится тестируемыми-профессионалами систематически, по определенным методикам, бета-тестеры просто используют функциональные возможности инновации для решения своих задач. Компания-разработчик получает возможность выявить максимальное число ошибок и собрать рекомендации до окончательного выхода на рынок. Кроме того, бета-тестирование может быть частью стратегии продвижения (привлечение внимания к продукту);

– сжатие графика-«колокола» до «акульего плавника». Инновация вызывает быстрый всплеск интереса, который так же быстро угасает.

Авторы выделяют два ключевых фактора такого сжатия.

Во-первых, интернет повысил интенсивность распространения информации. Потенциальный покупатель может ознакомиться с отзывами первых покупателей практически сразу после старта продаж. Это снижает неопределенность при принятии решения, и группы, менее склонные к риску, раньше вовлекаются в процесс (практически мгновенно). Соответственно, происходит изменение ландшафта информационных барьеров – категории барьеров, которые способны долго сдерживать диффузию новой технологии [77].

Второй фактор – быстрое устаревание цифровых компонентов (как аппаратной базы, так и программных модулей). Пока самые консервативные люди сомневаются, стоит ли приобретать продукт, ему на смену приходит новый – более дешевый или качественный.

В качестве иллюстрации можно привести статистику скачиваний приложения Pokémon Go – одной из первых многопользовательских игр для

смартфонов с технологией дополненной реальности, представленную на рисунке 41.

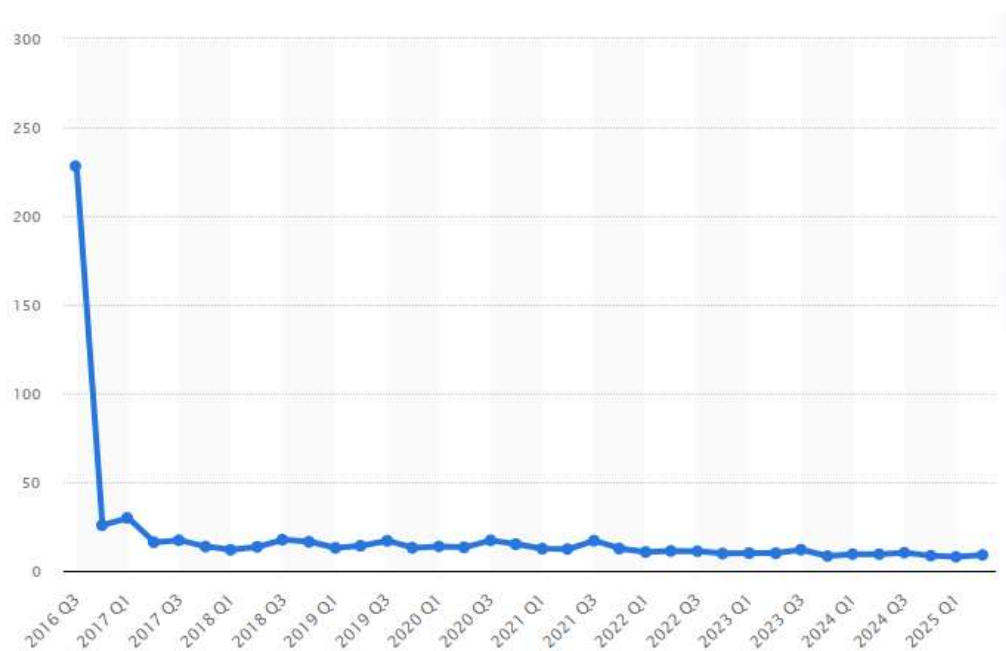


Рисунок 41 – Число скачиваний Pokémon Go, млн. ед.

Источник: [180]

В первом квартале после выхода приложения было зафиксировано более 228 миллионов скачиваний (в том числе более 10 млн. в первую неделю), во втором – 25,7 млн., в третьем – 29,81 млн. В последующие годы ни разу не была превзойдена отметка в 20 млн. скачиваний за квартал. Пользователи, заинтересовавшиеся инновацией, имели возможность получить приложение практически мгновенно.

Здесь необходимо уточнить, что речь идет о продуктах разового (или, по крайней мере, редкого) спроса. Так, повторные скачивания Pokémon Go могут быть вызваны приобретением нового устройства или желанием вернуться к игре спустя некоторое время после удаления, т.е. достаточно редкими в масштабах всего рынка событиями. В случае с инновациями, для которых характерны множественные приобретения одними и теми же пользователями (на замену), динамика продаж иная. Так, распределение дохода от

внутриигровых покупок внутри Pokémon Go близко к колоколообразному (рисунок 42).

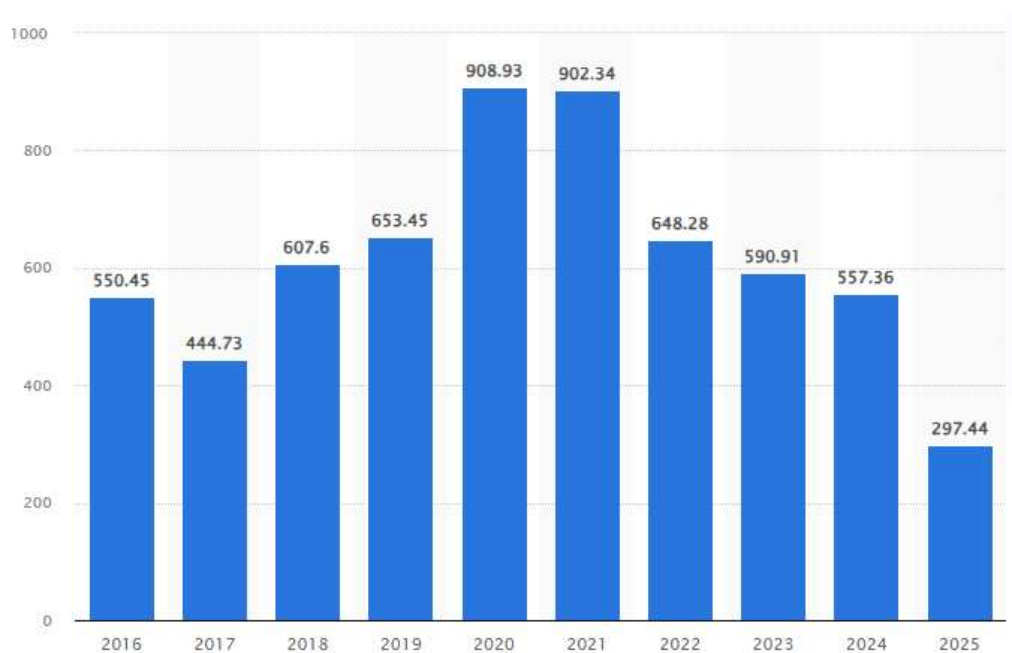


Рисунок 42 - Общий доход от покупок внутри приложений в Pokémon GO, млн. долл.

Источник: [148]

Анализ диффузии цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, осложняется непрерывностью обновлений продукта – иногда столь глубоких, что было бы корректным говорить о выпуске нового продукта. На рисунке 43 представлен график скачиваний приложения ChatGPT.

После спада, начавшегося в январе 2023 года, в мае 2024 года последовал рост, вызванный релизом GPT4o («o» от латинского «omni»), существенно улучшившим взаимодействие с текстом на языках, отличных от английского, а также с визуальными и аудиоданными [166]. Следующий период роста начался в августе 2024 года после представления расширенного голосового режима и серии моделей o1. В феврале 2025 года была выпущена модель GPT4.5, ставшая важным шагом в борьбе с «галлюцинациями», когда модель генерирует неточную или вымышленную информацию при отсутствии достоверных данных.

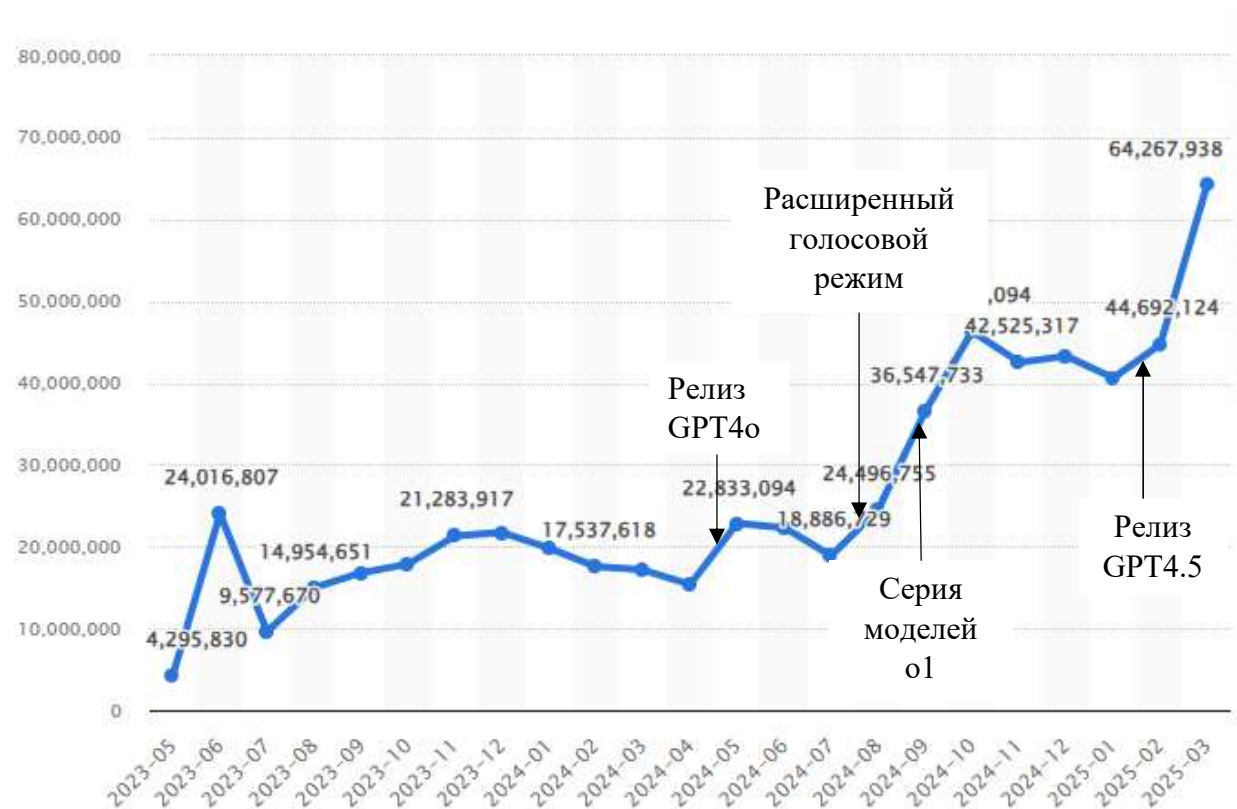


Рисунок 43 – Число скачиваний приложения ChatGPT (млн. загрузок) по месяцам

Источник: составлено автором по материалам [179, 123]

Статистика скачиваний приложения DeepSeek, выпущенного в начале 2025 года и пока не получившего масштабных обновлений, подтверждает выявленные тенденции. В таблице 15 представлена статистика скачиваний DeepSeek по кварталам 2025 года.

Таблица 15 – Статистика скачиваний приложения DeepSeek по кварталам 2025 года

Квартал	Число скачиваний, млн.
Первый квартал 2025 года (2025 Q1)	83
Второй квартал 2025 года (2025 Q2)	39
Третий квартал 2025 года (2025 Q3)	20

Источник: [157]

Скорость достижения пикового спроса и начала спада проиллюстрирована рисунком 44, на котором представлена статистика скачиваний по дням в первые недели после релиза.

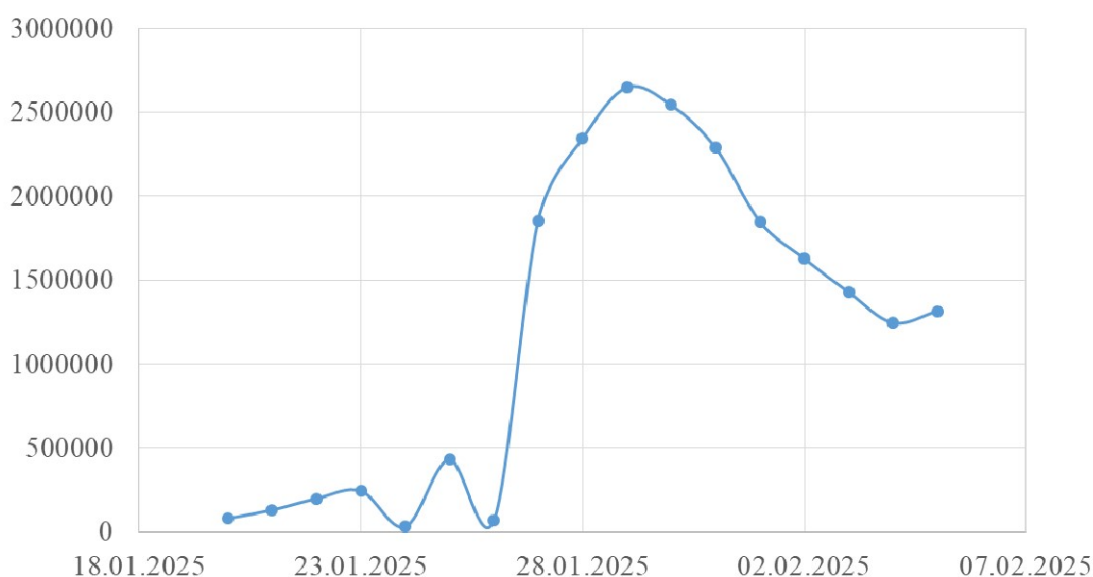


Рисунок 44 – Количество скачиваний DeepSeek по дням в первые недели после релиза

Источник: составлено автором по материалам [188]

Указанное сжатие спроса по оси времени порождает риски для компаний, концентрирующихся на одном продукте или потребительском сегменте. Типичные ошибки компаний, представляющих инновационный продукт:

- 1) чрезмерная экономия. Целесообразно выпускать минимально функциональный продукт, а затем дорабатывать его на основе обратной связи от пользователей. Падение спроса после первого пика – естественный процесс, связанный с особенностью жизненного цикла цифровой инновации (даже при высокой удовлетворенности пользователей). Важно еще до насыщения рынка запустить новый цикл, а не вкладывать все доступные ресурсы в улучшение существующего продукта;

- 2) неэффективная структура капитала. Тенденция быстрого насыщения рынка побуждает привлекать заемный капитал на ранних стадиях. Большая

доля заемных средств оправдана только в период экстраординарного роста. В условиях сжатия рынка кредиторы настаивают на переходе к стратегии экономии, в то время как компании необходимо инвестировать в инновации;

3) потеря основателя. В стартапах основатель (идейный вдохновитель) играет ключевую роль [121]. В случае, когда инвесторы после запуска первого продукта настаивают на переходе к профессиональному менеджменту, основатель вместе с ключевыми сотрудниками часто предпочитает запустить новый стартап. Менеджеры фокусируются на улучшении исходного продукта, который не выдерживает конкуренции со стороны новых игроков;

4) излишняя власть инвесторов, склонных к осторожности;

5) необоснованные надежды на стабильность мгновенного успеха, который впоследствии не удастся закрепить [115];

6) попадание в правовые ловушки.

В рамках экосистемного подхода к исследованию диффузии цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, инновации рассматриваются как результат взаимодействия разнородных, но взаимозависимых участников в едином пространстве, обеспечивающем совместное создание ценности и гибкие формы координации [19]. Успех инновационного продукта в таком контексте определяется не только его внутренними характеристиками и конкурентными преимуществами, но и уровнем развития сообщества – компаний, стартапов, университетов, потребителей, государства и платформ. Основные участники экосистемы:

- пользователи (потребители ценности);
- разработчики и создатели контента (участники, обогащающие продукт);
- рекламодатели;
- бизнес-партнеры;
- поставщики;
- инфраструктурные посредники.

Сообщество обеспечивает самоподдерживающийся цикл роста платформы [159]: обширный контент привлекает пользователей; широкая аудитория мотивирует создателей контента и возможностью монетизации за счет взаимодействия с партнерами и рекламодателями, которых интересует охват.

Основой развития платформ выступает сетевое взаимодействие с выраженным эффектом положительной обратной связи (рост одной составляющей стимулирует другие). Роль владельца платформы трансформируется. Он не создает ценность, а координирует участников, обеспечивает инфраструктуру для их взаимодействия. Доминирование инновации в значительной степени определяется ее способностью к набору первоначальной «критической массы».

Р.М. Нижегородцев, В.Д. Секерин и С.В. Лисафьев [79] отмечают, что для моделирования распространения инноваций могут быть применены модели, основанные на теории клеточных автоматов [163].

В соответствии с рассмотренным ранее жизненным циклом для каждой клетки автомата мы считаем оправданным ввести три дискретных состояния:

0 – готовность к принятию (внедрению) инновации;

1 – инновация внедрена;

2 – прекращение использования инновации (в том числе в связи с ее устареванием).

Состояние клетки с номером j в момент времени $t+1$ описывается соотношением (6):

$$y_j(t + 1) = F(y_j(t), O(j), T), \quad (6)$$

где: F – функция, определяющая правила перехода между состояниями;

$O(j)$ – окрестность, в которой содержатся клетки, оказывающие влияние на клетку j ;

T – шаг времени.

Каждая из клеток характеризуется двумя индивидуальными параметрами: склонностью к принятию инновации β и склонностью к отказу от инновации (внедренной) γ . Предлагаемое нами описание правил переходов между состояниями приведено в таблице 16.

Таблица 16 – Правила перехода между состояниями клеточного автомата

		Будущее состояние		
		0	1	2
Текущее состояние клетки	0	$\beta \cdot n_1 < p$, где n_1 – число клеток в окрестности, имеющих статус 1, p – пороговое значение принятия инновации	$\beta \cdot n_1 \geq p$	Переход невозможен
	1	Переход невозможен	$\gamma \cdot (n_1 + n_2) < q$, где n_2 – число клеток в окрестности, имеющих статус 2, q – пороговое значение отказа от инновации	$\gamma \cdot (n_1 + n_2) \geq q$
	2	Все клетки в окрестностях данной имеют статус 1 или 2	Переход невозможен	В окрестностях данной клетки хотя бы одна клетка имеет статус 0

Источник: составлено автором

Возможность перехода из статуса 2 в статус 0 обеспечивает переход на новый виток спирали жизненного цикла, готовность к внедрению следующих инноваций.

В качестве клеток могут быть рассмотрены не индивиды, а социально-экономические системы – в частности, регионы или государства. В таком случае большей аналитической ценностью обладает изучение распространения не отдельной инновации, а интегрального уровня внедрения инноваций. Соответственно, вместо дискретных статусов мы предлагаем использовать непрерывный показатель (балльная оценка уровня внедрения инноваций, определенная с помощью инструментария оценки инновационной деятельности регионов [71, 72]).

Логика изменения состояния каждой клетки в разработанной нами модели может быть описана следующими правилами:

1) на каждом шаге балльная оценка при отсутствии внешнего воздействия снижается, т.к. происходит устаревание внедренных инноваций. Скорость устаревания постоянна для всех клеток и определяется внешней средой. Если рассматривать длительный исторический процесс, скорость устаревания повышается (это подтверждается интервалами между промышленными революциями). Для моделирования в пределах нескольких лет скорость можно считать постоянной и одинаковой для всех клеток;

2) может произойти отказ от части инноваций, это снижает значение для конкретной клетки в соответствии с коэффициентом γ и с учетом влияния случайных факторов;

3) от соседей с более высоким уровнем инноваций может произойти диффузия – но не полная, а в соответствии с коэффициентом β конкретной клетки и с учетом влияния случайных факторов;

4) соседи с более низким уровнем не заставляют регион деградировать;

5) с некоторой вероятностью (зависящей от развития региона, его инновационного потенциала) в нем зарождаются собственные инновации (которые впоследствии могут распространяться на соседние клетки).

Ю.Д. Шмидт [143] отмечает, что в современных условиях повлиять на решение о принятии или непринятии инноваций могут не ближайшие соседи, а произвольно расположенные в пространстве агенты, и предлагает использовать комбинированный клеточный автомат, в котором состояние каждой клетки меняется в зависимости от состояния четырех ближайших соседей (окрестность фон Неймана) и четырех клеток, выбранных случайным образом.

В предложенной нами модели анализ не ограничивается непосредственными соседями, т.к. связи между регионами не требуют обязательного наличия общей географической границы. Влияние соседей характеризуется «степенью соседства» – теснотой взаимодействия между

клетками. Она определяется активностью взаимодействия (сложившимися социально-экономическими связями, политическими факторами) и наличием барьеров для диффузии (ярко проявляется, если рассматриваются не регионы страны, а различные государства). В случае анализа регионального взаимодействия в качестве метрики влияния для модели может использоваться матрица расстояний между региональными центрами.

С учетом вышесказанного для определения состояния j -ой клетки нами предложена формула (7). Первое слагаемое $(y_j(t) \cdot (1 - \gamma_j) \cdot O_{rand1})$ определяет состояние в новом периоде исходя из предыдущего состояния, меняющегося под действием естественного процесса отказа от части внедренных инноваций (с учетом случайных факторов). Второе слагаемое со знаком «минус» ($k_{уст}$) определяет влияние процесса устаревания инноваций (одинакового для всех клеток). Третье слагаемое $(\beta_j \cdot \sum_{y_j(t) < y_i(t)}^n r_{ij} \cdot rexp_i \cdot y_i(t) \cdot O_{rand2i})$ характеризует, какие инновации привносятся в клетку от соседей и учитывает склонность клетки к принятию инноваций, тесноту связи с соседями, способность каждого соседа к экспорту знаний, состояние соседа и влияние случайных факторов. Четвертое слагаемое $(IP_j(t) \cdot O_{rand3})$ характеризует возникновение инноваций непосредственно внутри рассматриваемой клетки и зависит от ее инновационного потенциала и случайных факторов:

$$y_j(t + 1) = y_j(t) \cdot (1 - \gamma_j) \cdot O_{rand1} - k_{уст} \cdot y_j(t) + IP_j(t) \cdot y_j(t) \cdot O_{rand3} + \beta_j \cdot \sum_{y_j(t) < y_i(t)}^n r_{ij} \cdot rexp_i \cdot \Delta_+(y_i(t)) \cdot O_{rand3i}, \quad (7)$$

где : $y_j(t + 1)$ – состояние j -ой клетки на шаге $t+1$;

$y_j(t)$ – состояние j -ой клетки на шаге t ;

γ_j – вероятность отказа от внедренных инноваций для клетки j ;

O_{rand1} – случайный коэффициент, влияющий на отказ от внедренных инноваций в j -ой клетке при переходе на шаг $t+1$;

$k_{уст}$ – показатель устаревания инноваций во внешней среде;

$IP_j(t)$ – инновационный потенциал j -ой клетки на шаге t ;

O_{rand2} – случайный коэффициент, определяющий появление инновации внутри клетки.

β_j – вероятность принятия инновации j -ой клеткой;

i – номер соседней клетки;

$rexp_i$ – индекс экспорта знаний i -ой клетки;

$\Delta_+(y_i(t))$ – положительное отклонение текущего состояния i -ой клетки от j -ой (если отклонение отрицательное, принимается равным 0);

r_{ij} – коэффициент тесноты связи между клетками i и j ;

O_{rand3i} – случайный коэффициент, влияющий на диффузию инновации из клетки i ;

Таким образом, базовые положения классических теорий диффузии инноваций не утрачивают актуальности для цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте.

В основу модели могут быть выявленные Э. Роджерсом и Ф. Бассом закономерности, согласно которым жизненный цикл диффузии определяется влиянием различных групп пользователей, дифференцированных по склонности к новациям и механизму принятия решения. В то же время для современных цифровых инноваций характерны отличия в механизмах диффузии, обусловленные влиянием ряда факторов:

- повышение интенсивности распространения информации;
- быстрое устаревание цифровых компонентов;
- усиление влияния сообщества, возрастание роли сетевых эффектов и положительной обратной связи.

Указанные тенденции приводят к следующим трансформациям жизненного цикла:

- уменьшение числа значимых классов пользователей до двух – бета-тестеры и остальные пользователи;
- сжатие жизненного цикла по временной оси – интерес к инновации быстро возникает и столь же быстро угасает;
- возникновение эффекта «победитель получает все», при котором компания получает доминирующее положение на рынке при условии успешного накопления «критической массы» пользователей на ранних этапах внедрения и развития сообщества.

Успех инновации определяется не только качественными характеристиками самого продукта, но и качеством взаимодействия с внешней средой, формированием экосистемы, в которой разработчик продукта берет на себя роль координатора связей. Это определяет стратегию разработчиков: целесообразно выпускать продукт с минимальной необходимой функциональностью, вкладывая ресурсы в развитие экосистемы, а затем дорабатывать саму платформу в соответствии с получаемой от пользователей информацией.

Мы предлагаем для описания модели распространения инноваций применять модели, основанные на теории клеточных автоматов. В качестве клеток предлагаем рассматривать не индивидов, а социально-экономические системы. В таком случае большей аналитической ценностью обладает изучение распространения не отдельной инновации, а интегрального уровня внедрения инноваций, то есть балльная оценка уровня внедрения инноваций. Определена логика изменения состояния каждой клетки в зависимости от состояния ее соседей и разработана математическая модель, учитывающая тесноту взаимодействия между соседними клетками. Понятие «соседства» в этом случае используется условно, т.к. в реальности регионы взаимодействуют не только с регионами, с которыми имеют географическую границу.

Выводы по главе 2

1 Рассматривая историю развития ИИ и динамику научных публикаций в данной сфере, стоит отметить высокий темп увеличения числа публикаций. Также зафиксирован значительный рост числа патентов в сфере ИИ – несмотря на сложности патентования, обусловленные спецификой патентного законодательства различных стран (во многих странах защита авторского права распространяется только на программное обеспечение; для алгоритмов подобная защита не предусмотрена).

Потребность в вычислительных ресурсах растет экспоненциально. Нами предложено разделение факторов, влияющих на продолжительность этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте, на следующие категории: информационные, технологические, организационные и инфраструктурные.

2 Оценка продолжительности этапов жизненного цикла инновации является сложной задачей. Это обусловлено специфическим характером инновационного процесса, принципиально отличающегося от типовых рутинных операций, которые позволяют производить достаточно точную оценку на основе накопленного опыта.

Инновационный проект некорректно рассматривать как совокупность последовательно выполняемых этапов. Проект выступает как процесс генерации новых знаний и возможностей. Происходит встраивание новых возможностей в продукт, использование новых знаний для его совершенствования.

Разработка плана оперирует различными горизонтами планирования, важнейшими из которых для продуктовой команды являются планирование дня, итерации и релиза.

Важно, что на каждом следующем шаге используется полученный на предыдущих шагах опыт (относительно продукта и процесса разработки в рамках существующей команды с поправкой на изменение внешних условий

и внутренней организации). Высокая неопределенность, характерная для инновационных проектов, требует закладывать в план запасы времени на риски: заранее невозможно предсказать все сложности, с которыми столкнется команда. Чем больше масштаб инновации, тем выше уровень неопределенности (особенно на ранних этапах планирования).

В случае с инновациями, основанными на искусственном интеллекте, важным источником неопределенности выступает неопределенность времени обучения модели. Этот фактор повышает значимость анализа обратной связи на каждом шаге. Для прогнозирования времени обучения может использоваться масштабирование результатов пробных запусков на небольшом объеме данных (1%, 5% и 10% датасета) на конкретном оборудовании с учетом параллелизации. Данный подход требует введения коэффициента риска на сбой оборудования и сетевые задержки в распределенных системах при высокой нагрузке.

3 Базовые положения классических теорий диффузии инноваций не утрачивают актуальности для цифровых инноваций, основанных на искусственном интеллекте.

В основу модели могут положены быть выявленные Э. Роджерсом и Ф. Бассом закономерности, согласно которым жизненный цикл диффузии определяется влиянием различных групп пользователей, дифференцированных по склонности к новациям и механизму принятия решения. В то же время для современных цифровых инноваций характерны отличия в механизмах диффузии, обусловленные влиянием ряда факторов:

- повышение интенсивности распространения информации;
- быстрое устаревание цифровых компонентов;
- усиление влияния сообщества, возрастание роли сетевых эффектов и положительной обратной связи.

Указанные тенденции приводят к следующим трансформациям жизненного цикла:

- уменьшение числа значимых классов пользователей до двух – бета-тестеры и остальные пользователи;
- сжатие жизненного цикла по временной оси – интерес к инновации быстро возникает и столь же быстро угасает;
- возникновение эффекта «победитель получает все», при котором компания получает доминирующее положение на рынке при условии успешного накопления «критической массы» пользователей на ранних этапах внедрения и развития сообщества.

Для моделирования распространения инноваций могут быть применены модели, основанные на теории клеточных автоматов.

В данной работе предложено в качестве клеток рассматривать балльную оценку уровня внедрения инноваций.

Определена логика изменения состояния каждой клетки в зависимости от состояния ее соседей и разработана математическая модель, учитывающая тесноту взаимодействия между соседними клетками. Понятие «соседства» в этом случае используется условно, т.к. в реальности регионы взаимодействуют не только с регионами, с которыми имеют географическую границу.

3 Научно-практические аспекты интеграции разработанных научно-методических положений в региональную стратегию цифровой трансформации (на материалах Ханты-Мансийского автономного округа – Югры)

3.1 Методический подход к интеграции проектов цифровых инноваций компаний в стратегию цифровой трансформации региона

Внедрение инноваций требует системного подхода. Эффективность интеграции проектов обеспечивается согласованностью деятельности на различных уровнях. Если внедрение инновации происходит в условиях недостаточной готовности внешней среды, результатом может стать нарушение инновационного баланса, переусложнение бизнес-процессов, дублирование функций и противодействие со стороны участников процесса, что в итоге приводит к отказу от внедрения.

Как отмечает Ю.В. Вертакова, формирование и переход к новому технологическому укладу, учитывающему глобальную цифровизацию всех сфер жизни человека, является основным стимулом для экономического роста стран в долгосрочном периоде [35]. В.А. Плотников [86, 87] указывает на необходимость активизации государственного управления в этой сфере.

Согласованность интеграции проектов цифровых инноваций достигается на основе стратегий и программ цифрового развития. Важность достижения цифровой зрелости закреплена на высшем уровне государственного стратегического планирования, в частности, указом Президента РФ о национальных целях развития [1], где цифровая трансформация определена в качестве одной из приоритетных задач наряду с обеспечением устойчивой и динамично развивающейся экономики.

На государственном уровне в период с 2018 по 2024 год был реализован Национальный проект «Цифровая экономика», целью которого было внедрение цифровых технологий в экономике и социальной сфере, создание условий для высокотехнологичного бизнеса, повышение

конкурентоспособности страны на глобальном рынке, укрепление национальной безопасности и повышение качества жизни граждан. В 2025 году началась реализация Национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [75]. Нацпроект призван повысить качество жизни граждан и эффективность практически всех ключевых отраслей социальной сферы, государственного и муниципального управления и ключевых сфер российской экономики, обеспечить переход к сбалансированному росту отраслей под влиянием цифровых технологий.

В национальный проект входят 9 федеральных проектов:

- Ц1. Инфраструктура доступа к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- Ц2. Цифровые платформы в отраслях социальной сферы
- Ц3. Искусственный интеллект
- Ц4. Цифровое государственное управление
- Ц5. Отечественные решения
- Ц6. Прикладные исследования и перспективные разработки
- Ц7. Инфраструктура кибербезопасности
- Ц8. Кадры для цифровой трансформации
- Ц9. Государственная статистика

В качестве фундаментальной парадигмы рассматривается экономика данных — качественно новая стадия развития экономической системы, базирующаяся на данных как ключевом факторе производства и стратегическом активе.

Критически важными концептами выступают цифровая трансформация государства и цифровая зрелость предприятий [88].

Цифровая трансформация государства предполагает системное реформирование комплекса государственного управления и публичного администрирования путем повсеместного внедрения сквозных цифровых технологий и платформенных решений, обеспечивающее достижение нового

уровня эффективности, прозрачности и скорости принятия управленческих решений.

Цифровая зрелость предприятий характеризует реальную готовность к осуществлению цифровой трансформации деятельности, стратегическому преобразованию бизнес-моделей, оптимизации операционной деятельности и формированию нового клиентского опыта. Цифровая зрелость определяет способность к интеграции в формируемую национальным проектом экосистему данных, взаимодействию с цифровым государством и извлечению ассоциированных с этими процессами конкурентных преимуществ.

Необходимость формирования региональных стратегий цифровой трансформации ключевых отраслей экономики, социальной сферы, государственного управления в целях достижения их «цифровой зрелости» была предусмотрена п.2 Перечня поручений Президента Российской Федерации по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта», состоявшейся 4 декабря 2020 года [3]. 22 июля 2024 года состоялось заседание подкомиссии по ключевым проектам цифровой трансформации при Правительстве РФ. Главам российских регионов было поручено в срок до декабря 2024 год разработать по согласованию с Минцифры России новые программы цифровой трансформации. В октябре 2024 года Минцифры направило в регионы официальное уведомление о переносе сроков утверждения стратегий цифровой трансформации с конца 2024 года на 1 апреля 2025 года. Был предложен новый подход к формированию региональной стратегии цифровой трансформации (таблица 17).

По итогам совещания с заместителями высших должностных лиц (руководителей высших органов исполнительной власти) субъектов РФ, ответственных за цифровую трансформацию, под председательством Заместителя Председателя Правительства РФ – Руководителя Аппарата Правительства РФ Д.Ю.Григоренко 27 февраля 2025 г. поручено разработать паспорт региональной программы цифровой трансформации. Работа по

стратегии цифровой трансформации региона остановлена на неопределенный срок.

Таблица 17 – Сравнительная характеристика подхода к формированию региональных стратегий цифровой трансформации 2021-2024 гг. и нового подхода, предложенного в 2024 году

Подход к формированию региональных стратегий цифровой трансформации 2021-2024 гг.	Новый подход к формированию региональных стратегий цифровой трансформации, предложенный в 2024 году
В рабочие группы включены руководители цифровой трансформации региональных органов исполнительной власти	На первом этапе в рабочие группы включены руководители цифровой трансформации региональных органов исполнительной власти, представители бизнеса и муниципальных образований, центров управления регионами, вузов, некоммерческих организаций, филиалов госкорпораций и региональных госкомпаний (предусмотрено обучение участников рабочих групп). На втором этапе – высшие должностные лица и правительства субъектов
За основу принимаются проекты федеральных органов исполнительной власти, не адаптированные под региональную специфику	Проводится оценка текущего состояния и целеполагание. В проект включаются сферы деятельности (отрасли) на основе экономически обоснованного выбора, осуществляется swot, tows-анализ, рассматриваются стратегические альтернативы, формирование «карты гипотез»
Заполнение осуществляется «по шаблону», проекты выбираются из перечня без учета региональной специфики, стратегия утверждается подписью высшего должностного лица	Портфель проектов формируется в согласовании с национальными целями, стратегическими направлениями цифровой трансформации и национальными проектами. Для каждого проекта формируется паспорт, осуществляется переход на портфельное управление проектами, мониторинг реализации. Утверждение стратегии – нормативным актом субъекта.
Финансирование осуществляется из различных государственных программ. Портфель проектов отсутствует (проекты не связаны)	Формируется комплексная региональная государственная программа, выполняется контроль от этапа целеполагания до отчета о реализации с мониторингом через систему электронного бюджета (имеется возможность оперативной корректировки бюджета)

Источник: составлено автором на основании [20]

Письмом Минцифры России № АЗ-П8-19511 от 28.02.2025 субъектам РФ было рекомендовано до 30 апреля 2025 г. направить в Минцифры России на согласование сформированный проект паспорта региональной программы цифровой трансформации на 2025 год и плановый период 2026-2027 годов

(далее – паспорт региональной программы ЦТ), а до 30 мая 2025 г. утвердить паспорт региональной программы ЦТ и направить его в Минцифры России. Письмом Минцифры России № АЗ-П30-29723 от 27.03.2025 разработка проекта паспорта региональной программы ЦТ приостановлена.

Таким образом, по состоянию на начало 2026 года вопросы актуализации региональных стратегий и программ цифровой трансформации остаются открытыми [114]. В большинстве регионов действуют региональные стратегии, утвержденные в 2021 году (с изменениями, внесенными в 2022 году в соответствии с подп. «г» п. 1 перечня поручений Президента от 05.08.2021 № Пр-1383 [4]) – изначально рассчитанные на период до 2024 года, позднее продленные на период до 2030 года.

В конце 2025 года Президент РФ Владимир Путин поручил правительству страны и регионам сформировать национальный план внедрения генеративного искусственного интеллекта (ИИ) в отраслях экономики, социальной сферы и государственном управлении на федеральном уровне и на уровне субъектов РФ [97].

Тем самым вопрос диффузии инноваций, связанных с искусственным интеллектом (в первую очередь – российских фундаментальных моделей генеративного искусственного интеллекта) – был выведен на новый уровень значимости.

В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре действует Стратегия цифровой трансформации, утвержденная Распоряжением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 2 июля 2021 года № 359-рп «О Стратегии цифровой трансформации Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (с изменениями от 12 августа 2022 года) [5].

Стратегия определяет перечень внедряемых отечественных технологий:

1. Квантовые технологии.
2. Нейротехнологии и искусственный интеллект.

2.1. Системы поддержки принятия решений, рекомендательные системы.

- 2.2. Компьютерное зрение.
- 2.3. Распознавание и синтез речи.
- 2.4. Обработка естественного языка, анализ текстов.
- 2.5. Машинный перевод.
- 2.6. Генерация текстов.
- 2.7. Поиск аномалий.
- 2.8. Анализ временным рядом.
3. Системы распределенного реестра.
4. Технологии беспроводной связи.
5. Новые производственные технологии.
6. Компоненты робототехники и сенсорики.
7. Технологии виртуальной и дополненной реальности.
8. Облачные технологии.
9. Технологии сбора и обработки больших данных.
10. Технологии пространственного анализа и моделирования.
11. Технологии систем распределенного реестра.
12. Технологии информационного моделирования.

Они должны быть применены в сферах здравоохранения, образования, развития городской среды, транспорта и логистики, социальной сферы государственного управления, строительства, безопасности, промышленности, энергетической инфраструктуры, экологии и природопользования, при оказании государственных услуг, информировании населения по вопросам предоставления государственных и муниципальных услуг, а также взаимодействия с органами и организациями.

Государственная программа цифрового развития утверждена Постановлением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10 ноября 2023 г. № 565-п [7]. Цели Программы – развитие информационного пространства на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий для повышения качества жизни граждан,

цифровизация системы управления в органах государственной власти автономного округа и организациях.

В рамках реализации проекта «Развитие цифровых и информационных проектов на территории субъектов Российской Федерации» в 2024 году были выполнены работы по развитию государственной автоматизированной информационной системы учета граждан, нуждающихся в получении государственной поддержки в жилищной сфере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

В рамках комплекса процессных мероприятий «Формирование электронного правительства, сопровождение информационных ресурсов и систем, обеспечение доступа к ним»:

- реализован Гос-QR в рамках работ по развитию АИС МФЦ Югры;
- создан модуль «Итоги социально-экономического развития» и доработан модуль «Прогноз социально-экономического развития».

Автоматизация процессов сбора и анализа информации позволяет оперативно реагировать на изменения социально-экономического положения автономного округа;

- создан модуль «Оперативный контроль в финансово-бюджетной сфере и сфере закупок Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и муниципальных образований Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» и модуль «Судебная работа» для Центра занятости Югры.

В ходе реализации регионального проекта «Информационная безопасность» организованы работы по тестированию на проникновение в информационные системы, включая поиск на ресурсах BugBounty.

Внедрен инструмент для анализа безопасности программного обеспечения, который помогает выявлять уязвимости и риски в их приложениях.

В рамках реализации комплекса процессных мероприятий осуществлено развитие Аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [15].

Реализация Стратегии и Программы позволила региону достичь высоких показателей цифровой трансформации, что подтверждается позицией в рейтингах (таблица 18).

Таблица 18 – Позиция Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в рейтингах цифровой трансформации

Рейтинг	Результат
Рейтинге региональных руководителей цифровой трансформации (РЦТ) за 2024 год (88 регионов, без учета Москвы) [94]	4 место
Рейтинг региональных руководителей цифровой трансформации на 15.07.2025 (без учета Москвы) [95]	4 место
Индекс цифровизации городского хозяйства «IQ городов» по итогам 2024 года [53]	Рейтинг регионов: 1 место Рейтинг «Крупные города»: 3 место (Сургут), 4 место (Нижневартовск) Рейтинг «Большие города» - 1 место (Ханты-Мансийск), 5 место (Нефтеюганск) Рейтинг «Средние города»: 2 место (Нягань), 3 место (Когалым), 4 место (Мегион) Рейтинг «Малые муниципальные образования»: 23-36 места
Рейтинг субъектов Российской Федерации по внедрению Платформы обратной связи за период 1 января 2025 г. – 30 сентября 2025 г. [99]	2 место
Индекс цифровой экосистемы регионов (ИЦЭР) [54]	5 место (3 место по масштабу инфраструктуры, 7 место по глубине сервисов, 9 место по технологичности)
Рейтинг цифровизации Ассоциации специалистов по торгам (2024) [100]	1 место

Источник: составлено автором

В регионе обеспечивается глубокая интеграция с федеральным порталом Госуслуг (gosuslugi.ru) и развитие вокруг него вспомогательных цифровых продуктов. Уникальность подхода к запросам жителей реализуется с помощью специального приложения «Госуслуги. Моя Югра», сервисов «Расту в Югре», «Активированные дни».

Среди лучших цифровых практик ХМАО отмечен цифровой сервис — портал «Охота в Югре». Цифровой сервис представляет собой специализированную отраслевую платформу, направленную на

цифровизацию процесса получения охотничьих разрешений и управления природными ресурсами. Ключевой акцент в развитии сервиса на 2025 год сделан на создание комплексной экосистемы для охотников и органов власти.

Основным нововведением стала полная цифровизация административных процедур. Сервис позволяет подавать заявления на добычу охотничьих ресурсов в электронном виде, отслеживать очередь в режиме реального времени, а также управлять заявками (перенос, отмена) без необходимости личного посещения ведомств.

В аналитическом докладе «Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 10» [98] отмечено высокое качество инновационной политики региона – 11 место (нормативная правовая база научно-технической и инновационной политики – 1 место, организационное обеспечение научно-технической и инновационной политики – 1 место, участие в федеральной научно-технической и инновационной политике – 25 место), и высокий потенциал цифровизации (5 место), при этом экспорт знаний развит слабо (68 место).

В Стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2036 года с целевыми ориентирами до 2050 года [6] вопросам цифровой трансформации и цифрового развития уделяется значительное внимание. Высокий уровень цифровизации рассматривается как позитивный внутренний фактор. Предусматривается, что задачи научно-инновационного лидерства и цифрового развития будут решаться за счет реализации Инновационной стратегии Югры и Стратегии научно-технологического развития автономного округа.

Одним из приоритетов развития автономного округа провозглашается «Югра – территория, где начинается будущее. Цифровой регион» (цель – достижение национального лидерства в сфере внедрения и использования современных цифровых технологий в экономике и социальной сфере, государственном и муниципальном управлении). Меры и механизмы достижения цели:

- создание системы поддержки и стимулирования роста вложений в отечественные решения в сфере цифровой экономики с учетом роста качества таких решений и с ориентацией на потребности регионального, российского и мирового рынка, а также стран БРИКС, стран-участниц Шанхайской организации сотрудничества и Евразийского экономического союза;
- стимулирование перехода к закупкам преимущественно отечественного программного обеспечения, телекоммуникационного оборудования и вычислительной техники;
- формирование на территории автономного округа пилотной территории для реализации наиболее передовых цифровых регуляторных режимов и технологий;
- актуализация и расширение программ высшего, среднего и дополнительного профессионального образования по наиболее востребованным или ранее отсутствовавшим направлениям и специальностям в сфере цифровой экономики;
- создание преференциальных условий для развития стартапов, крупных ИТ-компаний;
- участие автономного округа в национальном проекте «Экономика данных и цифровая трансформация государства»;
- участие в разработке комплексных решений по вопросам информационной безопасности, стандартизации и развития сотрудничества со странами БРИКС (Бразилия, Российская Федерация, Индия Китайская народная республика, Южно-Африканская Республика, Объединенные Арабские Эмираты, Иран, Эфиопия, Египет, Индонезия) и стран Шанхайской организации сотрудничества.

В ходе реализации Стратегии в части развития информационно-коммуникационного сектора как самостоятельной отрасли и глобальной цифровизации предусматривается достижение следующих целевых ориентиров:

1. Доля массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде, достигнет 100% к 2036 году и будет поддерживаться на данном уровне на период до 2050 года с учетом расширения перечня государственных услуг.

2. Доля домохозяйств, имеющих широкополосный доступ к сети интернет, достигнет к 2036 году 100% и будет поддерживаться на таком уровне в дальнейшей перспективе до 2050 года.

Запланирована реализация подпроекта «Цифровой магнит» проекта «Цифровая Югра». Цель подпроекта - позиционирование автономного округа как национального лидера в сфере цифровизации, привлекающего ведущие ИТ-компании для тестирования и внедрения передовых цифровых технологий, обеспечивающих экономический рост и повышение качества жизни населения.

В регионе создан Центр кибербезопасности, который системно обеспечивает защиту информационной инфраструктуры автономного округа от несанкционированных действий злоумышленников.

Таким образом, актуализация стратегий и программ региональной цифровой трансформации приобрела особую значимость в связи с поручением Президента РФ сформировать национальный план внедрения генеративного искусственного интеллекта (ИИ) в отраслях экономики, социальной сферы и государственном управлении на федеральном уровне и на уровне субъектов РФ. Тем самым вопрос диффузии инноваций, связанных с искусственным интеллектом (в первую очередь – российских фундаментальных моделей генеративного искусственного интеллекта) – был выведен на новый уровень значимости.

В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре действуют Стратегия цифровой трансформации и Государственная программа цифрового развития, реализация которых позволила региону достичь высоких показателей цифровой трансформации, что подтверждается позицией в рейтингах. В то же время представляется важной разработка новой стратегии цифровой трансформации, учитывающей изменения, произошедшие с момента принятия

действующего документа, а также расширение и углубление межрегиональных связей, позволяющих другим регионам внедрять успешные решения и лучшие практики.

3.2 Оценка влияния цифровых инноваций на базе искусственного интеллекта на экономическое развитие региона

В качестве инструмента для построения модели клеточного автомата, описанного в п. 2.3, нами был выбран табличный процессор MS Excel: структура листа, состоящего из ячеек, хорошо соответствует структуре модели, а вычислительный аппарат позволяет с помощью доступных функций вычислять новое состояние на основе предыдущего.

На первом этапе необходимо собрать исходные данные, определить коэффициенты, используемые в формуле (7).

В качестве исходного состояния клетки $y_j(t)$ принимается уровень цифровизации и внедрения ИИ в регионах России по состоянию на апрель 2025 года, представленный в таблице 19. Оценка производится по 9 ключевым направлениям развития по 20 индикаторам (экспертная оценка). Каждому региону (85 субъектов РФ, включая Москву и Санкт-Петербург, без новых территорий) присвоен итоговый балл по шкале от 0 до 100.

Показатель устаревания инноваций во внешней среде $k_{уст}$ принимаем равным 0,1 (исходя из установленного для целей налогового учета срока полезного использования нематериальных активов 10 лет).

Таблица 19 – Оценка исходного состояния уровня внедрения цифровых инноваций, связанных с искусственным интеллектом, в регионах России

Регион	Инфра-структура	Госуслуги	Умный город	Здраво-охранение	Образование	Проекты ИИ	Открытые данные	Экономика и инновации	Коммуникации	Итог
Алтайский край	1,6	2	0,7	0,9	0,6	0,3	0,1	2,2	3,9	12,3
Амурская область	3,8	4,5	2,5	2,7	2,4	2	0,7	4,8	5,4	28,8
Архангельская область	4	4,8	2,8	3	2,7	2,3	0,7	5	5,7	31
Астраханская область	2,3	2,8	1,1	1,3	1	0,6	0,2	3	4,1	16,4
Белгородская область	9,1	13,5	8,8	9,3	8,9	8,5	4,3	13,7	13,9	90
Брянская область	3	3,7	1,7	1,9	1,6	1,2	0,4	3,8	4,1	21,4
Владимирская область	3,3	4	2	2,2	1,9	1,5	0,6	4,2	4,3	24
Волгоградская область	5,4	6,8	4,3	4,5	4,3	3,8	1,4	6,7	6,8	44
Вологодская область	2,5	3,1	1,3	1,5	1,2	0,8	0,2	3,3	4,1	18
Воронежская область	6,6	8,9	5,6	6	5,9	5,7	2,3	8,9	9,2	59,1
Еврейская автономная обл,	1,3	1,7	0,5	0,7	0,4	0,2	0,1	1,9	3,8	10,6
Забайкальский край	3,7	4,3	2,4	2,6	2,3	1,9	0,7	4,6	5	27,5
Ивановская область	2,2	2,7	1	1,2	0,9	0,6	0,2	2,9	4,3	16
Иркутская область	4,9	6	3,8	3,9	3,7	3,3	1,1	6	6,3	39
Кабардино-Балкарская Респ,	3,4	4,1	2,1	2,3	2	1,6	0,5	4,3	4,7	25

Продолжение таблицы 19

Регион	Инфра-структура	Госуслуги	Умный город	Здраво-охранение	Образование	Проекты ИИ	Открытые данные	Экономика и инновации	Коммуникации	Итог
Калининградская область	7	9,1	5,9	6,1	6	5,9	2,5	9,3	9,6	61,4
Калужская область	7,3	10	6,4	6,8	6,7	6,5	2,8	10	9,5	66
Камчатский край	4,1	4,7	2,7	2,9	2,6	2,2	0,9	5,2	5,7	31
Карачаево-Черкесская Респ,	1,8	2,2	0,7	0,9	0,7	0,3	0,1	2,4	4,1	13,2
Кемеровская область	4,5	5,5	3,4	3,6	3,4	2,9	1,3	5,7	5,7	36
Кировская область	4,6	5,7	3,5	3,7	3,5	3	1,2	5,8	5,8	36,8
Костромская область	1,9	2,4	0,8	1	0,8	0,4	0,1	2,6	4,1	14,1
Краснодарский край	5,9	7,8	5,1	5,2	5,3	4,8	2	7,8	7,7	51,6
Красноярский край	6	7,6	5	5,1	5	4,7	1,9	7,9	7,8	51
Курганская область	1,3	1,4	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	1,8	3,5	9,3
Курская область	2,9	3,5	1,7	1,8	1,5	1,1	0,4	3,7	4,2	20,8
Ленинградская область	5,8	7,7	4,9	4,9	4,8	4,5	1,7	7,7	7,5	49,5
Липецкая область	4,1	5	3	3,2	2,9	2,5	0,9	5,3	5,8	32,7
Магаданская область	3,9	4,6	2,6	2,8	2,5	2,1	0,6	4,9	5,3	29,3
Москва	9,7	14	9,5	9,7	9,1	9,4	5	14,2	14,4	95
Московская область	8,5	12,8	7,7	8	8,1	7,1	3,9	11,9	12	80
Мурманская область	5,6	7,4	4,7	4,8	4,7	4,3	1,8	7,4	7,3	48
Ненецкий автономный округ	1,1	1,5	0,4	0,6	0,3	0,2	0,1	1,7	3,7	9,6
Нижегородская область	7,6	11	7,1	7,8	7,5	6,9	3,1	10,5	10,5	72

Продолжение таблицы 19

Регион	Инфра-структура	Госуслуги	Умный город	Здраво-охранение	Образование	Проекты ИИ	Открытые данные	Экономика и инновации	Коммуникации	Итог
Новгородская область	2,4	3	1,2	1,4	1,2	0,7	0,2	3,2	4,3	17,6
Новосибирская область	8,1	11,8	7,5	7,9	7,6	8,2	3,6	11,7	11,6	78
Омская область	4,3	5,4	3,3	3,5	3,3	2,8	1,1	5,5	5,8	35
Оренбургская область	8	11,5	7,4	7,7	7,8	7,3	3,2	11,5	12,1	76,5
Орловская область	2,6	3,2	1,4	1,5	1,3	0,8	0,3	3,4	4,1	18,6
Пензенская область	3,2	3,9	1,9	2,1	1,8	1,4	0,5	4,1	4,5	23,4
Пермский край	7,2	9,5	6,2	6,4	6,3	6	2,7	9,4	9,3	63
Приморский край	5	6,3	4	4,2	3,9	3,5	1,4	6,3	6,4	41
Псковская область	1,4	1,8	0,6	0,8	0,5	0,2	0,1	2	3,9	11,3
Респ, Северная Осетия–Алания	2,3	2,9	1,2	1,3	1,1	0,7	0,2	3,1	4,2	17
Республика Адыгея	2,8	3,4	1,6	1,7	1,4	1	0,3	3,6	4,2	20
Республика Алтай	1,5	1,9	0,5	0,7	0,5	0,2	0,1	2,1	3,9	11,4
Республика Башкортостан	7,8	10,5	6,6	7,4	7	6,7	3	10,7	10,3	70
Республика Бурятия	5,1	6,5	4,1	4,3	4	3,6	1,2	6,5	6,7	42
Республика Дагестан	3,6	4,4	2,3	2,5	2,2	1,8	0,6	4,5	5,1	27
Республика Ингушетия	1,7	2,1	0,6	0,8	0,6	0,3	0,1	2,3	4	12,5
Республика Калмыкия	2,7	3,3	1,5	1,6	1,3	0,9	0,3	3,5	4,1	19,2
Республика Карелия	6,1	8,1	5,2	5,4	5,2	5	1,8	8	8,2	53

Продолжение таблицы 19

Регион	Инфра-структура	Госуслуги	Умный город	Здраво-охранение	Образование	Проекты ИИ	Открытые данные	Экономика и инновации	Коммуникации	Итог
Республика Коми	4,3	5,1	2,9	3,1	2,8	2,4	0,8	5,1	5,7	32,2
Республика Крым	2	2,5	0,9	1,1	0,8	0,5	0,2	2,7	4	14,7
Республика Марий Эл	5,5	7,3	4,6	4,7	4,6	4,2	1,6	7,2	7,3	47
Республика Мордовия	5,4	7,1	4,5	4,8	4,5	4,1	1,5	7,1	7,5	46,5
Республика Саха (Якутия)	7	9,8	6,1	6,6	6,5	6,1	2,6	9,7	9,6	64
Республика Татарстан	8,9	13	8,5	9	8,7	8,8	4	13,5	12,6	87
Республика Тыва	0,9	1,3	0,3	0,6	0,3	0,2	0,1	1,7	3,5	8,9
Республика Хакасия	4,4	5,3	3,2	3,4	3,1	2,7	1	5,6	5,9	34,6
Ростовская область	5,2	6,6	4,2	4,4	4,2	3,7	1,3	6,6	6,8	43
Рязанская область	3,1	3,8	1,8	2	1,7	1,3	0,4	3,9	4	22
Самарская область	6,8	9,4	6	6,5	6,4	5,8	2,4	9,1	10,1	62,5
Санкт-Петербург	8,9	12,3	9,4	8,6	8,2	8,8	4,4	12,5	12,9	86
Саратовская область	4,2	5,1	3,1	3,3	3	2,6	1	5,4	5,9	33,6
Сахалинская область	8,3	11,1	7,2	7,5	7,4	7,1	3,5	11	10,9	74
Свердловская область	8,2	12	7,8	8,1	7,9	7,5	3,8	12	11,7	79
Севастополь	2,1	2,6	0,9	1,2	0,9	0,5	0,1	2,8	4,2	15,3
Смоленская область	4,7	5,9	3,6	3,8	3,6	3,1	1	6,1	6,2	38
Ставропольский край	3,5	4,2	2,2	2,4	2,1	1,7	0,6	4,4	4,9	26
Тамбовская область	1,1	1,4	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	1,7	3,6	9,1

Продолжение таблицы 19

Регион	Инфра-структура	Госуслуги	Умный город	Здраво-охранение	Образование	Проекты ИИ	Открытые данные	Экономика и инновации	Коммуникации	Итог
Тверская область	1	1,3	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	1,6	3,5	8,7
Томская область	7,4	10,8	6,8	7,1	7,7	7,4	3,2	10,3	10,3	71
Тульская область	7,5	10,2	6,5	6,9	6,8	6,6	2,9	10,2	9,6	67,2
Тюменская область	7,9	11,3	7	7,4	7,3	7	3,3	10,8	10,9	72,9
Удмуртская Республика	5,3	7	4,4	4,6	4,4	3,9	1,7	6,9	6,8	45
Ульяновская область	6,3	8,2	5,4	5,5	5,4	5,1	2	8,3	8,5	54,7
Хабаровский край	4,8	6,2	3,9	4	3,8	3,4	1,3	6,1	6,5	40
Ханты-Мансийский АО – Югра	8,7	12,5	8	8,3	8,4	7,9	3,3	12,6	12,3	82
Челябинская область	8,4	12,2	7,9	8,5	8	7,8	3,5	12,3	11,8	80,4
Чеченская Республика	2,1	2,3	0,7	1	0,7	0,4	0,2	2,5	4,2	14,1
Чувашская Республика	6,5	8,4	5,3	5,7	5,5	5,4	2,1	8,5	8,6	56
Чукотский автономный округ	1,2	1,6	0,4	0,6	0,4	0,2	0,1	1,8	3,7	10
Ямало-Ненецкий АО	8,5	12,8	8,1	8,7	8,1	8,2	3,7	12,8	12,1	83
Ярославская область	6,4	8,7	5,5	5,8	5,7	5,5	2,2	8,8	9,4	58

Источник: рассчитано автором по материалам [101] (Приложение)

γ_j – вероятность отказа от внедренных инноваций для клетки j – зависит от качества инновационной политики в регионе. Расчет выполняется по формуле (8), отражающей обратную зависимость между показателями (чем выше качество инновационной политики, тем ниже вероятность отказа от внедренных инноваций):

$$\gamma_j = e^{-10 \cdot \text{ИКИП}}, \quad (8)$$

где: γ_j – вероятность отказа от внедренных инноваций для клетки j ;

e – основание натурального логарифма;

ИКИП – индекс качества инновационной политики региона (по данным [98]).

β_j – вероятность принятия инновации j -ой клеткой – определяется социально-экономическими условиями инновационной деятельности (индекс социально-экономических условий инновационной деятельности по данным [98]).

$rexp_i$ – индекс экспорта знаний i -ой клетки – определяется экспортной активностью региона в части экспорта знаний (индекс экспорта знаний по данным [98]);

$IP_j(t)$ – инновационный потенциал j -ой клетки на шаге t – определен по данным [98].

Указанные коэффициенты приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Показатели, характеризующие регионы (вероятность отказа от внедренных инноваций, вероятность принятия инновации, экспортная активность, инновационный потенциал)

Регион	Вероятность отказа от инновации	Вероятность принятия инноваций	Индекс экспорта знаний	Инновационный потенциал
Алтайский край	0,001993	0,2812	0,285	0,2786
Амурская область	0,084163	0,3291	0,138	0,3266
Архангельская область	0,005917	0,3558	0,364	0,3625
Астраханская область	0,013501	0,345	0,441	0,3193

Продолжение таблицы 20

Регион	Вероятность отказа от инновации	Вероятност ь принятия инноваций	Индекс экспорта знаний	Инноваци- онный потенциал
Белгородская область	0,003864	0,3174	0,347	0,4968
Брянская область	0,038388	0,3365	0,158	0,3925
Владимирская область	0,002174	0,3712	0,343	0,3825
Волгоградская область	0,001898	0,3691	0,399	0,3729
Вологодская область	0,002909	0,3487	0,311	0,3651
Воронежская область	0,010368	0,4269	0,336	0,3516
Еврейская автономная обл,	0,111582	0,1757	0,097	0,2998
Забайкальский край	0,041836	0,2776	0,021	0,278
Ивановская область	0,026305	0,314	0,354	0,3967
Иркутская область	0,001625	0,3645	0,43	0,39
Кабардино-Балкарская Респ,	0,006461	0,2067	0,368	0,2996
Калининградская область	0,000778	0,3703	0,414	0,4113
Калужская область	0,000435	0,4055	0,407	0,3742
Камчатский край	0,029393	0,3011	0,038	0,2825
Карачаево-Черкесская Респ,	0,049588	0,2542	0,398	0,3045
Кемеровская область	0,003621	0,3636	0,325	0,3914
Кировская область	0,002781	0,3136	0,229	0,4074
Костромская область	0,008205	0,3453	0,287	0,4173
Краснодарский край	0,000591	0,3065	0,428	0,393
Красноярский край	0,000277	0,359	0,294	0,3782
Курганская область	0,013207	0,36	0,119	0,2929
Курская область	0,014422	0,3402	0,354	0,3682
Ленинградская область	0,134257	0,337	0,224	0,3601
Липецкая область	0,00225	0,3556	0,189	0,3781
Магаданская область	0,007447	0,3579	0,017	0,1944
Москва	0,000181	0,7041	0,784	0,5081
Московская область	0,000885	0,4598	0,421	0,443
Мурманская область	0,015764	0,3534	0,291	0,3294
Ненецкий автономный округ	0,23504	0,256	0	0,2254
Нижегородская область	0,000196	0,4616	0,677	0,4717
Новгородская область	0,000273	0,301	0,521	0,3699
Новосибирская область	0,00015	0,4773	0,556	0,4816
Омская область	0,001705	0,4256	0,531	0,3552
Оренбургская область	0,005462	0,369	0,361	0,3735
Орловская область	0,012034	0,3077	0,436	0,32
Пензенская область	0,001519	0,3375	0,389	0,2809
Пермский край	0,003424	0,4753	0,412	0,4149

Продолжение таблицы 20

Регион	Вероятность отказа от инновации	Вероятност ь принятия инноваций	Индекс экспорта знаний	Инноваци- онный потенциал
Приморский край	0,003705	0,3731	0,395	0,3709
Псковская область	0,024282	0,3197	0,141	0,3062
Республика Адыгея	0,018261	0,3117	0,406	0,4122
Республика Алтай	0,042426	0,2481	0,036	0,1584
Республика Башкортостан	0,000187	0,4422	0,362	0,4267
Республика Бурятия	0,004149	0,3675	0,187	0,3037
Республика Дагестан	0,007447	0,2063	0,142	0,2856
Республика Ингушетия	0,127327	0,1756	0,024	0,1039
Республика Калмыкия	0,03484	0,2817	0,264	0,2959
Республика Карелия	0,000303	0,2777	0,454	0,4045
Республика Коми	0,003076	0,3313	0,196	0,3604
Республика Крым	0,012984	0,2494	0,149	0,3229
Республика Марий Эл	0,013829	0,4384	0,43	0,5078
Республика Мордовия	0,000641	0,3314	0,485	0,3912
Республика Саха (Якутия)	0,000398	0,327	0,244	0,2877
Республика Северная Осетия–Алания	0,012651	0,2764	0,112	0,3497
Республика Татарстан	0,000137	0,4831	0,533	0,4381
Республика Тыва	0,008027	0,2302	0,188	0,2428
Республика Хакасия	0,003599	0,2509	0,005	0,2403
Ростовская область	0,001717	0,39	0,355	0,3832
Рязанская область	0,001885	0,4133	0,206	0,362
Самарская область	0,000253	0,4825	0,468	0,3847
Санкт-Петербург	0,000399	0,5632	0,749	0,481
Саратовская область	0,000886	0,4618	0,318	0,3397
Сахалинская область	0,00338	0,3838	0,138	0,2372
Свердловская область	0,001423	0,4537	0,441	0,4146
Севастополь	0,073977	0,2973	0,257	0,3946
Смоленская область	0,00719	0,3234	0,5	0,3702
Ставропольский край	0,000698	0,2883	0,293	0,3108
Тамбовская область	0,001645	0,3249	0,436	0,3474
Тверская область	0,029629	0,345	0,313	0,3095
Томская область	0,000755	0,4588	0,739	0,5745
Тульская область	0,000332	0,3937	0,474	0,2822
Тюменская область	0,001242	0,4138	0,551	0,3632
Удмуртская Республика	0,001964	0,3511	0,275	0,2903
Ульяновская область	0,001813	0,4177	0,555	0,5185
Хабаровский край	0,003164	0,3703	0,291	0,2444
Ханты-Мансийский АО – Югра	0,000309	0,4474	0,148	0,3245
Челябинская область	0,001883	0,4297	0,377	0,3309

Продолжение таблицы 20

Регион	Вероятность отказа от инновации	Вероятность принятия инноваций	Индекс экспорта знаний	Инновационный потенциал
Чеченская Республика	0,002611	0,2243	0,013	0,297
Чувашская Республика	0,000291	0,4001	0,346	0,3254
Чукотский автономный округ	0,142559	0,281	0	0
Ямало-Ненецкий АО	0,006992	0,4729	0	0,3266
Ярославская область	0,005164	0,4471	0,388	0,3549

Источник: рассчитано автором по данным [98].

r_{ij} – коэффициент тесноты связи между клетками i и j – зависит от расстояния между регионами.

Пространственная экономика сталкивается со следующей проблемой: регионы не являются точечными объектами, а расстояние может быть рассчитано только между двумя точками. Существуют различные подходы к ее решению, в частности:

- определение расстояния по принципу «ближайшего соседа» - минимального расстояния между точками, принадлежащими соответствующим объектом. При этом подходе расстояние между регионами, имеющими общую границу, принимается равным нулю;
- определение расстояния по наиболее удаленным точкам;
- самый распространенный подход – расстояние между столицами (региональными центрами);
- расстояние между «центрами тяжести». В случае анализа диффузии инноваций определение набора объектов, на основе которого рассчитывается положение центра тяжести, является нетривиальной задачей, т.к. должен включать не только «источники», но и «приемники» инноваций.

Считаем оправданным использовать в целях моделирования диффузии инноваций расчет расстояний между региональными центрами как наиболее адекватный (в большинстве регионов административный центр является одновременно и научным центром, и центром принятия управленческих

решений) и удобный для применения (не требует дополнительных объемных вычислений).

Применяемый подход к определению силы взаимодействия базируется на гравитационном законе, в соответствии с которым – по аналогии с одноименным физическим законом – силу взаимодействия между объектами (в данном случае – клетками) считают обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Линии действия рассматриваемых сил распространяются в радиальном направлении от источника. По мере того, как площадь сферы (в проекции которой находятся точки-приемники воздействия) растет пропорционально квадрату радиуса, интенсивность «излучения» изменяется обратным образом. Фрагмент матрицы силы взаимодействия (Уральский федеральный округ) представлен в таблице 21. В расчетах использована матрица, включающая 85 регионов.

Таблица 21 - Фрагмент матрицы силы взаимодействия (Уральский федеральный округ)

Регион	Курган- ская обл.	Свердлов- ская обл.	Тюмен- ская обл.	Ханты- Мансийский АО - Югра	Челябин- ская обл.	Ямало- Ненецкий АО
Курганская область	0,000000	0,007506	0,025508	0,001358	0,014133	0,000340
Свердловская область	0,007506	0,000000	0,009585	0,000996	0,021633	0,000288
Тюменская область	0,025508	0,009585	0,000000	0,002228	0,005806	0,000429
Ханты- Мансийский АО – Югра	0,001358	0,000996	0,002228	0,000000	0,000867	0,000932
Челябинская область	0,014133	0,021633	0,005806	0,000867	0,000000	0,000268
Ямало- Ненецкий АО	0,000340	0,000288	0,000429	0,000932	0,000268	0,000000

Источник: рассчитано автором

Результат расчета (влияние случайных факторов исключено для сопоставимости результатов моделирования) представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет прогноза уровня внедрения цифровых инноваций в регионах

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Алтайский край	12,3	12,66	13,05	13,47	Республика Адыгея	20	21,25	22,52	23,83
Амурская область	28,8	26,66	24,69	22,87	Республика Алтай	11,4	10,57	9,84	9,19
Архангельская область	31	31,63	32,29	32,96	Республика Башкортостан	70	73,04	76,20	79,49
Астраханская область	16,4	16,65	16,91	17,18	Республика Бурятия	42	41,90	41,80	41,70
Белгородская область	90	95,56	101,46	107,73	Республика Дагестан	27	26,74	26,50	26,26
Брянская область	21,4	22,52	23,68	24,88	Республика Ингушетия	12,5	11,36	10,82	10,60
Владимирская область	24	26,72	29,52	32,41	Республика Калмыкия	19,2	18,91	18,66	18,45
Волгоградская область	44	45,18	46,39	47,65	Республика Карелия	53	54,93	56,94	59,02
Вологодская область	18	19,46	20,97	22,53	Республика Коми	32,2	33,00	33,82	34,67
Воронежская область	59,1	59,89	60,74	61,65	Республика Крым	14,7	14,83	14,97	15,11
Еврейская автономная обл,	10,6	9,60	8,71	7,92	Республика Марий Эл	47	51,23	55,51	59,87
Забайкальский край	27,5	26,18	24,93	23,75	Республика Мордовия	46,5	48,36	50,32	52,37
Ивановская область	16	18,52	21,04	23,59	Республика Саха (Якутия)	64	63,71	63,43	63,15
Иркутская область	39	40,14	41,31	42,52	Респ, Северная Осетия–Алания	17	17,44	17,88	18,32
Кабардино-Балкарская Респ,	25	24,96	24,92	24,90	Республика Татарстан	87	91,00	95,18	99,57
Калининградская область	61,4	63,67	66,02	68,46	Республика Тыва	8,9	8,76	8,64	8,52
Калужская область	66	68,19	70,47	72,89	Республика Хакасия	34,6	33,85	33,12	32,42
Камчатский край	31	29,92	28,88	27,87	Ростовская область	43	44,33	45,71	47,13
Карачаево-Черкесская Респ,	13,2	13,23	13,29	13,38	Рязанская область	22	25,37	28,75	32,16
Кемеровская область	36	37,50	39,10	40,79	Самарская область	62,5	64,48	66,52	68,64
Кировская область	36,8	38,48	40,23	42,06	Санкт-Петербург	86	91,17	96,64	102,45
Костромская область	14,1	18,12	22,02	25,87	Саратовская область	33,6	34,68	35,81	36,98
Краснодарский край	51,6	53,23	54,90	56,64	Сахалинская область	74	72,20	70,45	68,74

Продолжение таблицы 22

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Красноярский край	51	52,37	53,79	55,25	Свердловская область	79	81,93	84,95	88,09
Курганская область	9,3	10,67	12,03	13,37	Севастополь	15,3	14,83	14,40	14,01
Курская область	20,8	23,07	25,40	27,79	Смоленская область	38	39,12	40,29	41,50
Ленинградская область	49,5	43,96	39,12	34,88	Ставропольский край	26	26,35	26,72	27,11
Липецкая область	32,7	34,88	37,09	39,34	Тамбовская область	9,1	11,38	13,68	16,00
Магаданская область	29,3	28,06	26,88	25,75	Тверская область	8,7	11,44	14,12	16,76
Москва	95	101,57	108,60	116,11	Томская область	71	77,49	84,56	92,26
Московская область	80	83,76	87,71	91,84	Тульская область	67,2	67,33	67,62	68,13
Мурманская область	48	47,75	47,52	47,29	Тюменская область	72,9	74,41	75,95	77,53
Ненецкий автономный округ	9,6	7,21	5,46	4,17	Удмуртская Республика	45	45,22	45,49	45,81
Нижегородская область	72	76,24	80,72	85,46	Ульяновская область	54,7	59,09	63,75	68,71
Новгородская область	17,6	19,27	20,95	22,66	Хабаровский край	40	39,16	38,33	37,53
Новосибирская область	78	82,71	87,71	93,01	Ханты-Мансийский АО – Югра	82	82,65	83,30	83,96
Омская область	35	35,83	36,68	37,56	Челябинская область	80,4	81,08	81,79	82,52
Оренбургская область	76,5	77,98	79,48	81,02	Чеченская Республика	14,1	14,43	14,75	15,08
Орловская область	18,6	20,37	22,14	23,92	Чувашская Республика	56	57,22	58,55	59,99
Пензенская область	23,4	24,53	25,71	26,93	Чукотский автономный округ	10	7,58	5,75	4,37
Пермский край	63	65,38	67,86	70,42	Ямало-Ненецкий АО	83	83,16	83,31	83,47
Приморский край	41	41,84	42,69	43,55	Ярославская область	58	59,27	60,62	62,05
Псковская область	11,3	11,94	12,59	13,25					

Источник: рассчитано автором

Обобщенные показатели развития представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Обобщенные показатели уровня внедрения цифровых инноваций в регионах

Показатель	Период t	Период t+1	Период t+2	Период t+3
Максимальное значение	95,00	101,57	108,60	116,11
Минимальное значение	8,70	7,21	5,46	4,17
Среднее значение	40,86	42,05	43,34	44,72
Суммарное значение	3473,30	3574,35	3683,61	3801,05

Источник: рассчитано автором

Проанализируем влияние политики, проводимой в Ханты-Мансийском автономном округе, на развитие регионов в целом.

Для этого рассмотрим следующие сценарии, характеризующиеся возможным изменением различных факторов:

- Сценарий 1: увеличение на 10% индекса качества инновационной политики;
- Сценарий 2: повышение на 10% индекса социально-экономических условий инновационной деятельности;
- Сценарий 3: повышение на 10% экспортной активности;
- Сценарий 4: повышение на 10% инновационного потенциала;
- Сценарий 5: одновременное увеличение показателей, указанных в сценариях 1-4, на 10%.

Сценарий 1: увеличение на 10% индекса качества инновационной политики. Прогноз по регионам представлен в таблице 24, обобщенные показатели в таблице 25.

Таблица 24 – Расчет прогноза уровня внедрения цифровых инноваций в регионах (Сценарий 1)

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Алтайский край	12,3	12,66	13,05	13,47	Республика Адыгея	20	21,25	22,52	23,83
Амурская область	28,8	26,66	24,69	22,87	Республика Алтай	11,4	10,57	9,84	9,19
Архангельская область	31	31,63	32,29	32,96	Республика Башкортостан	70	73,04	76,20	79,49
Астраханская область	16,4	16,65	16,91	17,18	Республика Бурятия	42	41,90	41,80	41,70
Белгородская область	90	95,56	101,46	107,73	Республика Дагестан	27	26,74	26,50	26,26
Брянская область	21,4	22,52	23,68	24,88	Республика Ингушетия	12,5	11,36	10,82	10,60
Владимирская область	24	26,72	29,52	32,41	Республика Калмыкия	19,2	18,91	18,66	18,45
Волгоградская область	44	45,18	46,39	47,65	Республика Карелия	53	54,93	56,94	59,02
Вологодская область	18	19,46	20,97	22,53	Республика Коми	32,2	33,00	33,82	34,67
Воронежская область	59,1	59,89	60,74	61,65	Республика Крым	14,7	14,83	14,97	15,11
Еврейская автономная обл,	10,6	9,60	8,71	7,92	Республика Марий Эл	47	51,23	55,51	59,87
Забайкальский край	27,5	26,18	24,93	23,75	Республика Мордовия	46,5	48,36	50,32	52,37
Ивановская область	16	18,52	21,04	23,59	Республика Саха (Якутия)	64	63,71	63,43	63,15
Иркутская область	39	40,14	41,31	42,52	Респ, Северная Осетия–Алания	17	17,44	17,88	18,32
Кабардино-Балкарская Респ,	25	24,96	24,92	24,90	Республика Татарстан	87	91,00	95,18	99,57
Калининградская область	61,4	63,67	66,02	68,46	Республика Тыва	8,9	8,76	8,64	8,52
Калужская область	66	68,19	70,47	72,89	Республика Хакасия	34,6	33,85	33,12	32,42
Камчатский край	31	29,92	28,88	27,87	Ростовская область	43	44,33	45,71	47,13
Карачаево-Черкесская Респ,	13,2	13,23	13,29	13,38	Рязанская область	22	25,37	28,75	32,16
Кемеровская область	36	37,50	39,10	40,79	Самарская область	62,5	64,48	66,52	68,64
Кировская область	36,8	38,48	40,23	42,06	Санкт-Петербург	86	91,17	96,64	102,45
Костромская область	14,1	18,12	22,02	25,87	Саратовская область	33,6	34,68	35,81	36,98
Краснодарский край	51,6	53,23	54,90	56,64	Сахалинская область	74	72,20	70,45	68,74

Продолжение таблицы 24

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Красноярский край	51	52,37	53,79	55,25	Свердловская область	79	81,93	84,95	88,09
Курганская область	9,3	10,67	12,03	13,37	Севастополь	15,3	14,83	14,40	14,01
Курская область	20,8	23,07	25,40	27,79	Смоленская область	38	39,12	40,29	41,50
Ленинградская область	49,5	43,96	39,12	34,88	Ставропольский край	26	26,35	26,72	27,11
Липецкая область	32,7	34,88	37,09	39,34	Тамбовская область	9,1	11,38	13,68	16,00
Магаданская область	29,3	28,06	26,88	25,75	Тверская область	8,7	11,44	14,12	16,76
Москва	95	101,57	108,60	116,11	Томская область	71	77,49	84,56	92,26
Московская область	80	83,76	87,71	91,84	Тульская область	67,2	67,33	67,62	68,13
Мурманская область	48	47,75	47,52	47,29	Тюменская область	72,9	74,41	75,95	77,53
Ненецкий автономный округ	9,6	7,21	5,46	4,17	Удмуртская Республика	45	45,22	45,49	45,81
Нижегородская область	72	76,24	80,72	85,46	Ульяновская область	54,7	59,09	63,75	68,71
Новгородская область	17,6	19,27	20,95	22,66	Хабаровский край	40	39,16	38,33	37,53
Новосибирская область	78	82,71	87,71	93,01	Ханты-Мансийский АО – Югра	82	82,66	83,33	84,00
Омская область	35	35,83	36,68	37,56	Челябинская область	80,4	81,08	81,79	82,52
Оренбургская область	76,5	77,98	79,48	81,02	Чеченская Республика	14,1	14,43	14,75	15,08
Орловская область	18,6	20,37	22,14	23,92	Чувашская Республика	56	57,22	58,55	59,99
Пензенская область	23,4	24,53	25,71	26,93	Чукотский автономный округ	10	7,58	5,75	4,37
Пермский край	63	65,38	67,86	70,42	Ямало-Ненецкий АО	83	83,16	83,31	83,47
Приморский край	41	41,84	42,69	43,55	Ярославская область	58	59,27	60,62	62,05
Псковская область	11,3	11,94	12,59	13,25					

Источник: рассчитано автором

Таблица 25 – Обобщенные показатели уровня внедрения цифровых инноваций в регионах (Сценарий 1)

Показатель	Период t	Период t+1	Период t+2	Период t+3
Максимальное значение	95,00	101,57	108,60	116,11
Минимальное значение	8,70	7,21	5,46	4,17
Среднее значение	40,86	42,05	43,34	44,72
Суммарное значение	3473,30	3574,36	3683,64	3801,09

Источник: рассчитано автором

В Ханты-Мансийском автономном округе прогнозируется увеличение уровня внедрения на 0,01% в периоде t+1, на 0,04% в периоде t+2, на 0,05% в периоде t+3. В целом по стране суммарное значение увеличится на 0,001% в периодах t+2 и t+3.

Сценарий 2: повышение на 10% индекса социально-экономических условий инновационной деятельности. При принятой точности расчетов изменение прогнозных показателей не фиксируется.

Сценарий 3: повышение на 10% экспортной активности. При принятой точности расчетов изменение прогнозных показателей не фиксируется.

Сценарий 4: повышение на 10% инновационного потенциала. Прогноз по регионам представлен в таблице 26, обобщенные показатели в таблице 27.

Таблица 26 – Расчет прогноза уровня внедрения цифровых инноваций в регионах (Сценарий 4)

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Алтайский край	12,3	12,66	13,05	13,47	Республика Адыгея	20	21,25	22,52	23,83
Амурская область	28,8	26,66	24,69	22,87	Республика Алтай	11,4	10,57	9,84	9,19
Архангельская область	31	31,63	32,29	32,96	Республика Башкортостан	70	73,04	76,20	79,49
Астраханская область	16,4	16,65	16,91	17,18	Республика Бурятия	42	41,90	41,80	41,70
Белгородская область	90	95,56	101,46	107,73	Республика Дагестан	27	26,74	26,50	26,26
Брянская область	21,4	22,52	23,68	24,88	Республика Ингушетия	12,5	11,36	10,82	10,61
Владимирская область	24	26,72	29,52	32,41	Республика Калмыкия	19,2	18,91	18,66	18,45
Волгоградская область	44	45,18	46,39	47,65	Республика Карелия	53	54,93	56,94	59,02
Вологодская область	18	19,46	20,97	22,53	Республика Коми	32,2	33,00	33,82	34,67
Воронежская область	59,1	59,89	60,74	61,65	Республика Крым	14,7	14,83	14,97	15,11
Еврейская автономная обл,	10,6	9,60	8,71	7,92	Республика Марий Эл	47	51,23	55,51	59,87
Забайкальский край	27,5	26,18	24,93	23,75	Республика Мордовия	46,5	48,36	50,32	52,37
Ивановская область	16	18,52	21,04	23,59	Республика Саха (Якутия)	64	63,71	63,43	63,15
Иркутская область	39	40,14	41,31	42,52	Респ, Северная Осетия–Алания	17	17,44	17,88	18,32
Кабардино-Балкарская Респ,	25	24,96	24,92	24,90	Республика Татарстан	87	91,00	95,18	99,57
Калининградская область	61,4	63,67	66,02	68,46	Республика Тыва	8,9	8,76	8,64	8,52
Калужская область	66	68,19	70,47	72,89	Республика Хакасия	34,6	33,85	33,12	32,42
Камчатский край	31	29,92	28,88	27,87	Ростовская область	43	44,33	45,71	47,13
Карачаево-Черкесская Респ,	13,2	13,23	13,29	13,38	Рязанская область	22	25,37	28,75	32,16
Кемеровская область	36	37,50	39,10	40,79	Самарская область	62,5	64,48	66,52	68,64
Кировская область	36,8	38,48	40,23	42,06	Санкт-Петербург	86	91,17	96,64	102,45
Костромская область	14,1	18,12	22,02	25,87	Саратовская область	33,6	34,68	35,81	36,98
Краснодарский край	51,6	53,23	54,90	56,64	Сахалинская область	74	72,20	70,45	68,74
Красноярский край	51	52,37	53,79	55,25	Свердловская область	79	81,93	84,95	88,09

Продолжение таблицы 26

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Курганская область	9,3	10,67	12,03	13,37	Севастополь	15,3	14,83	14,40	14,01
Курская область	20,8	23,07	25,40	27,79	Смоленская область	38	39,12	40,29	41,50
Ленинградская область	49,5	43,96	39,12	34,88	Ставропольский край	26	26,35	26,72	27,11
Липецкая область	32,7	34,88	37,09	39,34	Тамбовская область	9,1	11,38	13,68	16,00
Магаданская область	29,3	28,06	26,88	25,75	Тверская область	8,7	11,44	14,12	16,76
Москва	95	101,57	108,60	116,11	Томская область	71	77,49	84,56	92,26
Московская область	80	83,76	87,71	91,84	Тульская область	67,2	67,33	67,62	68,13
Мурманская область	48	47,75	47,52	47,29	Тюменская область	72,9	74,41	75,95	77,54
Ненецкий автономный округ	9,6	7,21	5,46	4,17	Удмуртская Республика	45	45,22	45,49	45,81
Нижегородская область	72	76,24	80,72	85,46	Ульяновская область	54,7	59,09	63,75	68,71
Новгородская область	17,6	19,27	20,95	22,66	Хабаровский край	40	39,16	38,33	37,53
Новосибирская область	78	82,71	87,71	93,01	Ханты-Мансийский АО – Югра	82	83,53	85,10	86,69
Омская область	35	35,83	36,68	37,56	Челябинская область	80,4	81,08	81,79	82,52
Оренбургская область	76,5	77,98	79,48	81,02	Чеченская Республика	14,1	14,43	14,75	15,08
Орловская область	18,6	20,37	22,14	23,92	Чувашская Республика	56	57,22	58,55	59,99
Пензенская область	23,4	24,53	25,71	26,93	Чукотский автономный округ	10	7,58	5,75	4,37
Пермский край	63	65,38	67,86	70,42	Ямало-Ненецкий АО	83	83,16	83,31	83,47
Приморский край	41	41,84	42,69	43,55	Ярославская область	58	59,27	60,62	62,05
Псковская область	11,3	11,94	12,59	13,25					

Источник: рассчитано автором

Таблица 27 – Обобщенные показатели уровня внедрения цифровых инноваций в регионах (Сценарий 4)

Показатель	Период t	Период t+1	Период t+2	Период t+3
Максимальное значение	95,00	101,57	108,60	116,11
Минимальное значение	8,70	7,21	5,46	4,17
Среднее значение	40,86	42,06	43,36	44,75
Суммарное значение	3473,30	3575,24	3685,41	3803,80

Источник: рассчитано автором

В Ханты-Мансийском автономном округе прогнозируется увеличение уровня внедрения на 1,06% в периоде t+1, на 2,16% в периоде t+2, на 3,25% в периоде t+3. В целом по стране суммарное значение увеличится на 0,025% в периоде t+1, на 0,049% в периоде t+2 и на 0,072% в периоде t+3.

Сценарий 5: одновременное увеличение показателей, указанных в сценариях 1-4, на 10%.

Прогноз по регионам представлен в таблице 28, обобщенные показатели в таблице 29.

Таблица 28 – Расчет прогноза уровня внедрения цифровых инноваций в регионах (Сценарий 5)

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Алтайский край	12,3	12,66	13,05	13,47	Республика Адыгея	20	21,25	22,52	23,83
Амурская область	28,8	26,66	24,69	22,87	Республика Алтай	11,4	10,57	9,84	9,19
Архангельская область	31	31,63	32,29	32,96	Республика Башкортостан	70	73,04	76,20	79,49
Астраханская область	16,4	16,65	16,91	17,18	Республика Бурятия	42	41,90	41,80	41,70
Белгородская область	90	95,56	101,46	107,73	Республика Дагестан	27	26,74	26,50	26,26
Брянская область	21,4	22,52	23,68	24,88	Республика Ингушетия	12,5	11,36	10,82	10,61
Владимирская область	24	26,72	29,52	32,41	Республика Калмыкия	19,2	18,91	18,66	18,45
Волгоградская область	44	45,18	46,39	47,65	Республика Карелия	53	54,93	56,94	59,02
Вологодская область	18	19,46	20,97	22,53	Республика Коми	32,2	33,00	33,82	34,67
Воронежская область	59,1	59,89	60,74	61,65	Республика Крым	14,7	14,83	14,97	15,11
Еврейская автономная обл,	10,6	9,60	8,71	7,92	Республика Марий Эл	47	51,23	55,51	59,87
Забайкальский край	27,5	26,18	24,93	23,75	Республика Мордовия	46,5	48,36	50,32	52,37
Ивановская область	16	18,52	21,04	23,59	Республика Саха (Якутия)	64	63,71	63,43	63,15
Иркутская область	39	40,14	41,31	42,52	Респ, Северная Осетия–Алания	17	17,44	17,88	18,32
Кабардино-Балкарская Респ,	25	24,96	24,92	24,90	Республика Татарстан	87	91,00	95,18	99,57
Калининградская область	61,4	63,67	66,02	68,46	Республика Тыва	8,9	8,76	8,64	8,52
Калужская область	66	68,19	70,47	72,89	Республика Хакасия	34,6	33,85	33,12	32,42
Камчатский край	31	29,92	28,88	27,87	Ростовская область	43	44,33	45,71	47,13
Карачаево-Черкесская Респ,	13,2	13,23	13,29	13,38	Рязанская область	22	25,37	28,75	32,16
Кемеровская область	36	37,50	39,10	40,79	Самарская область	62,5	64,48	66,52	68,64
Кировская область	36,8	38,48	40,23	42,06	Санкт-Петербург	86	91,17	96,64	102,45
Костромская область	14,1	18,12	22,02	25,87	Саратовская область	33,6	34,68	35,81	36,98
Краснодарский край	51,6	53,23	54,90	56,64	Сахалинская область	74	72,20	70,45	68,74
Красноярский край	51	52,37	53,79	55,25	Свердловская область	79	81,93	84,95	88,09

Продолжение таблицы 28

Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)	Регион	y(t)	y(t+1)	y(t+2)	y(t+3)
Курганская область	9,3	10,67	12,03	13,37	Севастополь	15,3	14,83	14,40	14,01
Курская область	20,8	23,07	25,40	27,79	Смоленская область	38	39,12	40,29	41,50
Ленинградская область	49,5	43,96	39,12	34,88	Ставропольский край	26	26,35	26,72	27,11
Липецкая область	32,7	34,88	37,09	39,34	Тамбовская область	9,1	11,38	13,68	16,00
Магаданская область	29,3	28,06	26,88	25,75	Тверская область	8,7	11,44	14,12	16,76
Москва	95	101,57	108,60	116,11	Томская область	71	77,49	84,56	92,26
Московская область	80	83,76	87,71	91,84	Тульская область	67,2	67,33	67,62	68,13
Мурманская область	48	47,75	47,52	47,29	Тюменская область	72,9	74,41	75,95	77,54
Ненецкий автономный округ	9,6	7,21	5,46	4,17	Удмуртская Республика	45	45,22	45,49	45,81
Нижегородская область	72	76,24	80,72	85,46	Ульяновская область	54,7	59,09	63,75	68,71
Новгородская область	17,6	19,27	20,95	22,66	Хабаровский край	40	39,16	38,33	37,53
Новосибирская область	78	82,71	87,71	93,01	Ханты-Мансийский АО – Югра	82	83,55	85,13	86,74
Омская область	35	35,83	36,68	37,56	Челябинская область	80,4	81,08	81,79	82,52
Оренбургская область	76,5	77,98	79,48	81,02	Чеченская Республика	14,1	14,43	14,75	15,08
Орловская область	18,6	20,37	22,14	23,92	Чувашская Республика	56	57,22	58,55	59,99
Пензенская область	23,4	24,53	25,71	26,93	Чукотский автономный округ	10	7,58	5,75	4,37
Пермский край	63	65,38	67,86	70,42	Ямало-Ненецкий АО	83	83,16	83,31	83,47
Приморский край	41	41,84	42,69	43,55	Ярославская область	58	59,27	60,62	62,05
Псковская область	11,3	11,94	12,59	13,25					

Источник: рассчитано автором

Таблица 29 – Обобщенные показатели уровня внедрения цифровых инноваций в регионах (Сценарий 5)

Показатель	Период t	Период t+1	Период t+2	Период t+3
Максимальное значение	95,00	101,57	108,60	116,11
Минимальное значение	8,70	7,21	5,46	4,17
Среднее значение	40,86	42,06	43,36	44,75
Суммарное значение	3473,30	3575,25	3685,44	3803,84

Источник: рассчитано автором

Таким образом, реализация стратегии комплексного повышения показателей развития Ханты-Мансийского автономного округа обеспечивает повышение в самом округе прогнозного уровня внедрения на 1,09% в периоде t+1, на 2,20% в периоде t+2, на 3,31% в периоде t+3. В целом по стране суммарное значение увеличится на 0,025% в периоде t+1, на 0,050% в периоде t+2 и на 0,073% в периоде t+3.

Малые численные значения изменений обусловлены географической удаленностью рассматриваемого региона (большие расстояния и логистические барьеры приводят к локализации), а также степенью автономности региональных систем управления. Необходимо отметить, что на практике центрами изменений становится одновременно большое количество регионов, и каждый из них оказывает влияние на интегральный показатель.

На основании вышесказанного можно сделать следующий вывод. Ханты-Мансийский автономный округ является развитым в аспекте цифровых инноваций регионом, в котором активно проводятся мероприятия по повышению показателей, характеризующих уровень внедрения цифровых инноваций (включая инновации, основанные на искусственном интеллекте). Реализуемая стратегия (при условии ее регулярной актуализации) в перспективе способна повлиять не только на сам регион, но и через механизм диффузии инноваций на страну в целом, причем сила влияния возрастает по мере увеличения периода прогнозирования.

Выводы по главе 3

1. Согласованность интеграции проектов цифровых инноваций достигается на основе стратегий и программ цифрового развития. Важность достижения цифровой зрелости закреплена на высшем уровне государственного стратегического планирования. На государственном уровне в период с 2018 по 2024 год был реализован Национальный проект «Цифровая экономика», целью которого было внедрение цифровых технологий в экономике и социальной сфере, создание условий для высокотехнологичного бизнеса, повышение конкурентоспособности страны на глобальном рынке, укрепление национальной безопасности и повышение качества жизни граждан. В 2025 году началась реализация Национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства».

По состоянию на начало 2026 года вопросы актуализации региональных стратегий и программ цифровой трансформации остаются открытыми. В большинстве регионов действуют региональные стратегии, утвержденные в 2021 году (с изменениями, внесенными в 2022 году) – изначально рассчитанные на период до 2024 года, позднее продленные на период до 2030 года.

В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре действует Стратегия цифровой трансформации, утвержденная Распоряжением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 2 июля 2021 года № 359-рп «О Стратегии цифровой трансформации Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (с изменениями от 12 августа 2022 года). Государственная программа цифрового развития утверждена Постановлением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10 ноября 2023 г. № 565-п.

Реализация Стратегии и Программы позволила региону достичь высоких показателей цифровой трансформации, что подтверждается позицией региона в рейтингах.

2 Для оценки влияния цифровых инноваций на базе искусственного интеллекта на экономическое развитие региона выполнено моделирование в соответствии с предложенной моделью клеточного автомата. Было проанализировано влияние политики, проводимой в Ханты-Мансийском автономном округе, на развитие регионов в целом.

Для этого рассмотрены следующие сценарии, характеризующиеся возможным изменением различных факторов: сценарий 1: увеличение на 10% индекса качества инновационной политики; сценарий 2: повышение на 10% индекса социально-экономических условий инновационной деятельности; сценарий 3: повышение на 10% экспортной активности; сценарий 4: повышение на 10% инновационного потенциала; сценарий 5: одновременное увеличение показателей, указанных в сценариях 1-4, на 10%.

Установлено, что реализация стратегии комплексного повышения показателей развития Ханты-Мансийского автономного округа (сценарий 5) обеспечивает повышение в самом округе прогнозного уровня внедрения на 1,09% в периоде $t+1$, на 2,20% в периоде $t+2$, на 3,31% в периоде $t+3$. В целом по стране суммарное значение увеличится на 0,025% в периоде $t+1$, на 0,050% в периоде $t+2$ и на 0,073% в периоде $t+3$.

Малые численные значения изменений обусловлены географической удаленностью рассматриваемого региона (большие расстояния и логистические барьеры приводят к локализации), а также степенью автономности региональных систем управления. Необходимо отметить, что на практике центрами изменений становится одновременно большое количество регионов, и каждый из них оказывает влияние на интегральный показатель.

Заключение

Основные **итоги** диссертационного исследования заключаются в следующем.

В соответствии с поставленной целью и первой научной задачей в диссертационном исследовании уточнено понимание цифровой трансформации промышленных предприятий в контексте концепции развития цифровых инноваций.

В ходе исследования уточнены теоретические положения концепции жизненного цикла применительно к цифровым инновациям.

Жизненные циклы систем различной природы обладают общими чертами, что позволяет абстрагировать эту концепцию не только для разнообразных социально-экономических систем, но и для иных объектов. В то же время каждый тип систем имеет специфику, проявление которой усиливается по мере уточнения объекта изучения.

Доказано, что линейные трактовки жизненного цикла не отражают специфику современных цифровых решений, основанных на использовании искусственного интеллекта. Обоснована необходимость перехода к нелинейной, итеративной модели, учитывающей иерархию вложенных жизненных циклов, повторяемость этапов по спирали и зависимость от базовой информационно-технологической инфраструктуры.

Цифровую трансформацию промышленных предприятий целесообразно рассматривать как комплексную цифровую инновацию, интегрирующую свойства организационных, технологических и процессных инноваций. Такой подход позволяет учитывать сквозной характер цифровых технологий и обеспечивает более полное использование ресурсов предприятия при реализации трансформационных проектов.

В соответствии со второй научной задачей разработана концептуальная модель структуры жизненного цикла цифровых инноваций, отличающаяся:

- итеративностью и спиральной логикой развития;

- привязкой к релизной модели разработки;
- учетом взаимосвязи инновации с IT-инфраструктурой и средой диффузии.

Специализация и адаптация концепции жизненного цикла к цифровым инновациям (в частности, к цифровой трансформации организаций) базируется на положении о том, что цифровые технологии, лежащие в основе цифровых инноваций, определяют их ключевой результат.

Согласно предложенной спиральной модели, организация многократно проходит одни и те же этапы, постепенно (по мере перехода на новые витки) совершенствуя цифровую экосистему и повышая уровень цифровизации. Переход на более высокий уровень обеспечивается развитием технической инфраструктуры и развитием компетенций и культуры персонала.

В соответствии с третьей научной задачей систематизированы факторы, влияющие на продолжительность и конфигурацию этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, включая качество и доступность данных, вычислительные ресурсы, параметры моделей, организационную зрелость и технологический стек. Учет данных факторов позволяет оптимизировать сроки разработки и внедрения, а также сократить разрыв между стадиями создания и эксплуатации цифровых решений.

В соответствии с четвертой научной задачей предложена методика оценки продолжительности этапов жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, базирующаяся на поэтапной декомпозиции процессов разработки через систему релизов и комплексную оценку их результативности (финансы, производительность команды, удовлетворенность пользователя, качество продукта).

На первом этапе происходит генерация идеи, разработка концепции будущего продукта. Возникновение инновации может быть обусловлено действием технологического толчка, рыночного спроса или их комбинации.

На втором этапе производится декомпозиция до релизов. Ближайшие релизы описываются более детально, отдаленные – в общих чертах (уточняются позднее).

Третий этап – планирование итераций в рамках первого релиза.

Четвертый этап – оценка продолжительности решения каждой задачи. Здесь может применяться подход «от срока» (какие ресурсы понадобятся привлечь, чтобы решить задачу к определенной дате) или «от ресурсов» (сколько времени понадобится для решения задачи с имеющимися ресурсами).

Пятый этап – составление дневных планов. Здесь в рамках каждой задачи определяются работы для отдельных сотрудников, а не команды в целом.

План, составленный на четвертом и пятом этапах, позволяет уточнить план итерации.

По мере достижения целей итерации снижается неопределенность следующих итераций, их планы конкретизируются. По мере закрытия итераций уточняются планы релизов (текущего и ближайших следующих), а по мере завершения релизов и возникновения новых требований (или уточнения имеющихся) – детализируется план продукта в целом.

Реализация данной методики способствует более рациональному распределению ресурсов и ускорению получения экономического эффекта.

В соответствии с пятой научной задачей разработана модель диффузии цифровых инноваций, модифицирующая подход теории клеточных автоматов путем введения непрерывного показателя уровня внедрения инноваций и учета тесноты взаимодействия между субъектами.

Логика изменения состояния каждой клетки в разработанной нами модели может быть описана следующими правилами:

- 1) на каждом шаге балльная оценка при отсутствии внешнего воздействия снижается, т.к. происходит устаревание внедренных инноваций. Скорость устаревания постоянна для всех клеток и определяется внешней средой. Если рассматривать длительный исторический процесс, скорость

устаревания повышается (это подтверждается интервалами между промышленными революциями). Для моделирования в пределах нескольких лет скорость можно считать постоянной и одинаковой для всех клеток;

2) может произойти отказ от части инноваций, это снижает значение для конкретной клетки в соответствии с коэффициентом γ и с учетом влияния случайных факторов;

3) от соседей с более высоким уровнем инноваций может произойти диффузия – но не полная, а в соответствии с коэффициентом β конкретной клетки и с учетом влияния случайных факторов;

4) соседи с более низким уровнем не заставляют регион деградировать;

5) с некоторой вероятностью (зависящей от развития региона, его инновационного потенциала) в нем зарождаются собственные инновации (которые впоследствии могут распространяться на соседние клетки).

Полученные результаты диссертационного исследования могут выступать в качестве **рекомендаций** для интеграции проектов цифровых инноваций в стратегию цифровой трансформации региона в целях ускорения экономического развития как рассматриваемого региона, так и других регионов через механизмы диффузии инноваций. Разработанная в рамках исследования модель процессов диффузии цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта, и методический подход к интеграции проектов цифровых инноваций компаний в стратегию цифровой трансформации региона позволяют оценить влияние факторов на экономическое развитие региона и прогнозировать распространение цифровых решений в территориальном разрезе.

Практическая апробация разработанных положений на материалах Ханты-Мансийского автономного округа – Югры подтвердила применимость предложенного инструментария для интеграции проектов цифровых инноваций в региональные стратегии цифровой трансформации.

Полученные результаты расширяют теоретико-методологическую базу управления инновациями, конкретизируют особенности жизненного цикла

цифровых инноваций и формируют научно-методические основы для повышения результативности цифровой трансформации на уровне предприятий и регионов.

Перспективы дальнейших исследований связаны с развитием методики оценки и прогнозирования продолжительности этапов жизненного цикла инноваций, основанных на искусственном интеллекте, развитием количественных методов оценки эффективности цифровых инноваций, углублением анализа механизмов их межрегиональной диффузии, а также адаптацией предложенного инструментария к различным отраслям экономики в условиях ускоряющейся технологической динамики.

Список использованных источников

1. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/news/73986> (дата обращения: 25.05.2025 г.).
2. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731/page/1> (дата обращения: 01.09.2025 г.).
3. Перечень поручений по итогам конференции по искусственному интеллекту от 31 декабря 2020 года № Пр-2242 [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/64859> (дата обращения: 17.01.2026 г.).
4. Перечень поручений от 05.08.2021 № Пр-1383 [Электронный ресурс] // Минцифры. – URL: <https://digital.gov.ru/documents/perechen-poruchenij-po-itogam-zasedaniya-soveta-po-strategicheskomu-razvitiyu-i-nacziionalnym-proektam> (дата обращения: 19.01.2026 г.).
5. Распоряжение Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 12.08.2022 № 479-рп «О внесении изменений в распоряжение Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 2 июля 2021 года № 359-рп «О Стратегии цифровой трансформации Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» [Электронный ресурс] // Минцифры. – URL: <https://adm.digital.gov.ru/app/uploads/2023/10/hanty-mansijskij-avtonomnyj-okrug-yugra-1.pdf> (дата обращения: 11.01.2026 г.).
6. Распоряжение Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 03.11.2022 № 679-рп «О Стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа - Югры до 2036 года с целевыми ориентирами до 2050 года» (ред. от 01.12.2025) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-

технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/406285990> (дата обращения: 15.01.2026 г.).

7. Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10.11.2023 г. № 565-п «О государственной программе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Цифровой развитие Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» [Электронный ресурс] // Департамент информационных технологий и цифрового развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – URL: https://depit.admhmao.ru/upload/iblock/d74/08neixfs9xdwtzbeyjm7wry8858jj32c/Aktualnaya-redaktsiya-_na-sayt.docx (дата обращения: 10.01.2026 г.).

8. Решение Высшего Евразийского экономического совета от 11.10.2017 № 12 «Об Основных направлениях реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года» [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/555625953> (дата обращения: 27.05.2025 г.).

9. Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры) [Электронный ресурс] // Минцифры. – URL: https://digital.gov.ru/uploaded/files/7metodicheskierekomendatsii06092022125913_TZmtVQB.pdf (дата обращения: 21.07.2025 г.).

10. Патентная инструкция к Евразийской патентной конвенции [Электронный ресурс] // Евразийское патентное ведомство. – URL: <https://www.eapo.org/documents/voprosy-pravovoj-ohrany-izobretenij/patentnaya-instrukciya-k-evrazijskoj-patentnoj-konvenczii/> (дата обращения: 31.08.2025 г.).

11. Абрамов И.В. Концептуальная модель цифровой трансформации производственных предприятий / И.В. Абрамов // Теория и практика общественного развития. – 2023. – №8. – С. 176-181.

12. Абрамов И.В. Обеспечение развития аддитивных технологий в России в условиях санкций / И.В. Абрамов, Ю.Д. Лукина, В.И. Абрамов // Российский экономический вестник. – 2022. – Т. 5. - № 4. – С. 198-204.
13. Адизес И. Управление жизненным циклом компании / И. Адизес. – М.: Альпина Паблишер, 2022. – 514 с.
14. Алиева Э.А. Сущность инноваций: анализ теоретических подходов / Э.А. Алиева // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. – 2019. - №6 (108). – С. 21-31.
15. Аналитическая записка к отчету о ходе реализации государственной программы «Цифровое развитие Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (далее – государственная программа) за 2024 год [Электронный ресурс] // Департамент информационных технологий и цифрового развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – URL: <https://depit.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/programmy/> (дата обращения: 07.02.2026 г.).
16. Бабкин А.В. Зарубежный опыт внедрения искусственного интеллекта в промышленные экосистемы на примере ряда азиатских стран / А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета // Управление бизнесом в цифровой экономике: Сборник трудов седьмой международной конференции «Искусственный интеллект и цифровая трансформация бизнеса, науки и общества». – СПб, 2024. – С. 9-13.
17. Бабкин А.В. Исследование тенденций развития цифровой экономики на основе анализа публикационной активности / А.В. Бабкин, Н.С. Алексеева // Цифровая экономика и индустрия 4.0: Тенденции 2025: Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2019. – С. 63-68.
18. Бабкин А.В. Применение искусственного интеллекта в промышленности в условиях технологической независимости / А.В. Бабкин, А.Ю. Малыгин, А.А. Лукашин // Интеллектуальная инженерная экономика и

индустрия 6.0 (ИНПРОМ-2025): сборник трудов Международной научно-практической конференции. В 2 т. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – С. 280-284.

19. Багваби Д.Е. Теории, концепции и особенности жизненного цикла инновационных продуктов в цифровую эпоху / Д.Е. Багваби, Т.А. Дубровина // Прогрессивная экономика. – 2025. - №7. – С. 104-124.

20. Багиева З.В. Об организации работы с региональными стратегиями и программами цифровой трансформации [Электронный ресурс] // Всероссийский форум «ПРОФ-ИТ» Цифровое развитие регионов. (дата обращения: 07.01.2026 г.).

21. Балабанова Е.А. Приближенное решение уравнения диффузии инноваций / Е.А. Балабанова, Н.Н. Короткова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. - №3 (ч.1). – С. 13-14.

22. Балашова, Е. С. Инновационная трансформация промышленных систем на основе искусственного интеллекта / Е. С. Балашова, Э. Э. Чиндарев, Я. О. Скрыбина // Естественно-гуманитарные исследования. – 2025. – № 5(61). – С. 42-47.

23. Барановский А.Г. Жизненный цикл как экономическая категория / А.Г. Барановский, А.П. Тренихин // Экономика и социум. – 2013. - №2-1(7). - С. 163-179.

24. Барановский С. Моделирование диффузии инноваций / С. Барановский, А. Пузыревская // Наука и инновации. – 2018. - №10 (188). – С. 31-35.

25. Баранчеев В.П. Управление инновациями: учебник / В.П. Баранчеев, Н.П. Масленникова, В.М. Мишин. – М.: Юрайт, 2014. – 711 с.

26. Белов А.Г. Система ключевых показателей эффективности для проекта разработки тиражного программного обеспечения / А.Г. Белов, А.Г. Кравец // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. - №4 (28). – С. 11-22.

27. Беляева Ю.В. Инновации и их жизненный цикл / Ю.В. Беляева // Вестник ТГУ. – 2008. – № 11 (67). – С. 458-464.
28. Берг Д.Б. Модели жизненного цикла: учебное пособие / Д.Б. Берг, Е.А. Ульянова, П.В. Добряк. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 74 с.
29. Бледнов К. Патентование изобретений, включающих в себя системы искусственного интеллекта / К. Бледнов // Инженер. – 2024. - №6. – С. 14-16.
30. Бойкова М.В. Цифровая трансформация как инновация в сфере государственных услуг / М.В. Бойкова, С.Я. Юсупова, А.С. Кушнир // Вестник Российской таможенной академии. – 2023. - №4. – С. 37-44.
31. Болодурина И.П. Автоматизированное машинное обучение: обзор возможностей современных платформ анализа данных / И.П. Болодурина, Д.И. Парфенов, А.Е. Шухман, Л.С. Забродина // Системная инженерия и информационные технологии. – 2021. - Т. 3. - № 1 (5). – С. 50-57.
32. Бурец Ю.С. Эволюция моделей управления инновационным процессом / Ю.С. Бурец // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2014. - № 4(28). – С. 125-139.
33. Венчурная академия [Электронный ресурс]. – URL: http://www.academy.vc/services/corporate_venture_funds.html (дата обращения 02.08.2025 г.).
34. Вертакова Ю. В. Особенности структуры жизненного цикла цифровых инноваций, основанных на использовании искусственного интеллекта / Ю. В. Вертакова, Ю. В. Шульгина, Б. Ш. Собиров // π-Economy. – 2025. – Т. 18, № 5. – С. 81-99.
35. Вертакова, Ю. В. Комплексная оценка уровня технологического развития инновационно-активных отраслей промышленности / Ю. В. Вертакова, Ю. С. Положенцева, М. Г. Клевцова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2022. – № 4. – С. 20-27. – DOI 10.37882/2223-2974.2022.04.05. – EDN QCDJCN.

36. Воронин А.А. Оптимальные иерархические структуры / А.А. Воронин, С.П. Мишин. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
37. Гассман О. Бизнес-модель: четыре инструмента управления рисками / О. Гассман, К. Франкенбергер, М. Шик. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 216 с.
38. Геращенко М.М. Исследование моделей инновационного процесса, характерных для разработчиков инноваций в России / М.М. Геращенко, Л.Н. Семеркова // Инновации. – 2016. - № 3 (209). – С. 99-103.
39. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания». – М.: Стандартинформ, 2009. – 6 с.
40. ГОСТ Р 15.000-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство». – М.: Стандартинформ, 2019. – 19 с.
41. ГОСТ Р 71539-2024 (ИСО/МЭК 5338:2023) «Искусственный интеллект. Процессы жизненного цикла системы искусственного интеллекта (ISO/IEC 5338:2023, Information technology – Artificial intelligence – AI system life cycle processes, MOD)». – М.: Российский институт стандартизации, 2024. – 40 с.
42. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 «Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств (ISO/IEC 12207:2008 Information technology – Software life cycle processes (IDT))». – М.: Стандартинформ, 2011. – 105 с.
43. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 «Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем (ISO/IEC 15288:2002 System engineering — System life cycle processes (IDT))». – М.: Стандартинформ, 2011. – 57 с.
44. Гурбанов М. Цифровая трансформация бизнеса и ее влияние на конкурентоспособность / М. Гурбанов, М. Алыджанова, О. Сапарова // Международный научный журнал «Символ науки». – 2025. - № 1-1-1. – С. 36-37.

45. Даунс Л. Второй акт в жизни компании [Электронный ресурс] / Л. Даунс, П. Нунес // Гарвард Бизнес Ревью Россия. – 2018. - №5. – URL: <https://big-i.ru/management/strategiya/767873/>

46. Дегтярева В.В. Концептуальный подход к методологии управления организационными инновациями промышленных корпоративных структур в условиях цифровой экономики / В. В. Дегтярева // Лидерство и менеджмент. – 2025. – Т. 12, № 2. – С. 271-282. – DOI 10.18334/lim.12.2.122546. – EDN LXPMHC.

47. Дегтярева В.В. Развитие методологии управления организационными инновациями: структурное моделирование результатов / В. В. Дегтярева // Вестник университета. – 2025. – № 1. – С. 44-51. – DOI 10.26425/1816-4277-2025-1-44-51. – EDN UUTZVS.

48. Жерегеля А.В. Управление организацией в контексте цифровой трансформации: теоретико-методические и практические подходы: дисс. на соиск. уч. ст. канд. эк. наук. – Владимир, 2023. – 178 с.

49. Зараменских Е.П. Управление жизненным циклом информационных систем : монография / Е.П. Зараменских. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – 270 с.

50. Земцов С.П. Инновационный цикл как базовая модель динамики и организации инновационной деятельности / С.П. Земцов, В.А. Баринова // Вестник Института экономики РАН. – 2016. – №1. – С. 117-127.

51. Иващенко Н. Модели инновационного процесса [Электронный ресурс] / Н. Иващенко // Экономика инноваций. – URL: <https://books.econ.msu.ru/Economics-of-innovation/sect01/chap02/2.1/2.1.2/> (дата обращения: 05.08.2025 г.).

52. Иващенко Н. Диффузия инноваций [Электронный ресурс] / Н. Иващенко // Экономика инноваций. – URL: <https://books.econ.msu.ru/Economics-of-innovation/sect01/chap02/2.4/> (дата обращения: 09.11.2025 г.).

53. Индекс цифровизации городского хозяйства «IQ городов» по итогам 2024 года [Электронный ресурс] // Умный город.онлайн. – URL: <https://russiasmartcity.ru/12300-2/> (дата обращения: 29.01.2026 г.).

54. Индекс цифровой экосистемы регионов России (ИЦЭР) [Электронный ресурс] // Агентство политических и экономических коммуникаций (АПЭК). – URL: http://www.apecom.ru/articles/?ELEMENT_ID=9920 (дата обращения: 30.01.2026 г.).

55. Исаева А.Э. Критическое осмысление концептуальных подходов к анализу бизнес-моделей / А.Э. Исаева, Ю.Ю. Петрунин, В.М. Пурлик // Вестник Московского университета. Серия 21. – 2020. - №1. – С. 3-21.

56. Каныгин Ю.М. Научно-производственный цикл / Ю.М. Каныгин. – Новосибирск: Наука, 1972. – 137 с.

57. Киселевич А.И. Эволюция моделей инновационного процесса в мировой экономике / А.И. Киселевич, О.Ф. Малашенкова // Тенденции экономического развития в XXI веке. – С. 536-538.

58. Кон, М. Agile: оценка и планирование проектов / М. Кон. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 418 с.

59. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения / Н.Д. Кондратьев. – М.: Экономика, 2002. – 768 с.

60. Котельников В.Ю. Тен3: Стратегическое управление. Принципиально новые подходы для эпохи быстрых перемен. / В.Ю. Котельников. – М.: Эксмо, 2007. – 96 с.

61. Кузнецов С.А. Большой толковый словарь русского языка / С.А. Кузнецов, Л.И. Балахонова, Л.А. Балясникова и др. – СПб.: Норинт, 2001. – 1534 с.

62. Кузнецова С.А. Инновационный менеджмент/ С.А. Кузнецова, Н.А. Кравченко, В.Д. Маркова, А.Т. Юсупова. – М.: СО РАН – 2004. – 276 с.

63. Лапицкая Л.В. Теория инновационного менеджмента: анализ и уточнение понятийного аппарата / Л.В. Лапицкая, П.В. Зобов // Инновации. – 2008. - №8 (118). – С. 96-99.
64. Любушин Н.П. Концепция жизненного цикла: от качественного описания – к количественной оценке / Н.П. Любушин, Н.Э. Бабичева // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. - № 23(188). – С. 2-9.
65. Маевский В.И. Новая теория воспроизводства капитала: развитие и практическое применение / В.И. Маевский, С.Ю. Малков, А.А. Рубинштейн. – СПб.: Нестор-История, 2016. – 260 с.
66. Маевский В.И. Эволюционная теория и неравновесные процессы / В.И. Маевский // Экономическая наука современной России. – 1999. - №4. – С. 45-62.
67. Маковеев В.Н. Управление инновационной деятельностью в обрабатывающей промышленности: региональный аспект : Монография / В.Н. Маковеев, Е.С. Губанова. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2015. – 199 с.
68. Масленникова Н.П. Источники инноваций по моделям инновационного процесса в промышленности / Н.П. Масленникова, В.С. Румянцев // Вестник ГУУ. – 2012. - № 2. – С. 229-235.
69. Мальшаков Г.В. Теория жизненного цикла : монография / Г.В. Мальшаков - Москва : Перо, 2022. - 63 с.
70. Маркидес К. Новая модель бизнеса: стратегия безболезненных инноваций / К. Маркидес. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 298 с.
71. Митяков С.Н. Инструментарий оценки инновационной деятельности в регионах: кластерный анализ / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков, Д.Н. Лапаев, Г.Н. Яковлева // Инновации. – 2021. – №3(269). – С. 60-64.
72. Митяков С.Н. Инструментарий оценки инновационной деятельности в регионах: корреляционно-регрессионный анализ / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков, О.И. Митякова, Г.Н. Яковлева // Инновации. – 2021. - №1(267). – С. 60-67.

73. Мокеева Т.В. Концепции жизненного цикла в системе теоретической экономики / Т.В. Мокеева // Московский экономический журнал. – 2020. - №9. – С. 347-354.
74. Мотовилов О.В. Корпоративное венчурное финансирование инновационных проектов / О.В. Мотовилов // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2016. – Сер. 5. – Вып. 4. – С. 75-91.
75. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [Электронный ресурс] // Минцифры. – URL: <https://digital.gov.ru/target/naczionalnyj-proekt-ekonomika-dannyh-i-czifrovaya-transformacziya-gosudarstva> (дата обращения: 11.01.2026 г.).
76. Никсон Ф. Роль руководства предприятия в обеспечении качества и надежности / Ф. Никсон. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 230 с.
77. Нижегородцев Р.М. Информационные барьеры и диффузия новых технологий: межстрановые сопоставления / Р.М. Нижегородцев, С.В. Ратнер, А.А. Чередниченко // Вестник Челябинского государственного университета. – 2014. – №9 (338). – С. 18-26.
78. Нижегородцев Р.М. Логистические модели жизненного цикла технологий как инструмент оценки эффективности затрат на НИОКР / Р.М. Нижегородцев, Н.А. Рослякова, Н.П. Горидько // Управление большими системами: Сборник трудов. – 2024. – №108. – С. 137-155.
79. Нижегородцев Р.М. Модели клеточных автоматов в теории диффузии инноваций / Р.М. Нижегородцев, В.Д. Секерин, С.В. Лисафьев // Вопросы новой экономики. – 2012. - №3(23). – С. 39-43.
80. Павлов А.Н. Управление проектами на основе стандарта РМІ РМВОК®. Изложение методологии и опыт применения / А. Н. Павлов. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 271 с.
81. Панченко Г.П. Эволюция моделей развития инновационного процесса на предприятии / Г.П. Панченко, В.А. Балукова // Стратегии бизнеса. Анализ. Прогноз. Управление. – 2019. - № 2 (58). – С. 18-21.

82. Пенькова И.В. НИОКР как результат инновационной деятельности в креативной экономике / И.В. Пенькова, С.В. Кислицына // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. – 2024. – S3. – С. 149-156.

83. Пенькова И.В. НИОКР как фактор креативной экономики / И.В. Пенькова, С.В. Кислицына // Прикладные экономические исследования. – 2025. – S4. – С. 200-207.

84. Пенькова И.В. Трансформация бизнес-моделей традиционных розничных сетей под влиянием ускоренной цифровизации и поиска новых стратегических ориентиров / И.В. Пенькова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2025. – Т.15. - №6-1. – С. 289-296.

85. Плотинский Ю.М. Теоретические и эмпирические модели социальных процессов / Ю.М. Плотинский. – М.: Логос, 1998. – 280 с.

86. Плотников, В. А. Проблемы инновационной активности в современной России и направления совершенствования политики стимулирования инновационной деятельности / В. А. Плотников // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. – 2025. – № 2(81). – С. 67-74.

87. Плотников, В. А. Экономическая безопасность: специфика обеспечения в контексте внедрения технологий искусственного интеллекта / В. А. Плотников, А. А. Смирнов, А. М. Юсуфова // Экономика и управление. – 2025. – Т. 31, № 6. – С. 718-727.

88. Полянская В.А. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства»: перспектива для промышленных предприятий / В.А. Полянская, Ю.В. Романова, А.А. Пермовский // Modern Economy Success. – 2025. – № 5. – С. 392 – 398.

89. Поляков, А. А. Искусственный интеллект - революция в современных отраслях промышленности / А. А. Поляков, Т. А. Мамаджарова, Е. С. Балашова // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 5(55). – С. 283-290.

90. Поняева И.И. Управленческая модель трансформации современной организации как ответ на вызовы цифровизации / И.И. Поняева // Экономика и управление. – 2023. – Т. 29. – № 5. – С. 593-604.

91. Попова О.Б. Исследование зависимости скорости и качества работы модели машинного обучения от заранее выбранных параметров. / О.Б. Попова, П.В. Кокоуров // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2025. – Т.12. - №2. – С. 24-29.

92. Порхун Е.Ю. Спин-компании для отечественных вузов. Возможность применения моделей «спин-офф» и «спин-аут» при организации инновационных компаний / Е.Ю. Порхун // Креативная экономика. – 2011. - №5. – С. 103-108.

93. Поскоряков А.А. Системный подход в инноватике [Электронный ресурс] / А.А. Поскоряков // Кафедра социологии и гуманитарной культуры МИФИ. – URL: https://sociology.mephi.ru/docs/innovatika/html/sistemnyy_podhod_v_innovatike.html (дата обращения: 02.08.2025).

94. Почти половина российских регионов вошла в топ рейтинга РЦТ за 2024 год [Электронный ресурс] // D-Russia. – URL: <https://d-russia.ru/pochti-polovina-rossijskih-regionov-voshla-v-top-rejtinga-rct-za-2024-god.html> (дата обращения: 02.02.2026).

95. Представлен неофициальный рейтинг регионов по качеству цифровых услуг [Электронный ресурс] // D-Russia. – URL: <https://d-russia.ru/323961.html> (дата обращения: 30.01.2026).

96. Публикационная активность в области ИИ: основные тренды [Электронный ресурс] // ИСИЭЗ. – URL: <https://issek.hse.ru/news/954002759.html> (дата обращения: 05.09.2025 г.).

97. Путин поручил правительству сформировать план внедрения генеративного ИИ [Электронный ресурс] // Ведомости. – URL: https://www.vedomosti.ru/technology/news/2025/11/19/1156396-putin-poruchil?from=copy_text (дата обращения: 11.02.2026 г.).

98. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 10 [Электронный ресурс] / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, С.В. Артёмов, и др.; под ред. Л.М. Гохберга, Е.С. Куценко. – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. – URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1068200858.pdf> (дата обращения: 17.01.2026 г.).

99. Рейтинг субъектов Российской Федерации по внедрению Платформы обратной связи [Электронный ресурс] // Минцифры. – URL: https://adm.digital.gov.ru/app/uploads/2025/10/71ad52_rejting-subektov-rossijskoj-federaczii-po-vnedreniyu-platformy-obratnoj-svyazi-za-iii-kvartal-2025-goda.pdf (дата обращения: 20.01.2026 г.).

100. Рейтинг цифровизации (2024) [Электронный ресурс] // Ассоциация Специалистов по Торгам РОСТ. – URL: <https://asrost.ru/Home/Cifrovizaciya2024> (дата обращения: 22.01.2026 г.).

101. Рейтинг цифровизации и внедрения ИИ в регионах России (январь–апрель 2025 года) [Электронный ресурс] // Регионы России. – URL: <https://rrmag.ru/2025/05/19/rejting-czifrovizaczii-i-vnedreniya-ii-v-regionah-rossii-yanvar-aprel-2025-goda/> (дата обращения: 02.02.2026 г.).

102. Руководство Осло: Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье издание. – М.: Организация экономического сотрудничества и развития, 2010. – 107 с.

103. Рыжкова А. Тренды цифровой трансформации отраслей, в том числе с помощью технологий ИИ. Опыт России / А. Рыжкова. – М.: МГИМО, 2023. – 36 с.

104. Садченко К.В. Законы экономической эволюции / К. В. Садченко. – М.: Дело и Сервис, 2007. – 271 с.

105. Селиверстов Д.Ю. Стратегии цифровой трансформации с учетом методологии И. Адизеса / Д.Ю. Селиверстов, М.П. Лазарев // Прогрессивная экономика. – 2025. - №1. – С. 104-112.

106. Сергеева И.Г. Использование спин-офф компаний в схеме финансирования инновационной деятельности промышленных предприятий / И.Г. Сергеева, Е.А. Третьякова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Экономика и экологический менеджмент. – 2018. - №4. – С. 46-51.
107. Силакова Л.В. Сущность цифровой трансформации: понятие и процесс / Л.В. Силакова, А. Андроник, А.Д. Киселев // Baikal Research Journal. – 2024. – Т. 15. - №2. – С. 568-579.
108. Силкина Г.Ю. Цифровые инновации: сущностные характеристики и особенности / Г.Ю. Силкина, А.П. Шабан // *π-Economy*. – 2023. – Т. 16 – № 5. – С. 51–62.
109. Собиров Б.Ш. Влияние цифровой трансформации на организацию в современной экономике / Б.Ш. Собиров // Социально-экономические проблемы обеспечения устойчивости российской экономики : Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции с проведением Межвузовского круглого стола, Москва, 23 октября 2025 года. – Москва: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 146-152.
110. Собиров Б.Ш. Дизайн и бизнес в цифровом мире: организационные особенности формирования дизайн-мышления // *Эргодизайн*. – 2022. – № 1(15). – С. 14-23.
111. Собиров Б.Ш. Искусственный интеллект в основных процессах управления персоналом / Б.Ш. Собиров // *Лидер (Люди. Идеи. Достижения. Единство. Результат)* : Сборник статей I Управленческого форума Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, Сургут, 09 сентября 2019 года. – Сургут: Сургутский государственный университет, 2019. – С. 130-133.
112. Собиров Б.Ш. Квантовые технологии - глобальный вызов, требующий очередной революции методов обработки и передачи информации / Б.Ш. Собиров, Т.Т. Карамергенов, Н.А. Северцев, Н.К. Юрков // *Надежность и качество сложных систем*. – 2024. – № 3(47). – С. 6-12. – DOI 10.21685/2307-4205-2024-3-1.

113. Собиров Б.Ш. Коллаборация бизнеса и науки как фактор реинжиниринга компании / Б.Ш. Собиров // Научное отражение. – 2020. – № 4(22). – С. 63-65.

114. Собиров Б.Ш. Компаративный анализ приоритетов региональной стратегии цифровой трансформации Ханты-Мансийского автономного округа – Югры для диффузии инноваций, связанных с искусственным интеллектом // Экономика и управление: проблемы, решения – 2026. – Т.112, №2.– С. 112-123.

115. Собиров, Б. Ш. Модель бизнес-стратегирования в условиях новой реальности / Б. Ш. Собиров // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2021. – № 2(30). – С. 48-51.

116. Собиров Б.Ш. Совокупность факторов, влияющих на продолжительность и структуру жизненного цикла цифровых инноваций / Б.Ш. Собиров, Н.И. Стрих // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2026. – № 2(92). – С. 55-61.

117. Собиров Б.Ш. Социальные инновации как индикатор состояния гражданского общества // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2021. – № 4(32). – С. 86-90.

118. Собиров Б.Ш. Специфика жизненного цикла инноваций в контексте социально-экономического развития // Саяпинские чтения: Материалы IX Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Тамбов, 01 апреля 2026 года. – Тамбов: Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 2026. – С. 171-176.

119. Собиров Б. Ш. Управление изменениями в бизнес-процессах / Б.Ш. Собиров // Общество, экономика, управление. – 2021. – Т. 6, № 1. – С. 60-63. – DOI 10.47475/2618-9852-2021-16110.

120. Собиров Б.Ш. Управление организацией на основе концепции жизненного цикла в контексте цифровой трансформации / Б.Ш. Собиров // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2025. – № 2(152). – С. 165-170.

121. Собиров Б.Ш. Управление технологическими стартапами: как трансформировать знания в стоимость / Б.Ш. Собиров // Молодая наука - 2021 : Сборник статей VIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 24 апреля 2021 года. Том 2. – Москва: Московский финансово-юридический университет МФЮА, 2021. – С. 545-551.

122. Собиров Б.Ш. Цифровая трансформация промышленных предприятий как особый тип инновации / Б.Ш. Собиров // Экономика и управление. – 2025. – Т. 31, № 10. – С. 1302-1313. – DOI 10.35854/19981627-2025-10-1302-1313.

123. Тарасова, О. ChatGPT 2025: Революционные обновления и новые возможности [Электронный ресурс] / О. Тарасова // FutureBy. – URL: <https://futureby.info/chatgpt-2025-revolucionnye-obnovleniya-i-novye-vozmozhnosti/> (дата обращения: 24.11.2025 г.)

124. Технологии искусственного интеллекта // Агентство промышленного развития Москвы [Электронный ресурс]. – URL: <https://apr.moscow/content/data/6/11%20Технологии%20искусственного%20интеллекта.pdf> (дата обращения: 31.08.2025 г.)

125. Титов П.М. О синергетической модели экономической эволюции // Вестник молодых ученых. - 2001. - № 2. - С. 75-87.

126. Титов П.М. Периодическая таблица эволюции макроуровня экономики // Эволюционная экономика и «мэйнстрим». - М.: Наука, 2000. – С. 208-218.

127. Тюкавкин Н.М. Процессы трансформации информационных систем экономики в цифровую среду / Н.М. Тюкавкин // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – Т.11. – 2020. - №2. – С. 69-75.

128. Тюкавкин Н.М. Развитие интероперабельности процессов автоматизации киберфизических промышленных систем в условиях цифровизации / Н.М. Тюкавкин // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – Т. 16. – 2025. - №3. – С. 206-213.

129. Тюкавкин Н.М. Формирование модели цифровой трансформации инновационных экосистем в промышленном секторе регионе / Н.М. Тюкавкин // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – Т. 16. – 2025. - №1. – С. 187-197.
130. Умеренков Д.И. Метрики эффективности Agile-проектов / Д.И. Умеренков, А.Г. Дмитриев // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2025. - №2-1 (120). – С. 172-175.
131. Устойчивое экономическое развитие в условиях глобализации и экономики знаний: концептуальные основы теории и практики управления / Под ред. В. В. Попкова. - М.: Экономика, 2007. – 295 с.
132. Хадисов М.-Р.Б. Характеристика законов жизненного цикла продукта / М.-Р.Б. Хадисов, А.А. Тазбиева, Л.А. Джамолдинова // Аудиторские ведомости. – 2022. - №1. – С. 137-139.
133. Харин А.А. Управление инновационными процессами: учебник / А.А. Харин, И.Л. Коленский, А.А. Харин. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 473 с.
134. Цифровая трансформация вузов в России / Е.В. Ширинкина, Е.В. Воронина, И.В. Сергеева, Б.Ш. Собиров // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2021. – № 1(76). – С. 30-33. – DOI 10.29331/meie.004.
135. Цыра А.В. Инновационность науки как универсальный феномен современного социоэкономического развития общества / А.В. Цыра // Труды БГТУ. – 2014. - №5. История, философия, филология. – С. 109-112.
136. Чиквин А.Б. Понятие цифровой трансформации в праве / А.Б. Чиквин // Вестник Уральского юридического института МВД России. – 2025. - № 2 (46). – С. 82-88.
137. Что такое цифровая трансформация? [Электронный ресурс] // Dropbox. – URL: <https://experience.dropbox.com/ru-ru/resources/what-is-digital-transformation> (дата обращения: 09.07.2025 г.).

138. Чесбро Г. Открытые инновации: создание прибыльных технологий / Г. Чесбро. – М.: Поколение, 2007. – 336 с.
139. Шагеев А.Э. Цифровые инновации в современном мире: отличительные черты, предпосылки и возможности использования / А.Э. Шагеев // Российские регионы в фокусе перемен : сборник докладов XVIII Международной конференции. – Екатеринбург: УрФУ, 2023. – С. 845-848.
140. Шамина Л.К. Особенности жизненного цикла продуктовой инновации / Л.К. Шамина, М.Ю. Тутаева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2013. - № 3. – С. 23-30.
141. Шелепаева А.Х. Цифровая трансформация: основные подходы к определению понятия / А.Х. Шелепаева // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. – 2022. – Vol. 19. - № 1. – С. 20-28.
142. Ширинкина Е. В. Управление сложностью в условиях цифровой трансформации / Е.В. Ширинкина, Б.Ш. Собиров // Научные исследования и разработки. Экономика. – 2021. – Т. 9, № 5. – С. 58-61. – DOI 10.12737/2587-9111-2021-9-5-58-61.
143. Шмидт Ю.Д. О некоторых подходах к моделированию пространственной диффузии инноваций / Ю.Д. Шмидт, О.Н. Лободина // Пространственная экономика. – 2015. - №2. – С. 103-115.
144. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Й. Шумпетер. – М.: Эксмо, 2007. – 864 с.
145. Ямиков Р.Р. Григорян К.А. Анализ и разработка конвейера MLOps для развертывания моделей машинного обучения / Р.Р. Ямиков, К.А. Григорян // Электронные библиотеки. – 2022. - Т. 25. - № 2. – С. 177-196.
146. Янкина Д.Д. Понятие цифровой трансформации: к вопросу о концептуальных основах / Д.Д. Янкина // Общество: политика, экономика, право. – 2023. – № 11. – С. 87–92.
147. Яшин С.Н. Анализ эффективности инновационной деятельности: учебное пособие / С.Н. Яшин, Е.В. Кошелев, С.А. Макаров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 283 с.

148. Annual revenue of Pokémon GO worldwide from 2016 to 2025 YTD [Электронный ресурс] // Statista. – URL: <https://www.statista.com/statistics/882474/pokemon-go-all-time-player-spending/> (дата обращения: 19.11.2025 г.).
149. Artificial Intelligence Index Report 2025 [Электронный ресурс] // Stanford University. – URL: https://hai.stanford.edu/assets/files/hai_ai_index_report_2025.pdf (дата обращения: 06.09.2025 г.).
150. Bass F.M. A New Product Growth for Model Consumer Durables / F.M. Bass // Management Science. – 1969. – Vol. 15. - №5. – P. 215-227.
151. Binci D. Open Innovation! / D. Binci, C. Cerruti // Management innovation newsletter. – 2014. – №14. – P. 2.
152. Bush V. Science: The endless frontier / V. Bush. – Alexandria: National Science Foundation, 2020. – 220 p.
153. Chesbrough H.E. The Era of Open Innovation / H.E. Chesbrough // MIT Sloan Management Review. – 2003. – Vol. 44. - № 3. – P. 35-41.
154. COCOMO II Model Definition Manual [Электронный ресурс] // Sacramento State. – URL: https://athena.ecs.csus.edu/~buckley/CSc231_files/Cocomo_II_Manual.pdf (дата обращения: 01.10.2025 г.).
155. Cox L.A. Industrial innovation: the role of the people and cost factors / L.A. Cox // Research management. – Vol. 19. - № 2. – NY: 1976. - P. 29-32.
156. Čierna H. Differentiated Customer Relationship Management – a Tool for Increasing Enterprise Competitiveness / H. Čierna, E. Sujová // Management Systems in Production Engineering. – 2022. – Vol. 30. – P. 163–171.
157. DeepSeek Revenue and Usage Statistics (2025) [Электронный ресурс] // Business of Apps. – URL: <https://www.businessofapps.com/data/deepseek-statistics/#:~:text=in%20April%202025.,DeepSeek%20Downloads,its%20launch%20in%20January%202025.> (дата обращения: 23.11.2025 г.).

158. Development of a multifactor model for business processes digitalization in enterprises and assessment of significance of its factors / E.V. Shirinkina, B.Sh. Sobirov, A.V. Kuramshina, E.V. Zavedeev // Aip conference proceedings : IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC FORUM ON COMPUTER AND ENERGY SCIENCES (WFCES II 2022), Almaty, Kazakhstan, 17–18 ноября 2022 года. – Almaty, Kazakhstan: AIP Publishing, 2023. – P. 020048. – DOI 10.1063/5.0165391.

159. Evans D.S. Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms / D.S. Evans, R. Schmalensee. – Boston: Harvard Business Review Press, 2016. – 272p.

160. Fitzgerald B. Continuous software engineering: A roadmap and agenda / B. Fitzgerald, K-J. Stol // Journal of Systems and Software. - 2017. – Vol. 123. – P. 176-189.

161. Fitzgerald M. Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative [Электронный ресурс] / M. Fitzgerald, N. Kruschwitz, D. Bonnet, M. Welch // MIT Sloan Management Review. – URL: <https://sloanreview.mit.edu/projects/embracing-digital-technology/> (дата обращения: 13.07.2025 г.).

162. Flaherty K. A Framework for CX Transformation: How to Operationalize CX at Scale [Электронный ресурс] / K. Flaherty // NN/g. – URL: <https://www.nngroup.com/articles/framework-cx-transformation/> (дата обращения: 17.07.2025 г.).

163. Fuks H. Modeling diffusion of innovations with probabilistic cellular automata / H. Fuks, N. Boccara // Cellular Automata. A Parallel Model. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. – P. 263-277.

164. Godin B. The Linear model of innovation the historical construction of an analytical framework / B. Godin // Science, Technology & Human Values. – 2006. – Vol. 31. – №. 6. – P. 639-667.

165. Goldenberg J. Riding the Saddle: How Cross-Market Communications Can Create a Major Slump in Sales / J. Goldenberg, B. Libai, E. Muller // Journal of Marketing. – 2002. - №66-2. – P. 1-16.
166. Hello GPT-4o [Электронный ресурс] // OpenAI. – URL: <https://openai.com/index/hello-gpt-4o/> (дата обращения: 24.11.2025 г.).
167. Kotsemir M. Conceptualizing the innovation process – trends and outlook / M. Kotsemir, D. Meissner // SSRN Electronic Journal HSE WP BRP 10/STI/2013(2). – URL: SSRN Electronic Journal HSE WP BRP 10/STI/2013(2) (дата обращения: 17.07.2025 г.).
168. Kline S. J. An overview of innovation / S.J. Kline, N. Rosenberg // The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth. – Washington : National Academy Press, 1986. – P. 275-305.
169. Lu M. Visualizing AI Patents by Country [Электронный ресурс] / M. Lu. – URL: <https://www.visualcapitalist.com/visualizing-ai-patents-by-country/> (дата обращения: 06.09.2025 г.).
170. Lundvall B.A. Post Script: Innovation System Research – Where it came from and where it might go / B.A. Lundvall // National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. – Cambridge: Anthem Press, 2010. – P. 317-350.
171. Maclaurin W. R. The sequence from invention to innovation and its relation to economic growth / W.R. Maclaurin // The Quarterly Journal of Economics. – 1953. – Vol. 67. – № 1. – P. 97-111.
172. Macomber H. Putting the Five Big Ideas to Work [Электронный ресурс] / H. Macomber // Canadian Construction Association. - URL: <https://www.cca-acc.com/wp-content/uploads/2021/08/Five-Big-Ideas.pdf> (дата обращения: 11.10.2025 г.).
173. Mariani M.M. Artificial intelligence in innovation research: A systematic review, conceptual framework, and future research directions / M.M. Mariani, I. Machado, V. Magrelli, Y.K. Dwivedi // Technovation. - 2023. - Vol. 122. - P. 102623.

174. Marinova D. Models of Innovation / D. Marinova, J. Phillimore // The International Handbook on Innovation. – Oxford: Pergamon, Elsevier, 2003. – P. 44-53.
175. Meade N. Modelling and forecasting the diffusion of innovation – A 25-year review / N. Meade, T. Islam // International Journal of Forecasting. – 2006. – Vol. 22. - №3. – P. 519-545.
176. MindMeister [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mindmeister.com/> (дата обращения: 13.11.2025 г.).
177. MLOps: Continuous delivery and automation pipelines in machine learning [Электронный ресурс] / Google Cloud: Cloud Architecture Center. – URL: <https://cloud.google.com/architecture/mlops-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning?ref=hackernoon.com> (дата обращения: 08.09.2025 г.).
178. Nelson R.R. Simple Economics of Basic Scientific Research / R.R. Nelson // The Journal of Political Economy. – 1959. – Vol. 67. – № 3. – P. 297-306.
179. Number of ChatGPT monthly app downloads worldwide from May 2023 to March 2025 [Электронный ресурс] // Statista. – URL: <https://www.statista.com/statistics/1386342/chat-gpt-app-downloads/> (дата обращения: 24.11.2025 г.).
180. Number of Pokémon GO app downloads worldwide from 3rd quarter 2016 to 2nd quarter 2025 [Электронный ресурс] // Statista. – URL: <https://www.statista.com/statistics/641690/pokemon-go-number-of-downloads-worldwide/?srsltid=AfmBOooACr4DgF465K8ZwYb6JQgDU5Ne3GB3SuCZtvstNJ8oXVEPFxN2> (дата обращения: 20.11.2025 г.).
181. Oslo Manual 2018. Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4th Edition. – Paris: OECD Publishing, 2018. – 258 p.
182. Paul J. Digital entrepreneurship research: A systematic review / J. Paul, I. Alhassan, N. Binsaif, P. Singh // Journal of Business Research. – 2023. – Vol. 156. – P. 1-19.

183. PMI's Pulse of the profession. 10th Global Project Management Survey [Электронный ресурс] // PMI. – URL: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2018.pdf> (дата обращения: 25.09.2025 г.).
184. Rai A. Next-Generation Digital Platforms: Toward Human-AI Hybrids / A. Rai, P. Constantinides, S. Sarker // MIS Quarterly. - 2019. - Vol. 43. - № 1. – P. III-IX.
185. Rogers E.M. Diffusion of innovations / E.M. Rogers. – New York: The Free Press, 1983. – 453 p.
186. Rothwell R. Towards the Fifth-Generation Innovation Process / R. Rothwell // International Marketing Review. – 1994. - Vol. 11. – №1. - P. 7–31.
187. Schwertner K. Digital Transformation of Business / K. Schwertner // Trakia Journal of Sciences. – 2017. – Vol. 15, sup. 1. – P. 388–393.
188. Sojib M. DeepSeek AI Statistics 2025: Growth, User & Market Insights [Электронный ресурс] / M. Sojib // AllOutSEO. – URL: <https://alloutseo.com/deepseek-stats/> (дата обращения: 25.11.2025 г.).
189. Sundberg L. Democratizing artificial intelligence: How no-code AI can leverage machine learning operations / L. Sundberg, J. Holmström // Business Horizons. – 2023. – Vol. 66. - № 6. – P. 777-788.
190. Taferner B. A next generation of innovation models? An integration of the innovation process model Big Picture towards the different generations of models / B. Taferner // Review of innovation and competitiveness. – 2017. – Vol. 3. – № 3. – P. 47-60.
191. The Fourth Interpretation of the Revisions to the Patent Examination Guidelines (2023) – Examination of Patent Applications for Invention Involving Computer Programs // CNIPA. – URL: https://www.cnipa.gov.cn/art/2024/1/18/art_2199_189877.html (дата обращения: 04.09.2025 г.).
192. Tohidi H. Different stages of innovation process / H. Tohidi, M.M. Jabbari // Procedia Technology. – 2012. – № 1. – С. 574-578.

193. Tsidulko J. Digital Transformation Decoded [Электронный ресурс] / J. Tsidulko // OCI. – URL: <https://www.oracle.com/cloud/digital-transformation/> (дата обращения: 14.07.2025 г.).
194. Van Schooenderwoert N.J. Interview with Ward Cunningham and Scott Densmore / N.J. Van Schooenderwoert // Agile Times. – 2004. – Vol. 6. – P. 61–69.
195. Vanska S. Continuous software engineering practices in AI/ML development past the narrow lens of MLOps: Adoption challenges / S. Vanska, K.-K. Kemell, T. Mikkonen, P. Abrahamsson // e-Informatica Software Engineering Journal. – 2024. – Vol.18. - №1. – P. 240102.
196. What is digital transformation? [Электронный ресурс] // IBM. – URL: <https://www.ibm.com/think/topics/digital-transformation> (дата обращения: 14.07.2025 г.).
197. What is digital transformation? [Электронный ресурс] // McKinsey. – URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-digital-transformation> (дата обращения: 14.07.2025 г.).
198. WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence [Электронный ресурс] // WIPO. – URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf (дата обращения: 24.08.2025 г.).
199. Zarour M. (2025) MLOps best practices, challenges and maturity models: A systematic literature review / M. Zarour, H. Alzabut, K.T. Al-Sarayreh // Information and Software Technology. – 2025. – Vol. 183. – P. 107733

Рейтинг цифровизации и внедрения ИИ в регионах России
(январь–апрель 2025 года) (по данным журнала «Регионы России» [95])

	Регион	Инфра- структура	Госуслуги	Умный город	Здраво- охранение	Образо- вание	Проекты ИИ	Открытые данные	Экономика и инновации	Коммуни- кации
1	Москва	9.7	14.0	9.5	9.7	9.1	9.4	5.0	14.2	14.4
2	Белгородская область	9.1	13.5	8.8	9.3	8.9	8.5	4.3	13.7	13.9
3	Республика Татарстан	8.9	13.0	8.5	9.0	8.7	8.8	4.0	13.5	12.6
4	Ямало-Ненецкий АО	8.5	12.8	8.1	8.7	8.1	8.2	3.7	12.8	12.1
5	Ханты-Мансийский АО – Югра	8.7	12.5	8.0	8.3	8.4	7.9	3.3	12.6	12.3
6	Челябинская область	8.4	12.2	7.9	8.5	8.0	7.8	3.5	12.3	11.8
7	Свердловская область	8.2	12.0	7.8	8.1	7.9	7.5	3.8	12.0	11.7
8	Санкт-Петербург	8.9	12.3	9.4	8.6	8.2	8.8	4.4	12.5	12.9
9	Московская область	8.5	12.8	7.7	8.0	8.1	7.1	3.9	11.9	12.0
10	Новосибирская область	8.1	11.8	7.5	7.9	7.6	8.2	3.6	11.7	11.6
11	Оренбургская область	8.0	11.5	7.4	7.7	7.8	7.3	3.2	11.5	12.1
12	Сахалинская область	8.3	11.1	7.2	7.5	7.4	7.1	3.5	11.0	10.9
13	Тюменская область	7.9	11.3	7.0	7.4	7.3	7.0	3.3	10.8	10.9

14	Нижегородская область	7.6	11.0	7.1	7.8	7.5	6.9	3.1	10.5	10.5
15	Томская область	7.4	10.8	6.8	7.1	7.7	7.4	3.2	10.3	10.3
16	Республика Башкортостан	7.8	10.5	6.6	7.4	7.0	6.7	3.0	10.7	10.3
17	Тульская область	7.5	10.2	6.5	6.9	6.8	6.6	2.9	10.2	9.6
18	Калужская область	7.3	10.0	6.4	6.8	6.7	6.5	2.8	10.0	9.5
19	Республика Саха (Якутия)	7.0	9.8	6.1	6.6	6.5	6.1	2.6	9.7	9.6
20	Пермский край	7.2	9.5	6.2	6.4	6.3	6.0	2.7	9.4	9.3
21	Самарская область	6.8	9.4	6.0	6.5	6.4	5.8	2.4	9.1	10.1
22	Калининградская область	7.0	9.1	5.9	6.1	6.0	5.9	2.5	9.3	9.6
23	Воронежская область	6.6	8.9	5.6	6.0	5.9	5.7	2.3	8.9	9.2
24	Ярославская область	6.4	8.7	5.5	5.8	5.7	5.5	2.2	8.8	9.4
25	Чувашская Республика	6.5	8.4	5.3	5.7	5.5	5.4	2.1	8.5	8.6
26	Ульяновская область	6.3	8.2	5.4	5.5	5.4	5.1	2.0	8.3	8.5
27	Республика Карелия	6.1	8.1	5.2	5.4	5.2	5.0	1.8	8.0	8.2
28	Краснодарский край	5.9	7.8	5.1	5.2	5.3	4.8	2.0	7.8	7.7
29	Красноярский край	6.0	7.6	5.0	5.1	5.0	4.7	1.9	7.9	7.8
30	Ленинградская область	5.8	7.7	4.9	4.9	4.8	4.5	1.7	7.7	7.5
31	Мурманская область	5.6	7.4	4.7	4.8	4.7	4.3	1.8	7.4	7.3
32	Республика Марий Эл	5.5	7.3	4.6	4.7	4.6	4.2	1.6	7.2	7.3
33	Республика Мордовия	5.4	7.1	4.5	4.8	4.5	4.1	1.5	7.1	7.5

34	Удмуртская Республика	5.3	7.0	4.4	4.6	4.4	3.9	1.7	6.9	6.8
35	Волгоградская область	5.4	6.8	4.3	4.5	4.3	3.8	1.4	6.7	6.8
36	Ростовская область	5.2	6.6	4.2	4.4	4.2	3.7	1.3	6.6	6.8
37	Республика Бурятия	5.1	6.5	4.1	4.3	4.0	3.6	1.2	6.5	6.7
38	Приморский край	5.0	6.3	4.0	4.2	3.9	3.5	1.4	6.3	6.4
39	Хабаровский край	4.8	6.2	3.9	4.0	3.8	3.4	1.3	6.1	6.5
40	Иркутская область	4.9	6.0	3.8	3.9	3.7	3.3	1.1	6.0	6.3
41	Смоленская область	4.7	5.9	3.6	3.8	3.6	3.1	1.0	6.1	6.2
42	Кировская область	4.6	5.7	3.5	3.7	3.5	3.0	1.2	5.8	5.8
43	Кемеровская область	4.5	5.5	3.4	3.6	3.4	2.9	1.3	5.7	5.7
44	Омская область	4.3	5.4	3.3	3.5	3.3	2.8	1.1	5.5	5.8
45	Республика Хакасия	4.4	5.3	3.2	3.4	3.1	2.7	1.0	5.6	5.9
46	Саратовская область	4.2	5.1	3.1	3.3	3.0	2.6	1.0	5.4	5.9
47	Липецкая область	4.1	5.0	3.0	3.2	2.9	2.5	0.9	5.3	5.8
48	Республика Коми	4.3	5.1	2.9	3.1	2.8	2.4	0.8	5.1	5.7
49	Архангельская область	4.0	4.8	2.8	3.0	2.7	2.3	0.7	5.0	5.7
50	Камчатский край	4.1	4.7	2.7	2.9	2.6	2.2	0.9	5.2	5.7
51	Магаданская область	3.9	4.6	2.6	2.8	2.5	2.1	0.6	4.9	5.3
52	Амурская область	3.8	4.5	2.5	2.7	2.4	2.0	0.7	4.8	5.4
53	Забайкальский край	3.7	4.3	2.4	2.6	2.3	1.9	0.7	4.6	5.0
54	Республика Дагестан	3.6	4.4	2.3	2.5	2.2	1.8	0.6	4.5	5.1
55	Ставропольский край	3.5	4.2	2.2	2.4	2.1	1.7	0.6	4.4	4.9
56	Кабардино-Балкарская Респ.	3.4	4.1	2.1	2.3	2.0	1.6	0.5	4.3	4.7

57	Владимирская область	3.3	4.0	2.0	2.2	1.9	1.5	0.6	4.2	4.3
58	Пензенская область	3.2	3.9	1.9	2.1	1.8	1.4	0.5	4.1	4.5
59	Рязанская область	3.1	3.8	1.8	2.0	1.7	1.3	0.4	3.9	4.0
60	Брянская область	3.0	3.7	1.7	1.9	1.6	1.2	0.4	3.8	4.1
61	Курская область	2.9	3.5	1.7	1.8	1.5	1.1	0.4	3.7	4.2
62	Республика Адыгея	2.8	3.4	1.6	1.7	1.4	1.0	0.3	3.6	4.2
63	Республика Калмыкия	2.7	3.3	1.5	1.6	1.3	0.9	0.3	3.5	4.1
64	Орловская область	2.6	3.2	1.4	1.5	1.3	0.8	0.3	3.4	4.1
65	Вологодская область	2.5	3.1	1.3	1.5	1.2	0.8	0.2	3.3	4.1
66	Новгородская область	2.4	3.0	1.2	1.4	1.2	0.7	0.2	3.2	4.3
67	Респ. Северная Осетия–Алания	2.3	2.9	1.2	1.3	1.1	0.7	0.2	3.1	4.2
68	Астраханская область	2.3	2.8	1.1	1.3	1.0	0.6	0.2	3.0	4.1
69	Ивановская область	2.2	2.7	1.0	1.2	0.9	0.6	0.2	2.9	4.3
70	Севастополь	2.1	2.6	0.9	1.2	0.9	0.5	0.1	2.8	4.2
71	Республика Крым	2.0	2.5	0.9	1.1	0.8	0.5	0.2	2.7	4.0
72	Костромская область	1.9	2.4	0.8	1.0	0.8	0.4	0.1	2.6	4.1
73	Чеченская Республика	2.1	2.3	0.7	1.0	0.7	0.4	0.2	2.5	4.2
74	Карачаево-Черкесская Респ.	1.8	2.2	0.7	0.9	0.7	0.3	0.1	2.4	4.1
75	Республика Ингушетия	1.7	2.1	0.6	0.8	0.6	0.3	0.1	2.3	4.0
76	Алтайский край	1.6	2.0	0.7	0.9	0.6	0.3	0.1	2.2	3.9

77	Республика Алтай	1.5	1.9	0.5	0.7	0.5	0.2	0.1	2.1	3.9
78	Псковская область	1.4	1.8	0.6	0.8	0.5	0.2	0.1	2.0	3.9
79	Еврейская автономная обл.	1.3	1.7	0.5	0.7	0.4	0.2	0.1	1.9	3.8
80	Чукотский автономный округ	1.2	1.6	0.4	0.6	0.4	0.2	0.1	1.8	3.7
81	Ненецкий автономный округ	1.1	1.5	0.4	0.6	0.3	0.2	0.1	1.7	3.7
82	Курганская область	1.3	1.4	0.3	0.5	0.3	0.1	0.1	1.8	3.5
83	Тверская область	1.0	1.3	0.3	0.5	0.3	0.1	0.1	1.6	3.5
84	Тамбовская область	1.1	1.4	0.3	0.5	0.3	0.1	0.1	1.7	3.6
85	Республика Тыва	0.9	1.3	0.3	0.6	0.3	0.2	0.1	1.7	3.5

Справки о внедрении



Общество с ограниченной
ответственностью

«ТракШина»

628450, Тюменская область, ХМАО–Югра, пгт
Барсово, ул. Мостостроителей, 10, кв. 2. Тел:
89227827590 E-mail: t333763@mail.ru

ИНН 8617035135; КПП 861701001; ОГРН 1188617005796

СПРАВКА

**о внедрении результатов диссертационного исследования
Собирова Бежана Шукрилловича в практическую деятельность
организации**

Настоящим подтверждается, что результаты диссертационного исследования Собирова Бежана Шукрилловича на тему: «Инструментарий управления жизненным циклом цифровых инноваций», представленного на соискание ученой степени кандидата экономических наук, были внедрены в практическую деятельность ООО «Тракшина».

Разработанный автором подход к рассмотрению цифровой трансформации предприятий применен при разработке и внедрении стратегии цифровизации деятельности. Учет предложенных факторов, влияющих на продолжительность и структуру жизненного цикла цифровых инноваций, позволил выявить ключевые риски и оптимизировать распределение ресурсов при внедрении ИИ-решений в бизнес-процессы ООО «Тракшина».

Практическое применение результатов исследования способствовало повышению результативности цифровой трансформации предприятия за счет комплексного использования.

Директор

01.07.2026



С. Н. Шутро



Акционерное общество «Сургутнефтегазбанк»

Ул. Григория Кукуевецкого, д. 19, г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, 628404
Тел.: +7 (3462) 39-86-00, факс: +7 (3462) 39-87-11, www.sngb.ru, bank1@sngb.ru

Корреспондентский счет 30101810600000000709 в Операционно-кассовом центре № 7 Уральского главного управления Центрального банка Российской Федерации
ИНН 8602190258, КПП 860201001, БИК 047144709, ОКПО 09309638, ОКВЭД 64.19

« 02 » _____ 2026 г.

№ 84

В диссертационный совет
24.2.276.04,
созданного на базе Белгородского
государственного технологического
университета им. В.Г. Шухова

СПРАВКА

о внедрении результатов диссертационного исследования на соискание
ученой степени кандидата наук Собирова Бежана Шукриллоевича в
практическую деятельность АО БАНК «СНГБ»

Результаты диссертационного исследования Собирова Бежана Шукриллоевича, посвященного управлению жизненным циклом цифровых инноваций, приняты к использованию в Акционерном обществе «Сургутнефтегазбанк».

Разработанные автором инструменты управления жизненным циклом применены в реализации проектов в области искусственного интеллекта, которые внедряет Акционерное общество «Сургутнефтегазбанк».

Практический интерес представляет предложенный автором подход по внедрению спиральной модели жизненного цикла, что позволило повысить точность планирования проектов и снизить риски срыва сроков разработки и внедрения цифровых решений.

Директор технологического блока

М.В. Захтаренко

Бюджетное учреждение высшего образования
Ханты-Мансийского автономного округа - Югры
«Сургутский государственный университет»

ОКПО 27387694 ИНН 8602200001
ОГРН 1028600609180 КПП 860201001

от 7 сентября 2026 г. № 09/4898
на № _____ от _____ 20__ г.

В диссертационный совет
24.2.276.04, созданный на базе
Белгородского
государственного
технологического университета
им. В.Г. Шухова

СПРАВКА
о внедрении результатов диссертационного исследования
в учебный процесс

Результаты диссертационного исследования Собирова Бежана Шукрилловича на тему: «Инструментарий управления жизненным циклом цифровых инноваций», представленного на соискание ученой степени кандидата экономических наук, используются в учебном процессе Сургутского государственного университета при изучении дисциплин «Экономика предприятия», «Инновационный менеджмент», «Стратегический менеджмент», «Управление инновационными проектами», «Бизнес процессы в организации», а также при руководстве научно-исследовательской работой бакалавров и магистрантов.

Проректор по УМР



Е.В. Коновалова



(3462) 76 29 00
факс (3462) 76 29 29



rector@surgu.ru



www.surgu.ru



пр-кт Ленина, д. 1
г. Сургут, Югра, 628412