

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



На правах рукописи

ВАРЕЦА РУСЛАН АНАТОЛЬЕВИЧ

**РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В
СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИИ
РЕАЛИЗАЦИИ**

**Специальность 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика: экономика
промышленности**

ДИССЕРТАЦИЯ

**НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК**

**Научный руководитель
доктор экономических наук, профессор,
Академик Российской академии образования
Боровская М.А.**

Ростов-на-Дону – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1.ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА	18
1.1.Развитие технологического предпринимательства через призму промышленных революций.....	18
1.2.Сущность технологического предпринимательства в промышленности	48
1.3.Риски и оценка технологических решений в технологическом предпринимательстве в промышленности	73
2. МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКЕ И РАЗВИТИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	98
2.1.Механизмы развития технологического предпринимательства в промышленности: зарубежный опыт и российская практика	98
2.2. Стратегические ориентиры и инструменты управления технологическим развитием промышленности	124
2.3. Контрактная система в сфере закупок технологических решений как механизм поддержки субъектов промышленности	150
3.РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМОВ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	168
3.1. Апробация модели оценки TSSL на примере субъекта технологического предпринимательства в промышленности	168
3.2. Механизм отбора технологических решений «Тендер на инновацию» в системе закупок	180
3.3. Внедрение механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему управления промышленным развитием	189
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	197
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	200

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Промышленные революции обусловлены появлением прорывных технологий, возникших благодаря деятельности энтузиастов-изобретателей и предпринимателей. Первая промышленная революция характеризовалась механизацией производства, вторая – развитием конвейерной организации труда, третья – внедрением вычислительных технологий, четвертая – интеграцией цифровых систем и производственных процессов. К технологиям четвертой промышленной революции относятся промышленный интернет вещей, цифровые двойники, аддитивное производство, сквозная интеграция, виртуальная и дополненная реальность, облачные вычисления и сервисы, робототехника, искусственный интеллект. Основными субъектами внедрения вышеперечисленных технологий выступают технологические предприниматели, которые создают новые технологии и используют уже существующие решения для новых производственных задач. Деятельность технологических предпринимателей приводит к трансформации бизнес-моделей, организационных структур, а также процессов создания и выпуска продукции. Таким образом, технологические предприниматели становятся ключевым фактором обновления производственной системы, изменяя ее структуру и динамику. В условиях технологического соперничества между ведущими странами (Россией, США, Китаем, Великобританией, Германией, Индией) конкурентное преимущество получают те национальные промышленные системы, которые способны поддерживать новые принципы организации производства. Конкурентным преимуществом промышленной системы страны становится технологическое лидерство, выражающееся в способности предвосхищать глобальные тренды и формировать собственные технологические траектории развития. В этих условиях одну из ключевых ролей в обеспечении технологического лидерства страны играют технологические предприниматели, которые создают технологии на основе новых знаний. Вместе с тем процесс разработки и реализации технологий протекает в условиях рисков, что связано с

невозможностью заранее определить их реализуемость, производственную применимость и экономический эффект. Риски проявляются на различных стадиях цикла разработки и внедрения технологий, что создает дополнительные сложности при принятии решений об их разработке, поддержке и внедрении. Несмотря на исследовательский интерес к проблемам технологического предпринимательства, вопросы оценки рисков остаются недостаточно разработанными.

Во-первых, в научной литературе технологическое предпринимательство рассматривается одновременно как процесс, явление, форма бизнеса и результат инновационной деятельности. Данная многозначность размывает границы термина, что обуславливает необходимость уточнения сущностных характеристик технологического предпринимательства.

Во-вторых, несмотря на широкое распространение цифровых платформ как организационной среды взаимодействия участников инновационного процесса, недостаточно разработаны теоретические и прикладные подходы к их использованию в сфере технологического предпринимательства в промышленности.

В-третьих, специфичность технологического предпринимательства в промышленности, связанная с высокой капиталоемкостью, длительным циклом разработки, испытаний и внедрения, а также с зависимостью от инженерно-технологических параметров, остается недостаточно учтенной в существующих подходах к оценке технологических решений.

В-четвертых, применение традиционных критериев закупки, прежде всего цены, является ограниченным при выборе технологических решений. На стадии разработки параметры технологического решения еще не подтверждены, а вероятность достижения требуемого результата зависит от инженерно-технологических рисков.

Степень разработанности проблемы. Теоретические основы исследования технологического предпринимательства представлены в трудах широкого круга зарубежных и отечественных исследователей. Зарубежные подходы к исследованию технологического предпринимательства представлены в работах N.

Armstrong, T. Bailetti, S. Nichols. В отечественной литературе вклад в разработку данной проблемы внесли А.Н. Барыкин, В.А. Бичурина, М.А. Боровская, О.В. Искрянников, Д.И. Корзюк, С.Н. Текучева, О.Г. Тихомирова. Анализ обозначенных работ демонстрирует, что технологическое предпринимательство рассматривается неоднозначно (как процесс, форма бизнеса, механизм коммерциализации знаний и т.д.), что обуславливает необходимость уточнения сущностных характеристик технологического предпринимательства.

Для исследования значение имеет специфика технологического предпринимательства в промышленности. В отличие от иных видов предпринимательской деятельности, технологическое предпринимательство в промышленности связано с созданием нового решения, его доведением до стадии производственного внедрения, подтверждением технических характеристик, адаптацией к условиям эксплуатации и серийному производству. Для выявления данной специфики были проанализированы исследования проблем промышленного развития, представленные в трудах С.С. Булдыгина, А.Я. Грудачева, М.А. Сухаревой, В.А. Погребинской, И.С. Пылаевой, В.И. Яковлева. Среди иностранных ученых следует выделить М. Маццукато, исследовавшую роль промышленной стратегии в экономическом развитии, Й. Шумпетера, сформулировавшего концепцию креативного разрушения, Дж. М. Кейнса, исследовавшего макроэкономические последствия прогресса, проблему технологической безработицы, а также природу риска, Х. фон Шееля, разработавшего концепцию «Индустрии 4.0», а также Й. Шота, изучающего фреймы промышленной политики в отношении глобальных технологических изменений. Структурные преобразования экономики, трансформацию предпринимательской среды в рамках становления «распределенного капитала», а также характеристики Индустрии 4.0 исследовали К.А. Антошина, В.Д. Малыгин, Д. Рифкин, А. Селани, Х. Цзэн, А. Чиарамелла. Аспекты цифровой трансформации промышленности всесторонне рассматривались в работах Г.В. Гореловой, С.В. Дмитриевой, М.А. Комиссаровой, А.Н. Кузьмина, Т.А. Макареня, Л.Г. Матвеевой, Д.В. Муха, А.Ю. Никитаевой, И.Н. Сторожук, О.А. Черновой, И.К.

Шевченко, а также зарубежных авторов: W. Chen, M. Daneshmand, J. Ding, S. Dhelim, F. Farha, C.B. Frey, M. Koltsaki, D. Leesburg, Y. Lin, G. Marcus, M. Mavri, H. Ning, W. Wang. Анализ указанных работ позволил рассмотреть технологическое предпринимательство в промышленности через призму промышленной трансформации, показав, что его содержание определяется не только предпринимательской активностью, но и особенностями промышленной политики и организации производственных процессов.

Раскрытие природы технологического предпринимательства осуществляется через призму системы сложных связей между наукой, бизнесом, государством и институтами развития. Развитие предпринимательства и его влияние на экономическое развитие исследуются в работах З. Акса, П. Браунерхельма, С. Веннекерса, Б. Карлссона, Ф. Малербы, Д. Одретча, А.Д. Скотта, Р. Тюрика, в которых предпринимательство рассматривается как механизм формирования новых возможностей, генерации инноваций и обновления отраслевой структуры, обеспечивающий переход к более высоким траекториям экономического развития. Эволюция инновационных экосистем и технологических кластеров рассмотрена в работах М. Кеннея и У. фон Бурга, а взаимодействие университетов, государства и промышленности посредством разработки модели «тройной спирали» исследовано Г. Ицковицем и Л. Лейдесдорфом. Проблема открытых инноваций и стратегий поиска знаний исследована К. Лаурсеном и А. Салтером, а вопросы влияния бизнес-моделей на инновационную активность рассмотрены Ч. Баден-Фуллером и С. Хэфлигером. Современные модели инновационного роста и креативного разрушения обоснованы в работах Ф. Агийона, Дж. Мокира и П. Ховитта. Для выявления особенностей технологического предпринимательства важное значение имеют работы, посвященные экономике знаний. Проблемы экономики знаний освещены в работах Е.В. Антипиной, М.А. Боровской, Р. Бухта, Ю.В. Белоусова, М.Ю. Вараввы, Г.Б. Клейнера, Е.Д. Конькова, Ю.Г. Кузьменко, О.С. Лазаревой, Ф. Махлупа, М.А. Сухаревой, Р. Хикса. Анализ данного круга работ позволил обосновать, что развитие технологического предпринимательства зависит от

взаимодействия между создателями знаний, предпринимательскими структурами, государством и институтами поддержки инноваций.

Следующим направлением анализа стали исследования инновационных систем, закупок инноваций и национальных моделей инновационного развития, поскольку они позволяют выявить институциональные условия реализации технологического предпринимательства в промышленности. Вопросам формирования инновационных систем посвящены работы В.В. Вольчика, Е.А. Горбашко, В.В. Медведева. Исследования закупок инноваций получили развитие в трудах российских авторов: М.Н. Вилковой, В.В. Вольчика, А.П. Заворохиной, Д.В. Кашина, П.А. Петровой, Ю.П. Подрогенко, Д.Р. Тиллашайхова, С.С. Цыганкова. В зарубежной литературе данная тема представлена в работах L. Bos, P. Boechat, O. Chiappinelli, L.M. Giuffrida, A. Hlacs, L. Hommen, S. Howell, A. Morisson, B. Monteiro, M. Pattinson, M. Rolfstam, G. Spagnolo. Исследованию национальных моделей, инструментов и механизмов инновационного развития посвящены работы А.Г. Аганбегяна, М.А. Балашова, С.В. Бредихина, А.В. Войта, М.А. Гершмана, Е.Е. Досужевой, Н.В. Захаровой, И.А. Ивановой, Т.В. Кленовой, А.В. Клышина, Е.С. Куценко, Н.А. Куторго, А.В. Лабудина, О.Л. Лямзина, Д.А. Марьясиса, А.Г. Моисеевой, Е.И. Огородниковой, К.А. Пономаревой, О.А. Родина, К.С. Тюрчева, И.В. Цвигун, И.Ю. Щедрова, М.Н. Юсуповой, а также Z. Arnold, V. Boos, C. Butsch, E. Bharucha, A. Chatzky, J. Coykendall, L. Gokhberg, B.M. Gupta, R. Gupta, K. Hardin, H. Huang, E. Islankina, L.N. Kantakumar, F. Kraas, M. Kroll, E. Kutsenko, S. Kumar, N. Luong, H. Ma, J. McBride, J. Morehouse, B. Murphy, N. Nagaraja, T. Ostashchenko, K. Schneider, S. Shepley, A. Snegirev, E. Streltsova, K.T. Srinivas, K. Tyurchev, P.D. Wagner, X. Wu, H. Wu, J. Xiong, L. Yan, J. Zhang. Анализ указанных работ позволил выявить взаимосвязь инновационной системы с государственными механизмами и инструментами управления технологическими преобразованиями.

Промышленная специфика технологического предпринимательства обуславливает формирование особой среды рисков, что потребовало отдельного рассмотрения исследований риска. Вопросы риска и неопределенности получили

освещение в работах следующих исследователей: Дж. М. Кейнса, Г.В. Княгинина, А.В. Курдюмова, Е.Г. Шеина, S. Alvarez, J.B. Berk, R.C. Green, V. Naik, C. Carpentier, J.M. Suret, W.M. Cohen, D.A. Levinthal, J.R.M. Hand, D.W. Hubbard, J.C. Ruhnka, J.E. Young, S.D. Sarasvathy, E. Szathmari, Z. Varga, A. Molnar, G. Nemeth, Z.P. Szabo, O.E. Kiss. Методы оценки риска активно развиваются в современной научной литературе. Существенный вклад в формирование методов идентификации и количественной оценки рисков внесли К.Э. Григорьев, В.С. Канев, А.В. Комаров, В.В. Левшина, С.В. Мамаева, М.В. Мальцева, Г.С. Петросян, А.Н. Полетайкин, А.Н. Петров, А.В. Рубцов, Л.Н. Смирнова, И.В. Храмов, Л.Н. Храмова, М. Akhavan, M. Ameli, L.A. Cox, R.M. Cooke, J.S. Dodgson, M.B. Francescatto, A. O'Hagan, V. Khodakarami, L.J. Lesko, H.A. Linstone, C. de F. Michelin, R. McElreath, A.L. Neuenfeldt-Junior, A. Pearman, L.D. Phillips, S. Raychaudhuri, W.F. Rodebaugh, S. Schmidt, R. Schulte, M.V. Sebt, C.R. Silva Junior, J.C.M. Siluk, R.D. Snee, M. Spackman, M.N. Trame, M. Turoff, M. Valaei, P. Vellaisamy, X.Y. Zhang. Анализ исследований позволил установить, что существующие подходы формируют методологическую базу для оценки рисков, однако применительно к технологическому предпринимательству в промышленности они недостаточно учитывают инженерно-технологические риски, возникающие на стадиях разработки, испытаний и серийного производства, что обуславливает необходимость разработки специального инструмента оценки инженерно-технологических рисков.

Вместе с тем решение задачи оценки инженерно-технологических рисков и отбора наиболее эффективных технологических решений требует инструмента, обеспечивающего цифровое сопровождение отбора технологических решений. В этой связи были проанализированы исследования в сфере цифровых платформ. В отечественной науке данной проблемой занимались А.И. Боровков, О.В. Ватолина, В.Е. Дементьев, С.Г. Евсюков, А.В. Ничепорук, Ю.А. Рябов, Е.В. Устюжанина. В их трудах анализируются трансформация производственных процессов в условиях цифровизации, особенности архитектуры цифровых платформ. А.И. Боровков развивает концепцию жизненного цикла изделий с применением платформенных

решений. К числу зарубежных исследователей относятся L. Arnold, A. Arslan, A. Ahmed, M. Alstyne, S.H. Bhatti, A.A. Bush, L., S.P. Choundary, E. Fielt, A. Gawer, I. Gölgeci, E. Hartigh, B. Jullien, J. Jöhnk, B. Konsynski, M. Matzner, J.R. Ortt, G.G. Parker, A. Pavan, T. Pauli, P. Puranam, L.M. Punter, M. Rysman, C.C.M. Stolwijk, A. Tiwana, N. Urbach, F. Vogt, F. Zhu. Анализ данного направления исследований позволил обосновать возможность использования цифровой платформы в качестве инструмента сопровождения закупок инноваций, накопления данных о ходе разработки и испытаний, а также поддержки процедур отбора технологических решений с учетом их инженерно-технологических рисков.

В обозначенных направлениях исследований остаются недостаточно изученными вопросы эволюции роли государства как института регулирования и роли предпринимательства как субъекта инновационного развития в ходе промышленных революций, специфики технологического предпринимательства в промышленности, возможностей использования цифровых платформ как инструмента сопровождения закупок инноваций, а также методов оценки инженерно-технологических рисков при отборе технологических решений.

Цель и задачи диссертационной работы. *Целью исследования* является разработка механизма поддержки развития технологического предпринимательства в промышленности, включающего систему поддержки принятия управленческих решений по оценке, отбору и внедрению в производство наиболее эффективных технологических решений, а также стратегии, предусматривающей комплекс мероприятий по формированию условий реализации данного механизма.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие *задачи исследования*:

1. Выявить условия и факторы становления технологического предпринимательства через призму промышленных революций, что позволит сформулировать технологическое предпринимательство как вид деятельности в промышленности.

2. Предложить подход к определению технологического предпринимательства в промышленности через призму специфических рисков технологических решений, что раскрывает основания для управления его развитием посредством выявления, отбора и поддержки наиболее эффективных решений.

3. Предложить подход и разработать методику оценки инженерно-технологических рисков технологических решений, обеспечивающие поддержку принятия решений при выборе наиболее эффективных решений в промышленности.

4. Систематизировать отечественные и зарубежные стратегии, механизмы промышленной политики и инструменты поддержки технологического развития, обосновав применимость закупок как инструмента стимулирования разработок.

5. Сформировать механизм конкурентного отбора технологических решений в рамках закупок с применением оценки инженерно-технологических рисков на этапах разработки технологических решений.

6. Выявить институциональные основы и предложить комплекс мероприятий и организационно-экономических мер, обеспечивающих поддержку развития технологического предпринимательства в промышленности на основе внедрения разработанного механизма отбора технологических решений, имеющих наибольший уровень выживаемости, направленного на стимулирование конкуренции между технологическими предпринимателями.

Объект и предмет исследования. *Объект исследования* – технологическое предпринимательство как вид деятельности в промышленности. *Предметом исследования* выступают организационно-экономические механизмы, инструменты и условия развития технологического предпринимательства в промышленности.

Область исследования соответствует пунктам 2.10. Промышленная политика; 2.4. Закономерности функционирования и развития отраслей промышленности Паспорта специальностей 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика: экономика промышленности.

Гипотеза исследования заключается в том, что развитие технологического предпринимательства может быть обеспечено путем внедрения в закупки контрактной системы «Тендер на инновацию», базирующейся на механизме конкурентного отбора технологических решений, разрабатываемых в ответ на научно-техническую или производственно-техническую проблему на ранних уровнях технологической готовности. Конкуренция альтернативных подходов к решению поставленной проблемы обеспечивает соперничество между технологическими предпринимателями в процессе разработки технологических решений за способность предложить и разработать наиболее эффективное технологическое решение. Реализация данного механизма определяется стратегией внедрения, предусматривающая комплекс организационно-экономических, правовых, цифровых и инфраструктурных мероприятий.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в развитии теоретико-методических положений и разработке прикладных механизмов обеспечения поддержки развития технологического предпринимательства в промышленности.

К числу положений, содержащих элементы приращения научного знания, относятся следующие:

1. Предложена авторская реконструкция взаимосвязи промышленных революций, изменений технологической базы производства, функций государства и развития технологического предпринимательства. Установлено, что технологическое предпринимательство возникло как вид предпринимательской деятельности в период Индустрии 3.0. вследствие развития автоматизации, электроники и информационных технологий в промышленности, создавших условия для выделения технологических решений как объекта предпринимательской деятельности, содержанием которой стали их разработка, апробация, коммерциализация и внедрение в производство.

2. Уточнена трактовка технологического предпринимательства в промышленности через призму рисков технологических решений, возникающих в процессе разработки, апробации, внедрения и применения их в промышленном

производстве. Также данный подход опирается на анализ промышленных революций, в ходе которых разработка технологических решений стала источником создания экономической ценности в промышленности.

3. Предложен подход к оценке инженерно-технологических рисков на основе применения аналитического инструмента оценки уровня выживаемости технологического решения – Technology Solution Survival Level (TSSL), объединяющего байесовское обновление вероятностей, элементы FMEA-анализа, нормированный показатель риска и взвешенное агрегирование факторов. Реализацией данного подхода стала матрица инженерно-технологических рисков TSSL технологического решения, отражающая состав, уровень значимости и совокупный вклад рисков в агрегированный уровень риска технологического решения.

4. Разработана методика оценки выживаемости технологического решения на основе уровней технологической готовности TRL и матрицы TSSL, в которой предметом оценки является совокупность инженерно-технологических рисков на этапах TRL. Результаты оценки используются для поддержки принятия решений при выборе наиболее эффективного технологического решения.

5. Сформирован механизм конкурентного отбора технологических решений в рамках закупочных процедур, в котором уровни технологической готовности TRL 4, TRL 6, TRL 8 используются как воронка отбора. В рамках отбора технологические решения оцениваются по уровню инженерно-технологических рисков на основе матрицы TSSL, что обеспечивает поддержку принятия решений при выборе наиболее эффективного технологического решения.

6. Разработан организационно-экономический механизм поддержки технологического предпринимательства в промышленности, ядром которого выступает контрактная система отбора технологических решений «Тендер на инновацию», интегрированная в сферу закупок. Функционирование механизма предусматривает реализацию стратегии институционально-правовых изменений и совершенствование инструментов государственного управления промышленным развитием. Внедрение механизма создает конкурентную среду среди

технологических предпринимателей, обеспечивая отбор и внедрение в производство наилучших отечественных разработок, что повышает конкурентные преимущества национальных предприятий перед зарубежными технологическими компаниями и укрепляет технологический суверенитет экономики.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии научных представлений о механизмах отбора, оценки и институционального сопровождения технологических решений в условиях четвертой промышленной революции. Теоретически осмыслена роль цифровых платформ как институционального механизма сопровождения отбора и оценки технологических решений. Таким образом, исследование вносит вклад в развитие теории промышленного развития, теории промышленной политики в цифровой сфере.

Практическая значимость исследования заключается в разработке прикладного инструмента и механизма, направленных на повышение эффективности отбора и оценки технологических решений. В работе представлен инструмент TSSL, позволяющий на эмпирической основе оценить уровень выживаемости технологических решений. Предложен механизм закупки технологических решений «Тендер на инновацию».

Методология исследования основана на положениях в области инноваций, технологического предпринимательства, промышленной политики. Концептуальную основу исследования составляют положения, опирающиеся на представления о промышленном развитии в условиях четвертой промышленной революции, цифровизации промышленности, институционального сопровождения разработки технологических решений и количественной оценки инженерно-технологических рисков. Исследование проведено на основе системного, эволюционного, институционального, структурно-функционального подходов.

Методы исследования. В работе использовался комплекс методов, сочетающий качественные и количественные подходы. Применялись анализ, синтез, абстрагирование, обобщение, системный подход, сравнительный метод. Использовались байесовские расчеты апостериорных вероятностей возникновения рисков, инструментарий FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) для оценки

воздействия (Impact), обнаруживаемости (Detectability) и весовых коэффициентов категорий рисков.

Информационно-эмпирическую основу исследования составили аналитические материалы и эмпирические данные, полученные из баз данных, отчетов и публикаций международных организаций, исследовательских и консалтинговых компаний, включая Всемирную организацию интеллектуальной собственности, Всемирный банк, Организацию Объединенных Наций, CB Insights, Autopsy, PricewaterhouseCoopers, Deloitte Insights, McKinsey & Company. В ходе исследования были проанализированы опубликованные нормативные и стратегические акты государственных органов и учреждений Российской Федерации и других стран, характеризующие меры государственной поддержки промышленного развития и технологического предпринимательства, а также механизмы государственных закупок.

Положения, выносимые на защиту.

1. Промышленные революции изменили технологическую базу производства, функции государства и характер рыночной конкуренции. Рост роли инженерных и научно-технических знаний был обусловлен тем, что в ходе промышленных революций новым источником конкурентного преимущества стала способность предпринимателя создавать уникальные технологические решения и совершенствовать характеристики продукта, технологии, производственного процесса. Поэтому технологическое предпринимательство возникает как результат изменений промышленного производства, при которых инженерно-технологические изменения становятся источником предпринимательского дохода и конкурентного преимущества.

2. Технологическое предпринимательство в промышленности характеризуется специфическими инженерно-технологическими рисками, обусловленными материально-технической природой производства. В связи с этим технологическое предпринимательство в промышленности следует определять как вид предпринимательской деятельности, связанный с разработкой и внедрением технологических решений (производственных технологий и

технических изделий), воспроизводимость которых по заданным техническим параметрам и показателям надежности при серийном изготовлении и эксплуатации еще не подтверждена, вследствие чего инвестиционные, технологические и организационные решения принимаются в условиях повышенного риска.

3. Оценка инженерно-технологических рисков позволяет определить, способно ли технологическое решение, разрабатываемое в ответ на научно-техническую или производственно-техническую проблему, обеспечить требуемый результат в условиях производства и эксплуатации. Уровень выживаемости технологического решения – Technology Solution Survival Level (TSSL) выступает инструментом данной оценки, отражая агрегированный риск на основе исходной и уточненной вероятности риска, критичности последствий, трудности обнаружения, нормированного показателя риска и взвешенного вклада каждого риска.

4. Отбор конкурирующих технологических решений, предлагаемых для решения одной научно-технической или производственно-технической проблемы, может быть представлен как последовательное прохождение уровней технологической готовности TRL 4, TRL 6, TRL 8. На каждом уровне конкурирующие технологические решения сопоставляются по уровню инженерно-технологических рисков на основе матрицы TSSL. В результате менее эффективные и более рискованные решения исключаются, а по итогам отбора «выживает» наиболее эффективное технологическое решение.

5. Закупка технологических решений строится как механизм конкурентного выбора наиболее эффективного технологического решения среди альтернатив, предложенных для решения одной заявленной научно-технической или производственно-технической проблемы. В основе данного механизма лежат воронка отбора, сформированная на уровнях технологической готовности TRL 4, TRL 6, TRL 8, и оценка инженерно-технологических рисков на основе матрицы TSSL, что позволяет обеспечить поддержку принятия решений при выборе наиболее эффективного варианта.

6. Организационно-экономический механизм и стратегия развития технологического предпринимательства в промышленности выражается в поддержке наиболее эффективных технологических решений в рамках закупки «Тендер на инновацию» на базе цифровой платформы. В результате усиливается конкуренция между технологическими предпринимателями, стимулируется создание более результативных инженерно-технологических решений, повышается конкурентоспособность отечественных предприятий относительно иностранных технологических компаний и обеспечивается вклад в укрепление технологического суверенитета национальной экономики.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

В теоретическом отношении достоверность полученных результатов обеспечена опорой на современные экономические концепции: теорию промышленных революций и смены технологических укладов, неошумпетерианскую теорию инноваций. Также база исследования дополнена концепций оценки рисков и неопределенности (подход С. Сарасвати, метод FMEA и байесовские модели), что позволило сформулировать инструмент уровня выживаемости технологического решения (TSSL).

В практическом отношении достоверность обеспечена применением количественных и качественных методов: сравнительно-типологического и институционального анализа источников, построения матрицы рисков технологического решения TSSL и апробации на материале ООО «Конструкторское бюро «Метроспецтехника».

Результаты диссертационного исследования были представлены на ряде конференций международного и всероссийского уровня в 2023-2025 гг., включая VI Всероссийскую научно-практическую конференцию «Россия в фокусе перемен: институты, механизмы, технологии развития», Международную научно-практическую конференцию «Креативная логистика: стратегии и технологии» в рамках XX Южно-Российского логистического форума, а также Международную научно-практическую конференцию «Модернизация образовательных программ:

синтез технических и гуманитарных наук» в рамках VI Московского академического экономического форума.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 7 научных работ, авторский вклад составил 3,5 п. л., в том числе 4 статьи в периодических научных изданиях из перечня ВАК.

Структура исследования. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, включающих 9 параграфов, заключения, списка литературы, содержащего 333 источника. Общий объем диссертации составляет 230 страниц, работа содержит 21 таблицу и 17 рисунков.

1. ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

1.1. Развитие технологического предпринимательства через призму промышленных революций

Технологическое предпринимательство следует рассматривать через призму промышленного развития, поскольку в его рамках формировались предпосылки возникновения данного вида предпринимательской деятельности. Существенную роль в этом процессе сыграли промышленные революции, каждая из которых изменила техническую основу производства и трансформировала содержание предпринимательской деятельности, расширяя его от организации труда и капитала до освоения новых технологий, управления инновациями. Следовательно, технологическое предпринимательство следует рассматривать как результат исторического развития промышленности.

Промышленное развитие является компонентом экономического развития, его сущность следует раскрывать с позиций подходов, сформулированных в экономической науке.

Первостепенное значение имеют подходы, предложенные Й. Шумпетером и Дж. Кейнсом, которые в совокупности позволяют рассматривать промышленное развитие как единое целое, выступающее результатом инновационной активности предпринимателей и макроэкономической политики государства, тогда как изменения технологической системы анализируются через призму промышленных революций.

Так, Й. Шумпетер рассматривает экономическое развитие как «нестабильный, спонтанный процесс смены равновесных состояний экономики, обусловленный структурными изменениями в производстве благ, использованием новых технологий и ресурсов в производстве, открытием новых рынков сбыта»¹. В

¹ Schumpeter J. The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle // Translated by Redvers Opie. New Brunswick: Transaction Publishers. – 1983. – 255 p.

центре этого процесса он рассматривает предпринимателя в качестве носителя инноваций. Кейнсианская школа исходит из необходимости государственного вмешательства в экономические процессы в целях обеспечения экономического развития путем поддержания высокого уровня совокупного спроса и занятости. В рамках подхода Дж. Кейнса уровень занятости населения отражает объем совокупного спроса и, тем самым, уровень экономической активности². Периодизация экономического развития осуществляется через промышленные революции, отражающие качественные изменения в технологической базе производства, что находит выражение в концепции «Индустрии 1.0 – 4.0»³.

Представленные теории, выбранные в качестве исходной опоры, дополняют друг друга, поскольку позволяют одновременно раскрыть источники технологических изменений (инновации и предприниматель), условия их распространения и устойчивого воспроизводства (государственная политика, динамика занятости и совокупного спроса), а также историческую последовательность переходов между этапами развития. В работе промышленное развитие трактуется как структурное проявление экономического развития, изменяющееся в ходе промышленных революций.

Используемые в исследовании теоретические положения выстроены иерархически: ядром выступает подход Й. Шумпетера, в котором инновации и предпринимательская деятельность рассматриваются как источники структурных изменений. Подход Дж. Кейнса используется для анализа роли государства в обеспечении устойчивости экономической системы, а также для раскрытия природы риска. Периодизация этапов экономического развития осуществляется на основе концепции промышленных революций. Для характеристики технологических и организационных изменений промышленного производства

² Рязанов В. Т. Кейнсианская экономическая теория и политика: возможности и ограничения на современном этапе // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2016. – № 2. – С. 3-26.

³ Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond [Электронный ресурс] // World Economic Forum. – URL: <https://www.weforum.org/stories/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (дата обращения: 14.10.2025).

используются концепции «Индустрия 1.0», «Индустрия 2.0», «Индустрия 3.0», «Индустрия 4.0».

С целью уточнения роли предпринимательства в промышленном развитии далее рассматриваются исследования, раскрывающие условия формирования технологического предпринимательства, при которых потенциал инженерно-технического совершенствования продуктов, производственных процессов и технологий в форме предпринимательской деятельности по разработке, внедрению и коммерциализации инноваций. Вначале анализируется связь предпринимательства и экономического роста, а также обосновывается опосредованный характер этого влияния. Далее рассматриваются территориально-организационные условия концентрации инноваций. Затем последовательно раскрываются подходы, объясняющие роль распространения знаний, системный характер инноваций и значение бизнес-моделей в преобразовании технологического потенциала в экономическую ценность.

С. Веннекерс и Р. Тюрлик предложили многоуровневую модель взаимосвязи предпринимательства и экономического роста⁴. На индивидуальном уровне предпринимательство проявляется в личностных качествах, мотивации и готовности к риску, формируя «предпринимательский потенциал» общества, зависящий от культурных норм и образовательной среды. На уровне фирмы предпринимательское поведение реализуется в стратегиях инноваций и организации деятельности. На макроуровне совокупная предпринимательская активность способствует экономическому росту. Ключевая идея исследования состоит в том, что влияние предпринимательства на экономический рост опосредовано: индивидуальные качества предпринимателей не приводят к росту напрямую, а реализуются через генерацию инноваций, конкуренцию и преобразования на уровне фирм и отраслей.

В другой работе С. Веннекерс и Р. Тюрлик установили, что предпринимательская активность зависит от уровня экономического развития

⁴ Wennekers S., Thurik R. Linking Entrepreneurship and Economic Growth // Small Business Economics. – 1999. – Vol. 13, No. 1. – P. 27–55.

страны⁵. Авторы выявили U-образную зависимость между уровнем дохода на душу населения и предпринимательской активностью, продемонстрировав, что на низких стадиях предпринимательство выступает способом выживания, а на высоких стадиях становится источником инноваций. Также в исследовании отмечается, что высокий уровень социального обеспечения и значительные издержки перехода от наемного труда к предпринимательству снижают мотивацию к созданию новых предприятий.

В статье А.Д. Скотта предложен пространственно-эволюционный подход к исследованию предпринимательства, в рамках которого была сформулирована концепция «креативного поля»⁶. Концепция интерпретируется как система, включающая городские агломерации, производственные сети, институты и социальные связи. Свойствами «креативного поля» являются циркуляция знаний, формирование общей трудовой среды и снижение транзакционных издержек, что является источником предпринимательской деятельности. Таким образом, феномен «Кремниевой долины» является результатом развития территориальной экосистемы, создающей кумулятивный эффект генерации инноваций и новых предприятий. В развитие данного представления Т.А. Макареня и А.Н. Кузьминов⁷ также подчеркивают ключевую роль агломерационных факторов в формировании высокотехнологичных отраслей. Пространственная концентрация предприятий, научных организаций и сервисных структур усиливает потоки знаний, тем самым формируя локализованные инновационные системы.

⁵ Wennekers S., van Wennekers A., Thurik R., Reynolds P. Nascent Entrepreneurship and the Level of Economic Development // Small Business Economics. – No. 24(3). – 2005. – P. 293–309. – DOI:10.1007/s11187-005-1994-8.

⁶ Scott A.J. Entrepreneurship, Innovation and Industrial Development: Geography and the Creative Field Revisited // Small Business Economics. – 2006. – № 26(1). – P. 1–24. – DOI: 10.1007/s11187-004-6493-9.

⁷ Макареня Т. А., Кузьминов А. Н. Влияние агломерационных свойств и характеристик на развитие электронной промышленности // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 12, № 3. – С. 47-54. – DOI:10.36871/ek.up.p.r.2025.03.12.006.

Особый интерес представляет исследование М. Кеннея и У. фон Бурга⁸, в котором демонстрируется, что долгосрочная конкурентоспособность технологических кластеров определяется характером их технологической базы и способностью генерировать новые фирмы. Сравнивая два инновационных центра «Route 128» (штат Массачусетс) и «Кремниевую долину» (штат Калифорния), авторы выявили различия в структуре и технологической специализации, которые определили динамику их развития. Так, «Кремниевая долина» сформировалась вокруг производства полупроводников, которые имеют широкий спектр применения, а «Route 128» был сосредоточен на индустрии миникомпьютеров, рынок которых в дальнейшем оказался ограниченным и подверженным быстрому вытеснению новыми технологическими решениями. В результате М. Кенней и У. фон Бург предложили концепцию двух типов экономик: «Экономика 1» включает крупные компании, университеты и исследовательские центры; «Экономика 2» – это экосистема стартапов, венчурных фондов и институтов. Тем самым авторы продемонстрировали, что второй тип обеспечивает способность инновационных кластеров к самообновлению и адаптации к структурным изменениям.

С теоретико-методологических позиций близким по направленности является исследование лауреатов Нобелевской премии по экономическим наукам 2025 года Дж. Мокира, Ф. Агийона и П. Ховитта⁹, в котором обосновывается концепция экономического роста, основанного на инновациях. Они доказали, что долгосрочный рост определяется не накоплением капитала, а процессом генерации инноваций, обусловленным взаимосвязью между научным и прикладным знанием, а также механизмом «креативного разрушения». Авторы объясняют, что соединение научного и прикладного знания, сформировавшееся в эпоху

⁸ Kenney M., Von Burg U. Technology, Entrepreneurship and Path Dependence: Industrial Clustering in Silicon Valley and Route 128 // *Industrial and Corporate Change*. – No. 8 (1). – P. 67-103. – DOI:10.1093/icc/8.1.67.

⁹ Mokyr J., Aghion P., Howitt P. Sustained economic growth through technological progress [Электронный ресурс] // Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences. – 2025. – 52 p. – URL: <https://www.nobelprize.org/uploads/2025/10/advanced-economicsciencesprize2025.pdf> (дата обращения: 15.10.2025).

Просвещения, создало условия для технологического прогресса, а конкуренция и предпринимательская деятельность обеспечили его воспроизводство.

В статье З. Акса, Д. Одретча, П. Браунерхельма и Б. Карлссона рассматривается теория предпринимательства, основанная на эффекте распространения знаний¹⁰. Авторы обосновывают, что новые возможности для создания фирм формируются эндогенно в результате накопления знаний в ходе научно-исследовательской деятельности, часть которых не полностью присваивается существующими компаниями и становится основой для возникновения новых предприятий. На основе анализа данных по 17 развитым странам за период 1981 – 1998 гг. выявлена положительная зависимость между накопленным научно-техническим потенциалом и уровнем предпринимательской активности. При этом установлено, что высокая степень концентрации знаний в крупных компаниях, институциональные барьеры и высокий уровень заработной платы оказывают сдерживающее влияние на формирование новых предприятий.

В своем исследовании Ф. Малерба предложил концепцию секторальных систем инноваций и производства¹¹, направленную на объяснение механизмов эволюции отраслей в условиях технологических изменений. Автор исходит из положения, что инновационные процессы имеют системный характер и формируются во взаимосвязи научных, производственных и институциональных компонентов, а также вокруг знаний и технологий, которые определяют характер конкуренции, степень открытости и формы взаимодействия участников. Ф. Малерба обосновывает, что внутри отраслей складываются два технологических режима, определяющих структуру и динамику инновационной активности, с доминированием малых инновационных компаний и режимом крупных корпораций. Таким образом, исследование демонстрирует, что инновации возникают в результате взаимодействия и совместного развития знаний,

¹⁰ Acs Z.J., Audretsch D.B., Lehmann E.E. The knowledge spillover theory of entrepreneurship // Small Business Economics. – 2013. – Vol. 41 – P. 757–774. – DOI:[10.1007/s11187-013-9505-9](https://doi.org/10.1007/s11187-013-9505-9).

¹¹ Malerba F. Sectoral systems of innovation and production // Research Policy. – 2002. – No. 31 (2). – P. 247-264. – DOI:10.1016/S0048-7333(01)00139-1.

технологий и институтов, а эволюция отрасли зависит от эффективности всех ее элементов.

В статье Г. Ицковица и Л. Лейдесдорфа обосновывается концепция «тройной спирали»¹², согласно которой инновации возникают в результате сетевого и нелинейного взаимодействия университета, промышленности и государства. В результате взаимодействия создаются институты управления развитием инноваций (университетские инкубаторы, спин-оффы, венчурные и грантовые фонды), соединяющие фундаментальные исследования с практической реализацией. Таким образом, институционализируется миссия университета – вклад в экономическое развитие.

В исследовании К. Лаурсена и А. Салтера, проведенном на материале 2707 промышленных предприятий Великобритании¹³, анализируется влияние стратегий внешнего поиска знаний на инновационную результативность. В результате были введены два параметра открытости: «широта внешнего поиска» (число внешних источников) и «глубина поиска» (интенсивность взаимодействия с ключевыми источниками). Таким образом, проведенный анализ продемонстрировал, что глубокий поиск связан с радикальными нововведениями, тогда как широкий поиск используется для инкрементальных улучшений. При этом выявлен эффект убывающей отдачи по мере наращивания широты и глубины поисковой деятельности.

В статье Ч. Баден-Фуллера и С. Хэфлигера¹⁴ исследуется роль бизнес-моделей в обеспечении инновационного развития промышленности. Авторы формулируют тезис о том, что бизнес-модель выступает механизмом соединения технологического потенциала с экономической ценностью. Исследователи

¹² Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation: From National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations // *Research Policy*. – Vol. 29, № 2. – 2000 – P. 109-123. – DOI:10.1016/S0048-7333(99)00055-4.

¹³ Laursen K., Salter A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms // *Strategic Management Journal*. – 2006. – Vol. 27, № 2. – P. 131–150. – DOI: 10.1002/smj.507.

¹⁴ Baden-Fuller C., Haefliger S. Business Models and Technological Innovation // *Long Range Planning*. – 2013. – Vol. 46, No. 6. – P. 419 – 426. – DOI: 10.1016/j.lrp.2013.08.023.

выделяют двойственную природу бизнес-моделей: когнитивную, позволяющую менеджерам преобразовывать технологические возможности в экономическую ценность, и структурную, определяющую систему взаимосвязей между технологическими и экономическими элементами компании. В результате авторы предложили четырехмерную концептуальную структуру бизнес-модели, включающую определение целевого клиента, формулирование ценностного предложения, организацию процессов создания и доставки ценности, выбор механизма монетизации. На примерах отраслей ИКТ и биотехнологий демонстрируется, что схожие технологии приводят к различным результатам в зависимости от выбранной бизнес-модели. На основе этого Ч. Баден-Фуллер и С. Хэфлигер пришли к выводу, что бизнес-модель выступает посредником между инновацией и ее коммерциализацией.

Обобщая изложенное, можно сделать вывод, что технологическое предпринимательство возникает в тех рыночных условиях, при которых улучшение инженерно-технических характеристик продукта или процесса может быть преобразовано в устойчивое конкурентное преимущество, обеспечивающее более высокую экономическую отдачу, чем предпринимательская деятельность, не предполагающая изменения технологического содержания продукта и не создающая нового технико-экономического эффекта. Следующим условием формирования технологического предпринимательства является наличие территориально сконцентрированной производственной связки, в рамках которой обеспечивается доступ к компонентной базе и поставщикам, а также к сервисам прототипирования и испытаний. Существенную роль в формировании данного условия играет государственное участие, выражающееся в развитии промышленной инфраструктуры, поддержке кластеров, технопарков и иных институтов, обеспечивающих концентрацию ресурсов. Еще одним условием формирования технологического предпринимательства выступает соответствие бизнес-модели производственно-эксплуатационной среде внедрения, то есть согласованность ценностного предложения и способа монетизации с измеримым технико-экономическим эффектом для заказчика и требованиями внедрения

(интеграция в существующие процессы и оборудование, нормативное соответствие, сервисное сопровождение).

Вместе с тем необходимо проанализировать, в результате каких факторов сложились условия, обусловившие появление технологического предпринимательства. Для решения данной задачи целесообразно рассмотреть промышленные революции, в рамках которых последовательно изменялись технологическая база производства, содержание предпринимательской деятельности и роль государства.

В экономической науке понятие «промышленная революция» получило широкое теоретическое осмысление и трактуется как «...совершенно новая схема хозяйственных, торговых и общественных отношений»¹⁵. Техничко-экономическая трансформация меняет также и политику государства, обуславливая изменения приоритетов в промышленной, научно-технической и социальной сферах.

Начало первой промышленной революции связано с усовершенствованием паровой машины Ньюкомена в 1769 году¹⁶, что стало началом индустриализации экономики в XVIII – XIX вв. Резкое изменение технологий производства и принципов функционирования рынков имело радикальные последствия для общества, среди которых смена стагнирующей экономики ручного труда на стремительно растущую индустриальную экономику.

К отраслям, формирующим новую технологическую основу промышленного развития к третьей четверти XVIII века, относились текстильная, чугунно-литейная и железообрабатывающая промышленность, а также строительство каналов и применение технологий на основе водяных двигателей. Увеличение производительности труда требовало большого числа рабочей силы, что способствовало усилению урбанизации за счет крестьянского населения. В отличие

¹⁵ Булдыгин С. С. Концепция промышленной революции: от появления до наших дней // Вестник Томского государственного университета. – 2017. – № 420. – С. 91–95. – DOI: 10.17223/15617793/420/12.

¹⁶ Яковлев В.И. Из истории индустриальной механики // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 4 (43). – С. 87-92. – DOI: 10.17072/1993-0550-2018-4-87-92.

от доиндустриальной экономики, при которой условный ремесленник был непосредственно вовлечен в производство на всех его стадиях, что требовало наличия специальных знаний и умений, индустриальное производство, представленное фабриками, привело к усложнению производственного цикла и, как следствие, к функциональной дифференциации труда, предполагающей выполнение работником ограниченного набора операций на конкретном участке производства.

Важнейшими инновациями эпохи индустриализации, помимо применения паровых машин, стали следующие: изобретение токарных и фрезерных станков, новых технологий выплавки и обработки металлов, телеграфа, уличного освещения и анестезии.

Вышеуказанные научно-технические достижения к середине XIX в. привели экономику развитых стран указанного периода (Британской империи, Французской империи, США) к таким последствиям, как открытие принципиально новых отраслей промышленности, формирование экономически активных субъектов на новых рынках – владельцев промышленных предприятий, общее повышение предпринимательской активности, укрупнение городов (ускоренная урбанизация) и рост уровня жизни населения¹⁷.

Вторая промышленная революция связана с переходом экономики на новые виды энергии. Так, если витком развития промышленности третьей четверти XVIII века послужили открытие и использование энергии пара и угля, то с конца XIX века начался переход к новым источникам энергии – нефти и электричеству.

Важнейшие инновации рассматриваемого периода также связаны с внедрением ленточного конвейера в промышленное производство. При этом само изобретение ленточного конвейера произошло несколько ранее – во второй половине XVII века. Запатентовать более усовершенствованную модель ленточного конвейера удалось русскому изобретателю Александру Лопатину в

¹⁷ Пылаева И.С. Механизмы стимулирования технологического развития малых промышленных предприятий высокотехнологических отраслей: дисс. ... канд.экон. наук: 08.00.05. – Челябинск. – 2021. – 189 с.

1861 году под названием «песковоз»¹⁸ ввиду своего назначения, прежде всего, для подвозки золотосодержащего песка в добывающей промышленности. Как в Российской империи, так и в странах Европы и США ленточные конвейеры стали широко применяться после внедрения новых видов, представляющих собой тканевые прорезиненные транспортные ленты, а позднее – с подвижными ковшами для транспортировки сыпучих грузов по сложным трассам, в том числе электрифицированных.

Вместе с развитием конвейерного производства шел процесс автомобилизации промышленности и становления отрасли автомобилестроения, начавшийся с получения в 1886 году патента на легковой автомобиль с бензиновым двигателем внутреннего сгорания инженером Карлом Бенцем¹⁹.

Кардинальный вклад в развитие потокового производства внес американский промышленник и новатор Генри Форд. Проанализировав опыт конвейерных систем предшественников, а также конкурентов на рынке автомобилестроительной промышленности, Г. Форд впервые адаптировал самодвижущиеся конвейеры, выстроив их поточные линии²⁰.

Использование физических законов электричества позволило сделать множество открытий, которые были коммерциализированы в производстве как товаров народного потребления, так и тяжелого вооружения и автоматизированного транспорта. Среди самых знаковых инноваций рассматриваемого периода следует отметить следующие: динамо-машина (1867 год), лампа накаливания (1876 год), электрическая плавильная печь (1877 год), электрифицированная железная дорога (1879 год), электрогенератор (1888 год), трансформатор передачи электроэнергии на расстояние (1891 год),

¹⁸ Грудачев А. Я. К 150-летию создания ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 11. – С. 155-157.

¹⁹ Biography of Karl Benz [Электронный ресурс] // ThoughtCo. – URL: <https://www.thoughtco.com/karl-benz-and-automobile-4077066> (дата обращения: 04.03.2024).

²⁰ The Moving Assembly Line and the Five-Dollar Workday [Электронный ресурс] // Ford Motor Company: официальный сайт. – URL: <https://corporate.ford.com/articles/history/moving-assembly-line.html> (дата обращения: 06.03.2024).

электроэнергетическая промышленность (1898 год)²¹. Электричество позволило проводить сложные химические реакции, что открыло широкие возможности в металлургической, химической промышленности, а также медицине. Кроме вышеперечисленного, в рассматриваемую эпоху свое развитие получили инновации в радиотехнике, телефонии, авиации и военной промышленности (изобретение автоматического огнестрельного оружия, танкостроение и т.д.).

Экономические изменения рассматриваемой эпохи существенно отразились как на материальном базисе рынка, так и на его организационной составляющей, что позволяет выделить следующие особенности предпринимательства.

Во-первых, научные разработки часто являются результатом работы инженеров-энтузиастов²², которые впоследствии либо сами становятся предпринимателями, коммерциализируя свою инновацию, либо находят интерес к своему изобретению у владельцев капитала. В обоих случаях на первый план выходят такие способности предпринимателя, как выполнение функций технического специалиста и инвестора.

Во-вторых, с середины XIX века наметилась тенденция к монополизации промышленности, что явилось следствием возникшей необходимости в концентрации производства и капитала²³. Общая закономерность в данном процессе состоит в том, что компания, начав выводить на рынок какую-либо инновацию, приобретает доминирующее положение и крайне быстро наращивает капитал.

Известны различные формы монополий рассматриваемой эпохи, среди которых выделялись наиболее зрелые их формы: картели, синдикаты, тресты и концерны.

²¹ Погребинская В.А. Вторая промышленная революция // Экономический журнал. – 2005. – №10. – С.126 – 158.

²² Margaret C.J. The First Knowledge Economy: Human Capital and the European Economy, 1750-1850 // Cambridge: Cambridge University Press. – 2014. – 257 p.

²³The evolution of capitalism [Электронный ресурс] // Encyclopaedia Britannica. – URL: <https://www.britannica.com/money/economic-system/Criticisms-of-capitalism> (дата обращения: 06.03.2024).

Если картели и синдикаты представляли собой соглашения между самостоятельными участниками рынка о различных условиях ведения совместной предпринимательской деятельности (территориальном делении зон влияния, установлении минимальных цен на определенные товары, научно-техническом сотрудничестве и т.п.), то тресты и концерны являлись уже однородными структурами с существенной потерей экономической самостоятельности их участников и жесткой вертикалью подчинения «центру». Кроме того, в рамках концерна могли объединяться предприятия различных отраслей промышленности, транспорта, торговли, а также банковской и страховой сфер, тем самым объединяя несколько взаимозависимых рынков. Данные объединения свидетельствуют о становлении многоукладной экономики, которая является существенным структурным преобразованием экономики эпохи второй промышленной революции.

В-третьих, преобладающей организационно-правовой формой предприятий становятся акционерные общества, позволяющие объединять капиталы в рамках одного предприятия.

Бурное развитие акционерной формы собственности получило наименование грюндерства, которое характеризовалось интенсивной эмиссией ценных бумаг, массовым созданием фиктивных компаний и многочисленными спекуляциями на бирже. Так, в США к началу Первой мировой войны в промышленной отрасли более 80 % выпускаемой продукции обеспечивалось именно акционерными формами предприятий²⁴.

В-четвертых, в ответ на складывающуюся монополистическую конкуренцию в крупных отраслях промышленности усиливается роль государства как регулятора рыночных отношений и их участника²⁵. Ужесточение государственной экономической политики в отношении промышленности происходило по причине

²⁴ Погребинская В.А. Вторая промышленная революция // Экономический журнал. – 2005. – №10. – С.126 – 158.

²⁵ The evolution of capitalism [Электронный ресурс] // Encyclopaedia Britannica. – URL: <https://www.britannica.com/money/economic-system/Criticisms-of-capitalism> (дата обращения: 06.03.2024).

необходимости мобилизации ресурсов для обеспечения обороноспособности стран Европы в преддверии Первой мировой войны и последовавшей после нее череды кризисов. Государство участвует в экономической жизни посредством законодательного регулирования рыночных отношений, проведения налоговой политики, формирования государственных заказов.

В-пятых, активно развивается система высшего образования и учреждений фундаментальных исследований. Появляются предпосылки к созданию локальных инновационных экосистем, например, в Калифорнии, Иллинойсе, Массачусетсе²⁶

В-шестых, в период бурного экономического роста стран Европы, США и Японии в экономической науке формируется динамическая теория предпринимательства Й. Шумпетера. Суть данной теории состоит в признании постоянных изменений экономической парадигмы, имеющих не эволюционный, а революционный характер, механизм которых олицетворяет предприниматель как новатор и двигатель исторического процесса²⁷.

Предпосылками к третьей промышленной революции стали разработки военно-промышленных комплексов стран-участниц Второй мировой войны, среди которых открытие как новых, так и возобновляемых источников энергии: атомная энергетика, гидроэнергетика, ветряная и солнечная энергетика, геотермальная энергетика. Впервые электричество из атомной энергии было получено в 1951 году в Айдахо (США)²⁸, а первая атомная электростанция, подключенная к электросети, была введена в эксплуатацию в 1954 году в СССР²⁹. Зеленая энергетика получила свое развитие с 1970-х гг. и к началу 2000-х стала занимать существенную долю в топливно-энергетическом балансе скандинавских стран, Германии, Исландии и Новой Зеландии. Помимо атомной энергетики, энергетический базис

²⁶ Explaining the Historical Rise of US Research Universities [Электронный ресурс] // NBER. – URL: <https://www.nber.org/digest/202105/explaining-historical-rise-us-research-universities?page=1&perPage=50> (дата обращения: 06.03.2024).

²⁷ Шумпетер Й. Теория экономического развития: исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры // М.: Прогресс. – 1982. – С. 455.

²⁸ Ядерная энергетика [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/4934267 (дата обращения: 11.05.2024).

²⁹ Первый атомный проект [Электронный ресурс] // ТАСС: спецпроекты. – URL: <https://spec.tass.ru/aes1/obninsk-nuclear/> (дата обращения: 13.05.2024).

промышленности второй половины XX века составляли также нефть и газ, объемы добычи которых возрастали ввиду усовершенствования и появления новых технологий их разведки, добычи и транспортировки.

Другими инновациями, способствовавшими коренному перелому в структуре экономики, стали изобретение программируемых логических контроллеров, электронно-вычислительных машин и компьютеров, роботизация промышленности, развитие электронно-коммуникационных средств связи, персональной электроники и космической отрасли. В результате использования перечисленных научных открытий наиболее существенному влиянию подверглась информационная сфера (сбор, хранение и обработка информации), что позволило проводить сложные логические вычисления и работать с большими объемами данных. В частности, появились новые возможности для экономического анализа, прогнозирования и компьютерного моделирования.

Промышленная революция второй половины XX века также характеризовалась развитием автомобильной промышленности, тракторостроения, приборостроения, цветной металлургии, становлением отрасли добычи и обработки редкоземельных металлов, а также разработкой и производством синтетических материалов, развитием нефтеперерабатывающей промышленности, массовым серийным производством товаров народного потребления.

Структурные преобразования в экономике сопровождаются изменениями в организации и характере отношений в предпринимательской сфере, которая переживает в рассматриваемую эпоху процесс формирования «распределенного капитализма», сопровождающегося переходом от вертикальной иерархической модели взаимодействия бизнеса к горизонтальным связям. Распределенный капитализм, по мнению Д. Рифкина, представляет собой модель рыночных отношений, базирующуюся на «зеленой энергетике», при которой разноплановые предприятия, объединенные в технологические кластеры, активно

взаимодействуют между собой и оказывают друг на друга кумулятивное и резонансное влияние³⁰.

В ряде исследований третья промышленная революция прямо не выделяется, но в них фиксируются тенденции, соотносимые с ее содержанием. В частности, речь идет о миниатюризации производства³¹ и персонификации потребления продукции³². Данная характеристика обусловлена углублением разделения труда и его компьютеризацией и роботизацией, что позволяет эффективно подстраиваться под нужды индивидуального потребителя.

Следующей особенностью третьей промышленной революции – смещение акцента в создании добавленной стоимости с производства конечного материального продукта на разработку его дизайна³³. Именно на указанной начальной стадии и формируется основная часть прибыли от реализации продукта. В связи с этим возрастает потребность в высококвалифицированной рабочей силе инженерно-технических специальностей. Данные тенденции привели к перераспределению прибыли от производителей к управленцам.

Итак, на протяжении трех промышленных революций предпринимательство прошло путь от ремесленной деятельности до технологического предпринимательства, а инновации – от индивидуальных изобретений к системной и наукоемкой форме. С начала XXI века разворачиваются новые технологические изменения, трансформирующие роль предпринимательства и государства в промышленном развитии.

³⁰ Рифкин Д. Третья промышленная революция: как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир // М.: Альпина нон-фикшн. – 2015. – 410 с.

³¹ Ciaramella A., Celani A. Industry 4.0 and manufacturing in the city: possible vertical developments // Journal of Technologies for Architecture and the Environment. – 2019. – № 17. – P. 133-142. – DOI: 10.13128/Techne-24009.

³² Малыгина В. Д., Антошина К. А. Интегрированная торговая политика на рынке продуктов персонифицированного питания // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2019. – № 1. – С. 92–103. – DOI: 10.34130/2070-4992-2019-1-92-103.

³³ Zeng X. Study on the Third Industrial Revolution and Paradigm Transformation of China's Manufacturing Industry—Based on Theoretical Analysis of Scale Economy and Scope Economy// American Journal of Industrial and Business Management. – 2016. – Vol. 6, No. 2. – P. 73 – 82. – DOI: 10.4236/ajibm.2016.62006.

О наступлении четвертой промышленной революции или «Индустрии 4.0» впервые было упомянуто в Германии в 2011 году³⁴. Согласно определению немецкого экономиста и президента Всемирного экономического форума К. Шваба, четвертая промышленная революция представляет собой совокупность новых технологий, стирающих границы между физическим, цифровым и биологическим мирами и влияющих на все научные дисциплины, экономику государств и отрасли производства³⁵.

Один из авторов и инициаторов немецкой стратегии «Индустрия 4.0» Хенрик фон Шеель указывает, что четвертая промышленная революция меняет принципы взаимоотношений между участниками рынка: производителями, поставщиками, потребителями. В центре описываемых изменений – рост объема генерируемых данных, который расширяет и углубляет точки взаимодействия между субъектами экономических отношений. В условиях новой технологической парадигмы приоритет смещается от навыков к образу мышления, поскольку он определяет способность формировать уникальные ценностные предложения на стыке различных специализированных областей³⁶. Тем самым конкурентным преимуществом на рынке в условиях четвертой промышленной революции становятся уникальные продукты и технологии.

Цифровая трансформация промышленности выступает центральной характеристикой четвертой промышленной революции, предопределившей переход к цифровому производству как к новой форме организации промышленных процессов. Цифровое производство моделирует и имитирует разработку продуктов, процессов, а также структуру предприятий, ресурсы,

³⁴Что такое Индустрия 4.0 и что нужно о ней знать [Электронный ресурс] // РБК Тренды. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e740c5b9a79470c22dd13e7> (дата обращения: 23.05.2024).

³⁵ Муха Д. В. Влияние Индустрии 4.0 на глобальные цепочки создания стоимости, бизнес-модели и прямые иностранные инвестиции // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. – 2021. – Вып. 13. – С. 75–84. – DOI: 10.21122/2309-6667-2021-13-75-84.

³⁶ Lindsay J., Scheel H. How industry 4.0 is accelerating business [Электронный ресурс] // ResearchGate. – 2019. – URL: https://www.researchgate.net/publication/344689216_How_industry_40_is_accelerating_business (дата обращения: 23.05.2024).

рабочую силу и ее квалификационные характеристики³⁷. Реализация цифрового производства стала возможной благодаря появлению «умных» технологий.

Одним из компонентов четвертой промышленной революции является использование в производстве технологий интернета вещей и искусственного интеллекта³⁸, автономных роботов, программируемых компьютерными средствами устройств, способных совершать необходимый набор действий по заданному алгоритму и корректировать свои решения по мере необходимости. Результатами применения данных технологий являются повышение точности и качества изделий, рост производительности и возможность оперативного переоборудования производства. Примером полной автоматизации производства может служить автономная автосборочная линия завода Halewood Plant компании Jaguar Land Rover. В ходе модернизации завод получил 750 автономных мобильных роботов, что позволило выпускать в день до 500 автомобильных кузовов³⁹.

Другой важнейшей технологической разработкой стало применение аддитивных технологий, или технологий 3D-печати. Первый опыт использования указанных технологий начался в 80-е годы прошлого века⁴⁰. Трехмерная печать позволяет создавать продукцию любой степени сложности из полимерных либо металлических материалов посредством послойного наращивания материала, заданного путем компьютерного моделирования. Сфера применения технологии 3-D печати постепенно расширяется: от производства космических спутников и ракет до производства искусственных органов человека. Мировой рынок аддитивных

³⁷ Сторожук И. Н., Комиссарова М.А. Создание цифровых двойников в эпоху индустриальной метавселенной: переход Индустрии 4.0 в Индустрию 5.0 // Интеллектуальная платформенная экономика: тенденции развития : монография. – 2023. – С. 162-194. – DOI 10.18720/IEP/2023.2/7.

³⁸ Вареца Р. А. Типология предпринимательства в условиях развития индустрии 4.0 в России // Общество, экономика и право: вызовы современности и тенденции развития: электронный сборник статей по материалам V Международной научно-практической конференции, Волжский, 22 декабря 2023 года. – Волжский: Волжский институт экономики, педагогики и права, 2024. – С. 178-182.

³⁹ To Build Electric Cars, Jaguar Land Rover Had to Redesign the Factory [Электронный ресурс] // WIRED. – URL: <https://www.wired.com/story/jlr-jaguar-land-rover-electric-vehicle-factory-halewood/> (дата обращения: 23.01.2025).

⁴⁰ Koltsaki M., Mavri M. A Comprehensive Overview of Additive Manufacturing Processes Through a Time-Based Classification Model // 3D printing and additive manufacturing. – 2024. – Vol. 11, No.1. – P. 363 – 382. – DOI: 10.1089/3dp.2022.0167.

технологий увеличится «с 19,34 млрд долларов США в 2024 году до 23,42 млрд долларов США в 2025 году при совокупном среднегодовом темпе роста 21,1 %»⁴¹.

В сфере энергетики четвертая промышленная революция характеризуется не открытием принципиально новых источников энергии, а развитием научных достижений XX века в этой области и совершенствованием процессов производства, транспортировки и потребления энергии в направлении повышения ее эффективности и доступности. Характерной чертой новой промышленной революции становится активное развитие инновационных экосистем – комплексов взаимосвязанных отношений между предпринимательством и наукой, направленных на создание и внедрение инноваций. Функционирование данных экосистем позволяет говорить об уровне технологического развития экономики той или иной страны.

Одной из наиболее приоритетных научных разработок на данный момент является применение квантовых вычислений в производственном процессе, суть которых заключается в использовании таких физических явлений, как квантовая запутанность и суперпозиция⁴². Дальнейшие исследования в указанной области призваны создать полноценный квантовый компьютер, способный проводить вычисления значительно быстрее классических компьютеров. Однако на сегодняшний день существуют программы для облачных квантовых вычислений, созданные, прежде всего, для тестирования различных программных алгоритмов, а также физические квантовые компьютеры, уровень разработки которых пока очень далек от реализации теоретической основы работы данного устройства.

Другими перспективными направлениями развития науки и техники, обладающими высоким инновационным потенциалом, являются искусственный

⁴¹ Additive Manufacturing Market Report 2025 [Электронный ресурс] // Research and Markets. – URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5807051/additive-manufacturing-market-report> (дата обращения: 02.04.2025).

⁴² Chen W., Marcus G., Leesburg D'Souza. Quantum computing for manufacturing and supply chain optimization: enhancing efficiency, reducing costs, and improving product quality // International Journal of Enterprise Modelling. – 2021. – Vol. 15, No. 3. – P. 130 – 147. – DOI:10.35335/emod.v15i3.48.

интеллект, виртуальная реальность и метавселенная, нано- и нейротехнологии, блокчейн, симуляторы, цифровые двойники, Big Data-аналитика⁴³.

Отдельно выделяется имитационное моделирование⁴⁴, обеспечивающее принятие управленческих решений на основе прогнозирования поведения сложных систем в виртуальной среде. Данный метод позволяет воспроизводить бизнес-процессы, производственные циклы, а также продукты, не прибегая к испытаниям в реальных условиях.

Производство компьютеров, микроэлектроники и другой сложной техники требует использования новых материалов, добыча и синтез которых становятся базовой потребностью экономики данного периода. В связи с этим возрастает значение добывающей и обрабатывающей промышленности в сфере редкоземельной металлургии, активно развивается производство композитных материалов⁴⁵.

Новизна технологий, связанных с четвертой промышленной революцией, на текущем этапе уже демонстрирует трансформацию производственных и управленческих процессов.

Во-первых, из цепочки «производитель–коммерческий агент–потребитель» все чаще исключаются посредники, а свое становление проходят распределительные сети (интегрированные распределительные центры), а также дистрибуция посредством цифровых платформ – маркетплейсов, онлайн-магазинов. В данном случае обеспечивается прямой доступ производителя к потребителю, за счет чего удастся снизить конечную стоимость продукта.

⁴³ Ning H., Wang H., Lin Y., Wang W., Dhelim S., Farha F., Ding J., Daneshmand M. A Survey on Metaverse: the State-of-the-art, Technologies, Applications, and Challenges // Computers and Society. – 2021. – 34 p. – DOI:[10.48550/arXiv.2111.09673](https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.09673).

⁴⁴ Долгова О.И., Никитаева А.Ю. Имитационное моделирование бизнес-процессов промышленных компаний в условиях Индустрии 4.0. // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 26–40. – DOI: 10.18721/IE.16402.

⁴⁵ Дмитриева С.В. Индустрия 4.0 и цифровая трансформация в промышленном комплексе: внедрение современных технологий и инноваций для повышения производительности и конкурентоспособности // Инновации и инвестиции. – 2023. – №6. – С. 400 – 404.

Во-вторых, цифровизация промышленности позволила снизить входной барьер для новых участников того или иного рынка, что повлияло на рост предпринимательской активности.

В-третьих, одной из задач четвертой промышленной революции становится повышение продуктивности, гибкости и индивидуализации товаров по желанию конкретных потребителей (кастомизация производства).

В-четвертых, цифровизация промышленности выражается в изменении связей и взаимодействий промышленных компаний на отдельных этапах цепочки создания добавленной стоимости⁴⁶.

Таким образом, проведенный анализ позволяет, с одной стороны, выделить условия становления технологического предпринимательства, а с другой – проследить факторы, в результате которых данные условия последовательно формировались в ходе промышленных революций. Их систематизация представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Систематизация условий, повлиявших на становление технологического предпринимательства⁴⁷

Промышленные революции	Факторы	Возникшие условия	Роль в становлении технологического предпринимательства
Индустрия 1.0	Переход от ремесленной деятельности к машинному производству.	Отделение производственной функции от индивидуального труда.	Появление возможности превращения технической идеи в объект хозяйственной деятельности и инвестирования.
Индустрия 2.0	Тиражирование технологий.	Возможность воспроизводства технологии вне личности ее создателя.	Предпринимательская деятельность смещается к управлению технологическими решениями.

⁴⁶ Чернова О. А. Влияние цифровых технологий на устойчивость промышленного развития // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2023. – № 4. – С. 121–127. – DOI: 10.22394/2079-1690-2023-1-4-121-127.

⁴⁷ Составлено автором.

Продолжение таблицы 1.1

Индустрия 3.0	Автоматизация производства.	Смещение экономической ценности в сторону инженерных и научных решений.	Выделяется технологическое предпринимательство как особый вид предпринимательской деятельности, ориентированный на создание и коммерциализацию инженерно-технических новшеств.
Индустрия 4.0	Закрепление знаний.	Трансформация данных, цифровых моделей и платформ в ресурсы создания ценности.	Технологическое предпринимательство выступает как деятельность по проектированию, внедрению, воспроизводству и управлению технологическими проектами.

Во второй половине XX века экономическая ценность все больше связывается со знанием. Рост роли знаний обусловлен тем, что технологическое решение является практической формой их применения в продукте, производстве и технологии. В этой связи в экономической науке сформировались концепции, направленные на описание структурных сдвигов, связанных с ростом роли знаний и информации в экономике. Одной из них стала концепция постиндустриального общества, для которого характерны преобладание сферы услуг и возрастание значения информации как экономического ресурса⁴⁸.

Развитие постиндустриального общества сопровождалось формированием новых теоретических представлений, таких как «сервисная экономика», «экономика знаний», «инновационная экономика», «цифровая экономика». Сервисная экономика характеризуется преобладанием услуг над промышленным производством⁴⁹. К признакам сервисной экономики относят индивидуализацию продуктов и услуг, при которой создаваемая ценность возникает в процессе

⁴⁸ Сухарева М. А. От концепции постиндустриального общества к концепции экономики знаний и цифровой экономики: критический анализ терминологического поля // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 68. – С. 445-464.

⁴⁹ Сухарева М. А. От концепции постиндустриального общества к концепции экономики знаний и цифровой экономики: критический анализ терминологического поля // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 68. – С. 445-464.

предоставления услуги и неотделима от самой услуги. Одним из следствий данного процесса является сервитизация экономики, результатом которой стало появление виртуальных фабрик – компаний, не обладающих собственным производством, а занимающихся поиском клиентов, разработкой дизайна и реализацией готовой продукции посредством аутсорсинга⁵⁰.

Концепция экономики знаний сформировалась в русле теории информационного общества как попытка объяснить роль информации в хозяйственном развитии. Одним из первых исследователей данного явления был Ф. Махлуп, связавший его с процессами производства и распространения знаний⁵¹. Г.Б. Клейнер выделяет в экономике знаний три состояния: знание как товар, знание как фактор производства и новый товар, несущий в себе уникальные знания⁵². Термин «экономика знаний» также используется для описания этапа развития постиндустриальной экономики, который проявляется в структурном изменении в виде увеличения доли отраслей, основанных на знаниях и творчестве, в структуре ВВП ведущих стран⁵³.

В условиях цифровой трансформации промышленности управляемое развитие компетенций становится одной из ключевых предпосылок внедрения технологий Индустрии 4.0. В исследовании М.А. Боровской и соавторов⁵⁴ экономика знаний рассматривается как основа формирующейся гуманитарно-цифровой парадигмы, в которой ключевым ресурсом становится управляемое развитие человеческого капитала. Теория интегративного развития личности

⁵⁰ Варавва М. Ю., Лазарева О.С. Развитие сферы услуг как условие формирования сервисной экономики в России // Символ науки: международный научный журнал. – 2016. – № 4-1(16). – С. 35-39.

⁵¹ Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States // Princeton University Press. – 1962. – 444 p.

⁵² Клейнер Г. Микроэкономика знаний и мифы современной теории // Высшее образование в России. – 2006. – № 9. – С. 32-34.

⁵³ Конькова Е.Д., Кузменко Ю.Г. К вопросу об особенностях трансформации предпринимательства в российской сфере услуг // Проблемы современной экономики. – 2015. – № 2 (54). – С. 322 – 325.

⁵⁴ Боровская М. А., Кирик В. А., Берая Н. О. Теория интегративного развития личности в экономике знаний: гуманитарно-цифровая парадигма и методы диагностики // Ценности и смыслы. – 2025. – № 5 (99). – С. 156-178. – DOI: 10.24412/2071-6427-2025-5-156-178.

позволяет рассматривать развитие компетенций, востребованных в условиях Индустрии 4.0, как управляемый, измеряемый и воспроизводимый процесс, организуемый на базе цифровых платформ и алгоритмических методов диагностики.

Содержательно близкой к экономике знаний является концепция «инновационной экономики», автором которой выступает Й. Шумпетер. Инновационная экономика характеризуется высоким уровнем эффективности производства и большим удельным весом высокотехнологической продукции, в которой заметную роль играет частное предпринимательство. Предприниматель в трактовке Й. Шумпетера – это агент изменений⁵⁵, способный преобразовать технологические достижения в рыночные продукты и услуги, нарушая экономическое равновесие и тем самым стимулируя экономическое развитие.

В конце XX века вследствие выхода экономики на новый уровень технологического развития формируется концепция цифровой экономики. В экономической литературе представлены разнообразные подходы к ее исследованию, преимущественно связанные с анализом роли цифровой экономики в развитии сферы услуг. Р. Хикс и Р. Бухт рассматривают цифровую экономику как систему, состоящую из трех взаимосвязанных уровней. Первый уровень образует технологическую инфраструктуру цифровой экономики. Второй уровень представлен цифровыми платформами. Третий уровень охватывает хозяйственную деятельность, основанную на электронной торговле⁵⁶.

Становление национальных инновационных систем, представляющих собой совокупность взаимосвязанных организаций и институтов, обеспечивающих воспроизводство, трансфер и применение научных знаний и технологий⁵⁷, следует

⁵⁵ Антипина Е. В. Инновационная концепция предпринимательства Й. Шумпетера: теоретические аспекты // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2014. – № 10 (76). – С. 29 – 39.

⁵⁶ Белоусов Ю.В. Цифровая экономика: понятие и тенденции развития // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2021. – № 1. – С.26-43. – DOI: 10.24412/2073-6487-2021-1-26-43.

⁵⁷ Шевченко И. К., Развадовская Ю. В., Каплюк Е. В. Институциональные условия развития национальной инновационной системы рамках индустриализации // Экономическое, социальное

рассматривать как ответ на структурные изменения в постиндустриальной экономике, включая снижение роли сырьевых факторов роста, усиление конкуренции за интеллектуальные ресурсы. При этом важным элементом реализации потенциала национальной инновационной системы выступают региональные инновационные системы⁵⁸, функционирующие как локальные контуры национальной инновационной системы. Региональные инновационные системы обеспечивают адаптацию инновационной политики к особенностям территорий, а также выступают механизмом включения местных научных сообществ, производственных и управленческих ресурсов в реализацию общенациональных приоритетов технологического развития. Многоуровневое устройство национальной инновационной системы усложняет согласование действий ее участников, поэтому государственное управление инновационным развитием промышленности должно опираться на экосистемный подход с использованием когнитивных моделей⁵⁹. В этой связи актуален подход В.В. Вольчика, интерпретирующий инновационную активность как производную от качества институциональной среды. Ученый подчеркивает, что эффективность национальной инновационной системы определяется согласованностью формальных и неформальных институтов, их способностью преодолевать институциональные «ловушки» и адаптироваться посредством институциональных инноваций⁶⁰.

Таким образом, анализ представленных концепций позволяет обобщить, каким образом в постиндустриальной экономике формируется представление об

и духовное обновление России - основа новой индустриализации: сб. науч. Тр. V Уральских научных чтений профессоров и докторантов общественных наук. – 2018. – С. 120-127.

⁵⁸ Горбашко Е. А., Медведев В. В. Базовые принципы и логико-функциональная модель модерации взаимодействия участников региональной инновационной системы // Экономика и управление. – 2024. – Т. 30, № 8. – С. 946–952. DOI: [10.35854/1998-1627-2024-8-946-952](https://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-8-946-952).

⁵⁹ Чернова О. А., Матвеева Л. Г., Горелова Г. В. Экосистемный подход к управлению процессами инновационного развития промышленности // Journal of New Economy. – 2021. – Т. 22, № 2. – С. 44–65. DOI: [10.29141/2658-5081-2021-22-2-3](https://doi.org/10.29141/2658-5081-2021-22-2-3).

⁶⁰ Вольчик В.В., Маслюкова Е.В. Влияние формальных и неформальных институтов на инновационное развитие экономики // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2022. – Т. 15, № 5. – С. 77–94. – DOI: [10.15838/esc.2022.5.83.4](https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.4).

объекте технологического предпринимательства и как при этом меняется роль промышленности.

Таблица 1.2.

Объект деятельности технологического предпринимательства и роль промышленности в концепциях постиндустриальной экономики⁶¹

Концепции	Объект деятельности технологического предпринимательства	Роль промышленности
Сервисная экономика	Сервис, проектирование, кастомизация.	Производство обеспечивает материальную основу оказания услуг.
Экономика знаний	Знания, интеллектуальная собственность, компетенции, персональные данные и их защита.	Промышленность обеспечивает материализацию знаний в продуктах, технологиях.
Инновационная экономика	Технологические новшества.	Промышленность выступает сферой внедрения, освоения и тиражирования инноваций.
Цифровая экономика	Данные, алгоритмы, цифровые платформы.	Промышленность становится средой цифровизации.

В таблице 1.2 систематизированы положения рассматриваемых концепций, позволяющие выделить объект деятельности технологического предпринимательства и уточнить роль промышленности в его формировании. Производство услуг является основной сферой предпринимательской деятельности и объектом цифровизации, что привело к возрастанию значения интеллектуальной собственности и повышению спроса на инновации. В рамках концепции постиндустриальной экономики в экономической науке промышленной сфере уделяется меньше внимания. Однако следует отметить, что именно промышленная сфера обеспечивает материальную базу для цифровой экономики, производя микросхемы, процессоры и другую технику. Цифровизация позволила автоматизировать производственные процессы, минимизируя человеческое

⁶¹ Составлено автором.

вмешательство, что привело к тенденции совместного использования оборудования и кооперации между предприятиями, а также к универсализации промышленного программного обеспечения. Именно в рамках третьей промышленной революции и концепции постиндустриальной экономики появляется технологическое предпринимательство.

Промышленные революции сопровождались расширением функций государства в регулировании, координации и организации условий промышленного развития. В результате государство следует рассматривать как одного из участников формирования среды возникновения технологического предпринимательства.

Особое внимание заслуживают исследования К.Б. Фрея⁶², который провел историко-экономический анализ промышленных революций. В своих работах он демонстрирует, что каждая промышленная революция сопровождалась усилением неравенства, вытеснением значительных групп работников, чьи навыки становились невостребованными. Четвертая промышленная революция по своим социальным последствиям также не уникальна, а представляет собой продолжение исторического цикла взаимодействия между инновациями, трудом и государством.

В этой связи концептуальный вклад в осмысление роли государства в технологической трансформации вносит М. Маццукато, предложившая модель миссионно-ориентированной инновационной политики⁶³. Согласно ее модели, государство должно занимать проактивную позицию в экономике, то есть выступать активным участником процессов, направленных на решение технологических и общественных вызовов. Государственное участие выражается в формировании миссий, координации ресурсов, развитии институциональной среды, создании новых рынков и стимулировании инноваций.

⁶² Frey C.B. The Technology Trap: Capital, Labor, and Power in the Age of Automation // Princeton University Press. – 2019. – 480 p.

⁶³ Mazzucato M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities // Industrial and Corporate Change. – 2018. – Vol. 27, № 5. – P. 803–815. – DOI:10.1093/icc/dty034.

В рамках анализа эволюции государственной промышленной политики Й. Шот выделяет три фрейма государственной промышленной политики⁶⁴: во-первых, модель, ориентированную на устранение рыночных неудач, в которой роль государства заключается в поддержке фундаментальных исследований; во-вторых, системный фрейм, сосредоточенный на устранении координационных сбоев внутри инновационной системы; в-третьих, фрейм трансформационной политики, предполагающий, что задачей государства становится не столько рост и конкурентоспособность, сколько обеспечение перехода к устойчивой социально-технологической системе.

Следствием массового производства и концентрации капитала в эпоху второй промышленной революции стала трансформация роли государства: оно начинает выполнять функции арбитра конкурентного порядка, организатора стандартизации и координатора мобилизационных ресурсов. При этом качественно различались целевые установки государственного участия: в США приоритетами выступали ограничение рыночной власти монополий (закон Шермана)⁶⁵, а также стандартизация⁶⁶, в то же время в Российской империи курс был направлен на ускорение индустриализации через протекционизм (тарифная политика конца XIX в.⁶⁷) и государственный заказ на инфраструктурные проекты (железнодорожное строительство⁶⁸).

Во второй половине XX века произошло качественное изменение роли государства, выразившееся в усилении его функций в управлении НИОКР и трансфером технологий. В США государство выступало заказчиком исследований

⁶⁴ Schot J., Steinmueller W.E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change // Research Policy. – 2018. – Vol. 47, № 9. – P. 1554 -1567. – DOI: 10.1016/j.respol.2018.08.011.

⁶⁵ Погребинская В.А. Вторая промышленная революция // Экономический журнал. – 2005. – №10. – С.126 – 158.

⁶⁶ NIST History [Электронный ресурс] // The National Institute of Standards and Technology. – URL: <https://www.nist.gov/history> (дата обращения: 02.04.2025).

⁶⁷ A Secret Memorandum of Sergei Witte on the Industrialization of Imperial Russia // The Journal of Modern History. – 1954. – Vol. 26, No. 1. – P. 60-74.

⁶⁸ Trans-Siberian Railroad [Электронный ресурс] // Library of Congress. – URL: <https://www.loc.gov/collections/meeting-of-frontiers/articles-and-essays/development/trans-siberian-railroad> (дата обращения: 03.04.2025).

через систему конкурентного грантового финансирования (Национальный фонд США⁶⁹), а также через агентства, ориентированные на прорывные разработки для обороны и космоса (DARPA⁷⁰). При этом коммерциализация результатов выстраивалась через частный сектор и университетско-корпоративные связи (Закон Бэя-Доула⁷¹). В СССР технологические приоритеты задавались централизованно (ГКНТ СССР), а внедрение и контроль обеспечивались через стандартизацию (Госстандарт СССР). Качественная разница заключается в механизме: в США государство финансировало высокорисковые технологические направления, тогда как вывод разработок на рынок осуществлялся частным сектором. В СССР государство сопровождало полный инновационный цикл.

Четвертая промышленная революция изменила роль государства, усилив его значение как координатора институциональных преобразований: объект государственного участия в промышленном развитии сместился от преимущественно отраслевого управления к обеспечению функционирования цифровой структуры промышленности (данные, программная инфраструктура, кибербезопасность). В США этот сдвиг проявился в усилении роли государства как разработчика новых стандартов для промышленно-цифровых систем и управления киберрисками, а также в сетевой организации внедрения передовых производственных технологий в формате государственно-частных партнерств. В 2020-е годы усилилась прямая поддержка локализации высокотехнологических производств. В России данный сдвиг реализуется через платформенную координацию промышленной политики и регуляторное закрепление требований к устойчивости ключевых цифровых элементов промышленности. Так, координация взаимодействия предприятий с мерами поддержки и сервисами переводится в цифровой формат через Минпромторг России и ГИСП.

⁶⁹ NSF History [Электронный ресурс] // National Science Foundation. – URL: <https://www.nsf.gov/about/history> (дата обращения: 03.04.2025).

⁷⁰ About DARPA [Электронный ресурс] // Defense Advanced Research Projects Agency. – URL: <https://www.darpa.mil/about> (дата обращения: 03.04.2025).

⁷¹ Overview of the Bayh-Dole Act [Электронный ресурс] // University of Pennsylvania. – URL: <https://research.upenn.edu/resource/overview-of-the-bayh-dole-act/> (дата обращения: 03.04.2025).

Таким образом, изменения функций управления промышленным развитием в условиях промышленных революций представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

**Эволюция функций государственного участия в управлении
промышленным развитием: страновые различия⁷²**

Функция	Индустрия 2.0	Индустрия 3.0	Индустрия 4.0
Регулирование	США: ограничение рыночной власти крупных корпораций, поддержка конкуренции. Российская империя: защита внутреннего рынка и приоритет индустриального роста.	США: стимулирующее регулирование инноваций через рыночные механизмы. СССР: централизованное задание технологических приоритетов.	США: регулирование условий цифровизации промышленности через стандарты. Россия: регулирование цифровизации промышленности через нормативное закрепление требований к управлению данными.
Координация	США: координация решения задач через государственный заказ и контракты. Российская империя: концентрация ресурсов и управление крупными проектами как инструмент ускорения индустриального развития.	США: развитие целевых программ в рыночных условиях. СССР: планово-директивная координация полного цикла разработки и внедрения инноваций.	США: сетевая организация внедрения передовых производственных технологий через государственно-частные партнерства и экосистемы. Россия: координация мер поддержки и взаимодействия предприятий в формате цифровых платформ.
Контроль	США: контроль через стандартизацию и обеспечение совместимости массового производства. Российская империя: административный надзор.	США: оценка результатов и расходования средств. СССР: обязательные нормы и ведомственная приемка.	США: риск-ориентированный контроль через стандарты. Россия: контроль через нормативное соответствие и надзор за устойчивостью цифровых систем и режимов данных.

Изменение функций государства в ходе промышленных революций обусловлено трансформацией объекта деятельности предпринимательства и формированием среды возникновения и развития технологического предпринимательства. Усложнение технологий и производственных систем

⁷² Составлено автором.

приводило к тому, что объект предпринимательской деятельности все в большей степени смещался к технологическим решениям, тогда как государство расширяло свои функции в регулировании, координации и поддержке условий их разработки, внедрения и воспроизводства.

Таким образом, в исследовании обосновано, что технологическое предпринимательство сформировалось как самостоятельный вид предпринимательской деятельности в ходе поэтапного накопления технико-экономических изменений, сопровождавших промышленные революции. Специфичность технологического предпринимательства определяется ориентацией на инновации инженерно-технологического характера. Установлено, что возникновение технологического предпринимательства возможно при наличии рыночных условий, при которых улучшение инженерно-технических характеристик продукта или процесса трансформируется в конкурентное преимущество на рынке, а также при наличии территориально концентрированных производственных связей и устойчивой бизнес-модели, согласованной с требованиями разрабатываемой технологии.

1.2. Сущность технологического предпринимательства в промышленности

Технологическое предпринимательство относится к числу категорий, не получивших в экономической науке однозначного и завершенного теоретического осмысления, что обусловлено междисциплинарным характером данного явления, находящегося на пересечении теории предпринимательства, инновационного менеджмента, экономики знаний и промышленного развития. В научной литературе данная категория раскрывается через различные исследовательские оптики, акцентирующие внимание на коммерциализации знаний, инновационном продукте, инженерных компетенциях и иных аспектах рассматриваемого явления. В результате сложился широкий спектр подходов к трактовке сущности технологического предпринимательства. Их систематизация представлена в таблице 1.4.

Подходы к сущности технологического предпринимательства⁷³

Подход	Содержание
Организационный	Организация, управление и возложение на себя рисков инженерного или технологического бизнеса ⁷⁴ .
Кооперативный	Совместное экспериментирование и производство новых продуктов, активов, а также их атрибутов, неразрывно связанных с достижениями в области научно-технических знаний и институтом прав собственности ⁷⁵ .
Процессный	Систематическая предпринимательская деятельность, основанная на трансформации фундаментальных научных знаний в промышленно применимые, экономически оправданные и востребованные рынком технологии ⁷⁶ .
Компетентностный	Использование инженерных компетенций как ресурса для создания и внедрения новых технологий ⁷⁷ .
Продуктовый	Стремление изменить товар таким образом, чтобы качественно отличить его от другого продукта или услуги ⁷⁸ .
Трансферный	Предпринимательская деятельность, интегрированная в университетскую экосистему, основанную на трансфере технологий и экономическом освоении результатов научных исследований ⁷⁹ .
Платформенный	Предпринимательская деятельность, основанная на цифровых промышленных платформах, интегрирующих технологии, производство, логистику, ресурсы и данные ⁸⁰ .
Модульный	Конфигурация взаимосвязанных структурных модулей, различающихся по географической локализации, типу интеграции в цепочки поставок, уровню технологической зрелости и модели инновационного производства ⁸¹ .

⁷³ Составлено автором на основе материалов исследования.

⁷⁴ Armstrong N., Nichols S. Engineering Entrepreneurship: does entrepreneurship have a role in engineering education? // Proceedings of the 2001 Annual Conference, Albuquerque, New Mexico. – 2001. – DOI: 10.18260/1-2—9194.

⁷⁵ Корзюк Д.И., Текучёва С.Н. Сущность технологического предпринимательства // International journal of Professional Science. – 2018. – № 3. – С. 14 - 24.

⁷⁶ Барыкин А.Н., Искрянников В.О. Белые пятна теории и практики технологического предпринимательства // Менеджмент инноваций. – 2010. – № 3. – С. 202 - 213.

⁷⁷ Фирсов М.В. Развитие технологического предпринимательства и стартапов в контексте исследовательской деятельности обучающихся в системе СПО // Нижегородский институт развития образования. – 2018. – 130 с.

⁷⁸ Bailetti T. Technology Entrepreneurship: Overview, Definition, and Distinctive Aspects // Technology Innovation Management Review. – 2012. – No. 2(2). – P. 5–12.

⁷⁹ Боровская М.А., Масыч М.А., Федосова Т.В. Инструменты финансового сопровождения научно-технологического трансфера // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. – 2024. – № 1 (221). – С. 84–97. DOI: 10.18522/2687-0770-2024-1-84-97.

⁸⁰ Вареца Р. А. Инструменты развития технологического предпринимательства в промышленности // Креативная логистика: стратегии и технологии: Материалы международной научно-практической конференции. XX Южно-Российский логистический форум, Ростов-на-Дону, 25–26 октября 2024 года. – 2024. – С. 221-224.

⁸¹ Вареца Р. А. Роль технологического предпринимательства в сфере промышленности в современных условиях // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика.

Однако многообразие существующих трактовок не позволяет выявить внутреннюю целостность рассматриваемого явления и определить его специфику в промышленной сфере. Сущность технологического предпринимательства в промышленности целесообразно раскрывать последовательно, через систему взаимосвязанных категорий: «предпринимательство», «инновация», «технология», «промышленность», «стартап».

Предпринимательство в трактовке Й. Шумпетера связано с осуществлением новых комбинаций ресурсов, факторов и способов хозяйствования⁸², а в российском правовом поле предпринимательская деятельность определяется как самостоятельная, осуществляемая на свой риск деятельность, направленная на систематическое получение прибыли⁸³. Тем самым в качестве исходных признаков предпринимательства можно выделить инициативность, самостоятельность, принятие решений в условиях риска и ориентацию на экономический результат.

Следующей категорией является инновация, поскольку она позволяет зафиксировать признак новизны результата предпринимательской деятельности. В соответствии с международным методологическим справочником по сбору и интерпретации данных об инновационной деятельности «Oslo Manual» инновация представляет собой новый или улучшенный продукт либо процесс, который существенно отличается от предыдущих продуктов или процессов организации и введен в использование или выведен на рынок⁸⁴. В работе П. Друкера инновация рассматривается как специфический инструмент предпринимателя, посредством которого изменения превращаются в возможность создания нового бизнеса или услуги⁸⁵. Таким образом, инновация выступает принципиальной характеристикой

Управление. Право. – 2024. – Т. 24, вып. 2. С. 138–146. – DOI:10.18500/1994-2540-2024-24-2-138-146.

⁸²Schumpeter J. The theory of economic development: an Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle / Harvard university. – 1934. – 189 p.

⁸³ Предпринимательская деятельность [Электронный ресурс] // ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/58075170/> (дата обращения: 01.04.2025).

⁸⁴«Руководство Осло 2018: Руководство по сбору, представлению и использованию данных об инновациях» [Электронный ресурс] // ОЭСР. – URL: https://www.oecd.org/en/publications/oslo-manual-2018_9789264304604-en.html (дата обращения: 01.04.2025).

⁸⁵ Drucker P. F. Innovation and Entrepreneurship // HarperCollins. – 1985. – 238 p.

того результата, к созданию которого стремится технологический предприниматель.

Категория технологии задает содержательную основу рассматриваемой деятельности. Опираясь на подход А. Грюблера, технология интерпретируется как единство материальных компонентов и знаний, необходимых для производства и использования технических решений⁸⁶. Тем самым технология охватывает как создаваемые объекты, так и способы их создания. Исходя из этого, технологию целесообразно рассматривать как совокупность инженерно-технических решений, процессов и знаний, обеспечивающих создание продукта, процесса или способа производства.

Промышленность выступает специфической средой реализации предпринимательской деятельности. В российском законодательстве промышленное производство определяется как совокупность видов экономической деятельности, относящихся к добыче полезных ископаемых, обрабатывающему производству, обеспечению электрической энергией, газом и паром, кондиционированию воздуха, водоснабжению, водоотведению, организации сбора и утилизации отходов, а также ликвидации загрязнений⁸⁷. Стоит отметить, что промышленность рассматривается как среда, предъявляющая к создаваемому решению особые требования: воспроизводимость, надежность, пригодность к испытаниям, соответствие стандартам, серийное освоение. Поэтому технологическое предпринимательство в промышленности характеризуется прохождением сложного цикла доведения решения до производственного результата.

Категория стартапа необходима для того, чтобы отграничить сущность технологического предпринимательства от одной из форм его организации.

⁸⁶ Grübler A. Technology: concepts and definitions // Technology and global change. — Cambridge University Press. — 1998. — Ch. 2. — P. 19–89.

⁸⁷ О промышленной политике в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ (ред. от 28.12.2025). Ст. 3 «Основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе» [Электронный ресурс]. // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119/4f41fe599ce341751e4e34dc50a4b676674c1416/ (дата обращения: 06.04.2025).

Стартап трактуется как временная организация, предназначенная для поиска воспроизводимой и масштабируемой бизнес-модели⁸⁸. Технологический стартап, в свою очередь, представляет собой форму предпринимательской организации, в которой создаваемая ценность основана на разработке и коммерциализации технологического решения, формируемого за счет научно-технического знания.

Таким образом, промышленность задает среду реализации технологического предпринимательства, а стартап – одну из форм его организации. Для дальнейшего уточнения сущности технологического предпринимательства в промышленности необходимо перейти к анализу его внутренней структуры, раскрываемой через субъект, объект, цель, способ создания ценности, условия и среду реализации. Субъектом технологического предпринимательства в промышленности выступает предприниматель, команда, новая фирма либо действующая организация, иницирующая и координирующая разработку, доведение и коммерческое освоение технологического решения. При этом к субъектам технологического предпринимательства относятся стартапы, действующие промышленные предприятия, научно-производственные структуры, инжиниринговые организации. Результатом деятельности технологического предпринимательства в промышленности выступают технологические решения, технологии, материалы, устройства, прототипы, производственные процессы, а также результаты научно-технической деятельности. Способ создания ценности осуществляется через разработку, испытание, адаптацию, внедрение и коммерциализацию технологии, обладающей новизной. Условиями реализации технологического предпринимательства в промышленности выступают высокая степень неопределенности, риск, капиталоемкость, длительность инвестиционного и производственного циклов, неполнота информации о будущих технических, производственных и коммерческих параметрах создаваемого решения. Средой реализации технологического предпринимательства является промышленная система, включающая производственную инфраструктуру, стандарты,

⁸⁸ Ries E. Why the lean startup changes everything // Harvard Business Review. — 2011. — Vol. 89, no. 5. — P. 63–72.

испытательные процедуры, кооперационные связи, институты поддержки и научные организации.

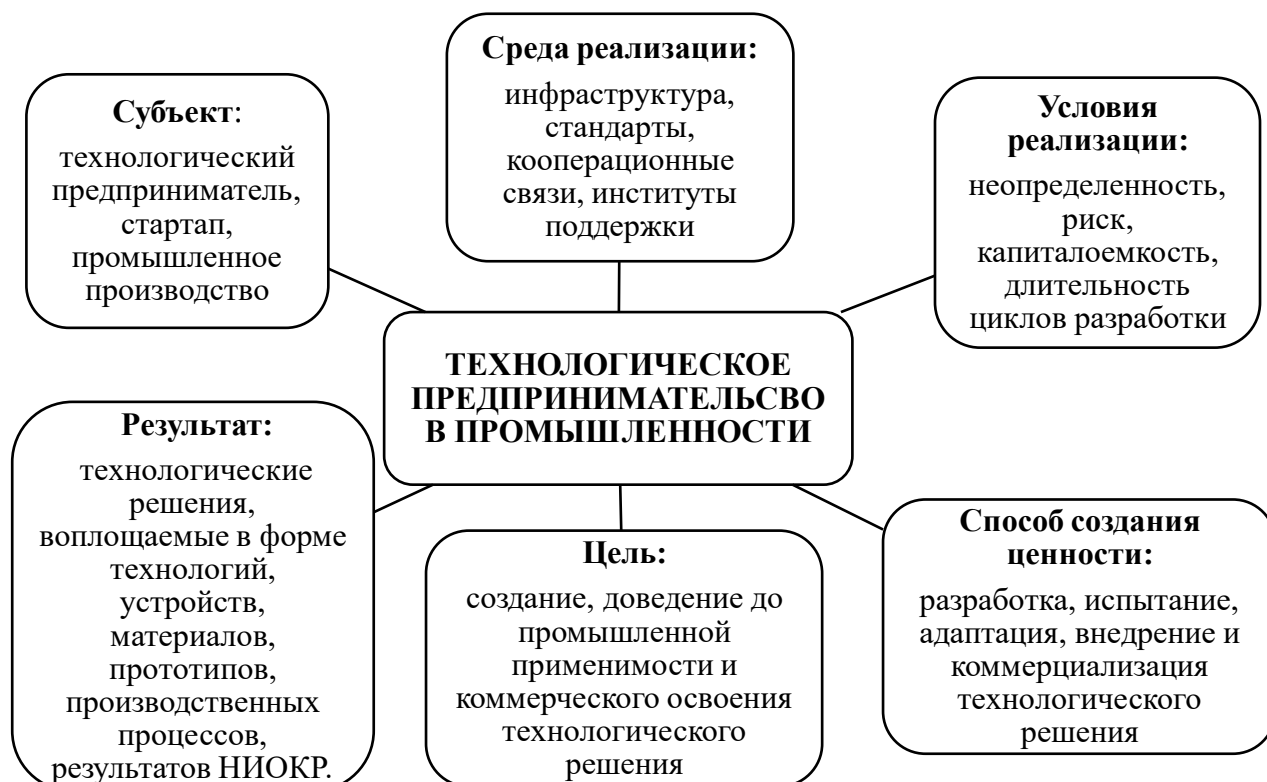


Рисунок 1.1. Структурные компоненты
сущности технологического предпринимательства в
промышленности⁸⁹

Итак, можно выделить ряд признаков технологического предпринимательства в промышленности, представленных в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Признаки технологического предпринимательства в промышленности⁹⁰

№	Признак	Содержание
1	Технологичность решения	Результатом деятельности технологического предпринимательства в промышленности выступает технологическое решение, воплощаемое в форме технологии, материала, устройства, прототипа, производственного процесса, решающее научно-техническую или производственно-техническую проблему.

⁸⁹ Рисунок составлен автором.

⁹⁰ Составлено автором.

Продолжение таблицы 1.5

2	Ориентация на промышленное освоение	Создаваемое решение доводится до стадии производственной воспроизводимости, эксплуатационной надежности и серийного применения.
3	Ориентация на экономическое освоение	Коммерциализация разработанного решения.
4	Неподтвержденность параметров как источник специфических рисков	Деятельность технологического предпринимательства реализуется в условиях неподтвержденности технических, производственных и коммерческих параметров решения.

Таким образом, в исследовании предлагается уточнение понятия технологического предпринимательства в промышленности как вида предпринимательской деятельности, связанной с разработкой и внедрением инженерно-технических решений (производственных технологий и технических изделий), воспроизводимость которых по заданным техническим параметрам и показателям надежности при серийном изготовлении и эксплуатации еще не подтверждена, вследствие чего инвестиционные, технологические и организационные решения принимаются в условиях повышенного риска.

Субъект технологического предпринимательства принимает решения в условиях ограниченности информации и высокой вероятности отклонения фактических результатов от ожидаемых. Результатом данной деятельности выступают технологические решения, параметры которых на ранних стадиях еще не подтверждены в полной мере ни с технической, ни с производственной, ни с коммерческой стороны. Способ создания ценности, таким образом, связан с риском, поскольку предполагает разработку, испытание, адаптацию, внедрение и коммерциализацию нового решения, причем каждый из этих этапов сопряжен с возможностью неудачи или возникновения дополнительных издержек. При этом условия реализации технологического предпринимательства в промышленности включают неопределенность, капиталоемкость, длительность циклов разработки и производства, что усиливает риск принятия ошибочных инвестиционных, организационных и технологических решений. Промышленная среда реализации содержит ограничения, связанные со стандартами, испытательными процедурами, кооперацией, требованиями к серийному освоению, в рамках которых также

формируются специфические риски. Следовательно, риск пронизывает все структурные элементы технологического предпринимательства.

Таким образом, риск в технологическом предпринимательстве в промышленности является системным атрибутом. При этом технологическое предпринимательство представляет собой не статичное состояние, а процесс продвижения технологического решения к стадии промышленного освоения и коммерциализации. Именно поэтому риски влияют на всю траекторию развития, в связи с чем деятельность субъекта технологического предпринимательства в промышленности предполагает систему работы по выявлению, оценке и снижению рисков, препятствующих переходу решения к стадии промышленного применения.

Акцентируя внимание на рисках как ключевой характеристике рассматриваемого вида предпринимательской деятельности, следует установить содержание категории «риск». Термин «риск» определяется как точка нарушения неравенства, равновесия, переломная точка между прибылью и убытками⁹¹. Данная трактовка отражает экономическое содержание риска, но не является исчерпывающей. В связи с этим целесообразно рассматривать риск во взаимосвязи с более широкой категорией неопределенности. Границу между данными категориями обозначил Ф. Найт⁹², относя к неопределенности ситуации, в которых невозможно присвоить численную вероятность исходам, тогда как риск трактуется им как измеримая категория. Ф. Найт подчеркивал, что измеряемый риск не тождествен неопределенности. В противоположность этому Д. Хаббарт⁹³ утверждал, что неопределенность может быть измеримой при наличии более одного исхода, если каждому из них сопоставлена соответствующая вероятность. В свою очередь, Дж. Кейнс⁹⁴ отмечал ограниченность вероятностного подхода к

⁹¹ Шеина Е. Г., Курдюмов А. В. Экономическое содержание и сущность категории финансовый риск: теоретический аспект // Московский экономический журнал. – 2019. – № 12. – С. 875-883. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-10263.

⁹² Княгинина Г.В. Эволюция подходов к определению понятий «Неопределенность» и «Риск» // Новый университет. Серия «Экономика и право». – 2011. – №. 3 (3). – С. 5-9.

⁹³ Hubbard D. W. How to Measure Anything: Finding the Value of Intangibles in Business // John Wiley & Sons, Inc. – 2014. – 432 p.

⁹⁴ Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег: [перевод с английского] / Джон Кейнс. – Москва: Эксмо, 2022. – 960 с.

анализу экономических решений в долгосрочной перспективе. Он подчеркивал, что в условиях неопределенности данные решения принимаются на основе субъективных ожиданий, состояния уверенности и доверия к будущему.

Проведенный анализ позволяет разграничить риск и неопределенность как самостоятельные категории, подчеркивая их взаимодополняющий характер. Таким образом, в рамках данного исследования неопределенность интерпретируется как более широкое состояние неполноты и недостаточной структурированности информации о разрабатываемом продукте, тогда как риск рассматривается в качестве измеримой характеристики, что схематично представлено на рисунке 1.2.

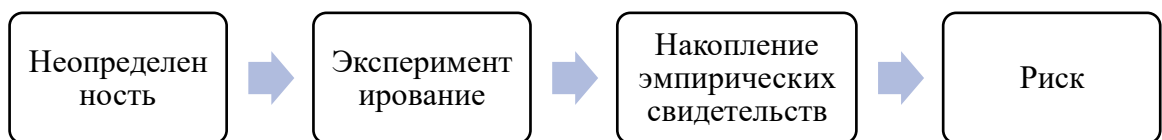


Рисунок 1.2. Процесс трансформации неопределенности в риск⁹⁵

Схема иллюстрирует, что на начальных стадиях разработка технологии или продукта осуществляется в условиях неопределенности. По мере экспериментирования и накопления эмпирических свидетельств часть неопределенности приобретает измеряемый характер и переходит в форму риска. Таким образом, риск в исследовании понимается как количественно оцениваемая часть неопределенности.

Поскольку технологическое предпринимательство представляет собой деятельность, разворачивающуюся в условиях неопределенности и риска, для дальнейшего анализа необходимо объяснить, каким образом в подобных условиях формируются основания для принятия предпринимательских решений. Речь идет о предпринимательских возможностях, то есть о тех потенциальных направлениях создания и продвижения решения, которые субъект способен выявить либо сконструировать, несмотря на неполноту информации о будущем результате. В связи с этим целесообразно обратиться к концепциям, объясняющим предпринимательские возможности.

⁹⁵ Рисунок составлен автором.

Первая концептуальная линия исходит из теорий «открытия» и «созидания»⁹⁶. В соответствии с ними предпринимательские возможности либо выявляются вследствие структурных сдвигов на рынке, либо конструируются в процессе целенаправленных действий предпринимателя. В «режиме открытия» преобладают систематический мониторинг технологических и рыночных траекторий, интерпретация внешних сигналов и оценка ожидаемой ценности проектов. В «режиме созидания» предприниматель инициирует формирование самого рынка через прототипы, пилотные внедрения и управление окружением (партнеры, ранние пользователи и т. д.). Продолжением данной линии выступает концепция «эфектуации»⁹⁷. В ее рамках управление возможностями осуществляется «от средств», то есть исходя из того, кем является предприниматель, какими знаниями он располагает. Принципами концепции являются ориентация на приемлемую потерю и использование случайных событий как оснований для переопределения замысла и траектории проекта. Также в научной литературе выделяется концепция «абсорбционной способности» фирмы – способности распознавать ценность внешних знаний, ассимилировать их и применять в коммерческих целях⁹⁸. Ее фундамент составляют предшествующие знания (компетенции, технологические знания о научно-техническом фронтире), которые обеспечивают селекцию релевантных сигналов и связывание нового знания с имеющимися компетенциями и ресурсами.

Итак, подход «эфектуации» позволяет раскрыть предпринимательскую деятельность: предприниматель исходит не из заданной цели и ожидаемой ценности, а из имеющихся средств, ориентируется на приемлемую потерю и

⁹⁶Alvarez S., Barney J.B. Discovery and Creation: Alternative Theories of Entrepreneurial Action // Strategic Entrepreneurship Journal. – 2006. – Vol. 3 № 6. – DOI: 10.2139/ssrn.900200.

⁹⁷Sarasvathy S. D. Causation and Effectuation: Toward a Theoretical Shift from Economic Inevitability to Entrepreneurial Contingency // Academy of Management Review. – 2001. – № 26(2). – P. 243 — 263. – DOI:10.5465/AMR.2001.4378020.

⁹⁸Cohen W.M., Levinthal D. A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation // Administrative Science Quarterly. – 1990. – Vol. 35, No. 1. – P. 128-152.

превращает случайности в ресурсы⁹⁹. Сочетание найтовской неопределенности и подхода «эффектуации» позволяет объяснить, как при неструктурированной информации возникают новые комбинации ресурсов, а также пилотные проекты, прототипы.

Таким образом, задача технологического предпринимательства заключается в переводе проекта из режима неопределенности в режим измеряемого риска. Это достигается через экспериментирование с прототипами, проверку гипотез. По мере накопления данных прошлый опыт становится более репрезентативным, появляется возможность применять вероятностные оценки, сценарный анализ.

В дальнейшем в исследовании осуществляется классификация рисков технологического предпринимательства, направленная на выделение их общей и специфической составляющих применительно к промышленной сфере.

Таблица 1.6

Причины неудач стартапов¹⁰⁰

Источники	Количество исследованных стартапов	Факторы риска
А.Бетленди, С. Хегедюс, А. Сеч (2025)	40	Неосуществимость идеи стартапа, неправильная бизнес-модель, ошибочное позиционирование на рынке, потеря фокуса на продукте, плохое продвижение, отсутствие финансирования, мало клиентов, неопытность руководства, проблемы в команде, отсутствие развития бизнеса, высокая конкуренция, влияние законодательства, медленное принятие решений, политические факторы.
Э. Сатмари, З. Варга, А. Молнар, Г. Немет, З. Сабо, О. Кисс (2024)	50	Отсутствие необходимых компетенций, а также неэффективная работа по поиску и сбору полной информации в процессе разработки продукта приводят к принятию несвоевременных или ошибочных решений либо к бездействию, что становится причиной провалов стартапов.

⁹⁹ Sarasvathy S. D. Causation and Effectuation: Toward a Theoretical Shift from Economic Inevitability to Entrepreneurial Contingency // Academy of Management Review. – 2001. – № 26(2). – P. 243 — 263. – DOI:10.5465/AMR.2001.4378020.

¹⁰⁰ Вареца Р. А. Матрица выбора технологий оценки рисков на этапах жизненного цикла стартапов // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2025. – № 3. – С. 36-49. – DOI: 10.17308/econ.2025.3/13264.

Продолжение таблицы 1.6

М. Караарслан, Н. Сойлу (2023)	23	Риски охватывают организационную, технологическую, продуктовую, финансовую и маркетинговую сферы деятельности стартапов.
М. Кантамесса, В. Гаттески, Г. Перболи, М. Розано (2018)	214	Отсутствие структурированной стратегии развития бизнеса является ключевым фактором, определяющим неудачу стартапа.

Таким образом, представленные в таблице 1.6 результаты эмпирических исследований демонстрируют разнообразие факторов, обуславливающих неудачи стартапов. Вместе с тем анализ демонстрирует, что выявленные причины группируются по типам рисков: технологические, рыночные, организационные, финансовые, институциональные. Представленная систематизация рисков коррелирует с данными международных исследований. По оценкам международной консалтинговой и исследовательской организации Startup Genome, 90 % стартапов терпят неудачу¹⁰¹. Аналитическая компания CB Insights в отчете «The Top 12 Reasons Startups Fail» представила результаты анализа 111 случаев провала стартапов (рисунок 1.3). Исследование основано на анализе публичных заявлений основателей, отчетов и данных венчурных компаний, что позволило выявить распространенные причины прекращения деятельности стартапов.

В исследовании CB Insights «The Top 12 Reasons Startups Fail»¹⁰² систематизированы причины неудач стартапов по степени их распространенности, а также приведены примеры стартапов, деятельность которых была прекращена по соответствующим причинам.

Выгорание было указано в качестве причины провала в 5% случаев. Так, стартап DaWanda, столкнувшись со стагнацией и отсутствием инновационных идей в течение нескольких лет, потерял темп роста, что привело к демотивации команды и, в конечном счете, к закрытию проекта.

¹⁰¹ «Моя идея гениальна»: почему 90% стартапов проваливаются // РБК Pro. – URL: <https://pro.rbc.ru/demo/658e555f9a79472d8b1901b4> (дата обращения: 01.04.2025).

¹⁰² The Top 12 Reasons Startups Fail [Электронный ресурс] // CB Insights. – URL: <https://trunin.com/ru/2021/12/why-startups-fails/images/Top-Reasons-Startups-Fail.pdf> (дата обращения: 03.04.2025).



Рисунок 2.3. 12 главных причин неудач стартапов¹⁰³

Пивот (смена направления) стал причиной 6 % неудач. Стартап в области кибербезопасности Rubica в условиях пандемии COVID-19 сменил фокус с частных клиентов на корпоративный сегмент, что привело к потере поддержки со стороны инвесторов, несмотря на сохраняющуюся актуальность киберугроз. Еще один пример — Inboard Technology, компания, производившая электрические скейтборды. Компания решила переориентироваться на выпуск электросамокатов, однако сроки разработки затянулись, а инвесторы отказались от дальнейшего финансирования. В результате стартап прекратил существование.

Внутренние конфликты стали причиной провала в 7 % случаев. Например, стартап Hubba закрылся после конфликта между основателем и советом директоров по поводу дальнейших перспектив компании.

Некачественный продукт оказался причиной неудачи в 8 % случаев. Так, платформа ScaleFactor, предлагавшая финансовые и бухгалтерские услуги, использовала агрессивную рекламу, при этом качество продукта не соответствовало рекламным лозунгам, что отпугнуло клиентов, и в конечном итоге стартап закрылся.

¹⁰³ The Top 12 Reasons Startups Fail [Электронный ресурс] // CB Insights. – URL: <https://trunin.com/ru/2021/12/why-startups-fails/images/Top-Reasons-Startups-Fail.pdf> (дата обращения: 03.04.2025).

Несвоевременный запуск продукта стал причиной провала в 10 % случаев. Например, стартап Starsky Robotics сосредоточился на разработке и использовании искусственного интеллекта для создания автономных грузовиков, но не достиг поставленных целей, из-за чего инвесторы потеряли интерес к проекту.

Несоответствие состава команды требованиям проекта вызвало провалы в 14 % случаев. Так, стартап в сфере строительства Kattera, привлечший 1,5 млрд долл. США инвестиций, провалился, поскольку руководитель имел глубокие технические знания, но не обладал опытом в строительной отрасли.

Проблемы ценообразования стали причиной 15 % провалов стартапов. Так, стартап генетического тестирования Arivale закрылся из-за высокой стоимости управления компанией по сравнению с доходами, несмотря на высокую удовлетворенность продуктом со стороны клиентов. Аналогично, стартап из какао-индустрии Neu Tiger, несмотря на налаженное производство высококачественного шоколада, не смог определить равновесную цену на рынке, что в долгосрочной перспективе поставило под вопрос его выживаемость.

Правовые проблемы привели к закрытию 18 % стартапов. Стартап Coolest Cooler закрылся в связи с увеличением пошлин на 25 % в результате торговой войны США с Китаем, что повлияло на линейку продуктов. Мобильное приложение для сбережений Beam быстро прекратило существование после конфликта с Федеральной торговой комиссией.

Неэффективная бизнес-модель стала причиной 19 % провалов стартапов. Основными причинами провала стартапов выступают ошибочные бизнес-модели и неспособность адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям. Стартапы, которые были привязаны к одной бизнес-модели или каналу монетизации, столкнулись с невозможностью привлечь инвесторов. Например, стартап Lumina Networks не смог адаптироваться к медленному переходу рынка на программное обеспечение с открытым исходным кодом и столкнулся с ограничениями в период пандемии COVID-19. Стартап Aria Insights, несмотря на перспективную идею использования дронов для сбора данных, не смог найти подходящего способа монетизации собранных данных.

Игнорирование конкуренции является существенной причиной провала стартапов. В 20 % случаев провалы связаны с недооценкой конкуренции. Например, стартап Reach Robotics столкнулся с трудностями в гиперконкурентной нише потребительской робототехники и не смог удержаться на рынке, особенно ввиду сложности бизнес-модели и сезонной зависимости продаж.

Отсутствие реальной потребности рынка в предлагаемом продукте является одной из причин провалов стартапов (35 % случаев). Многие стартапы сосредотачивались на решении задач, не подтверждая их актуальность для рынка. Например, мобильный стриминговый сервис Quibi прекратил работу спустя полгода после запуска. Atrium, юридический стартап также столкнулся с трудностями, не сумев значительно повысить операционную эффективность в традиционном юридическом сегменте.

Истощение финансовых ресурсов и неспособность привлечь дополнительное финансирование являются ключевыми причинами провала стартапов – 38 % случаев. Так, стартап в сфере дополненной реальности Daqri закрылся после того, как израсходовал свыше 250 млн долл. США и неудачных попыток привлечь новый раунд инвестиций в условиях жесткой конкуренции и ослабления инвестиционного интереса к сектору AR. Аналогично, авиационный стартап Aerion Corporation, несмотря на подтвержденный рыночный спрос и многомиллиардный портфель заказов, столкнулся с невозможностью привлечь необходимый капитал для запуска производства в текущей финансовой среде. Европейская бюджетная авиакомпания Wow Air также закрылась после того, как руководство не смогло своевременно обеспечить дополнительное финансирование, потеряв время для принятия эффективных мер.

В исследовании, опубликованном на аналитической платформе Failory, проведен анализ 80 закрывшихся стартапов на основе их публичных отчетов и интервью с основателями. Исследование базируется на контент-анализе причин прекращения деятельности компаний, указанных самими основателями. Результаты показали, что несоответствие продукта рынку и маркетинговые ошибки в совокупности привели к закрытию 56 % исследованных компаний.

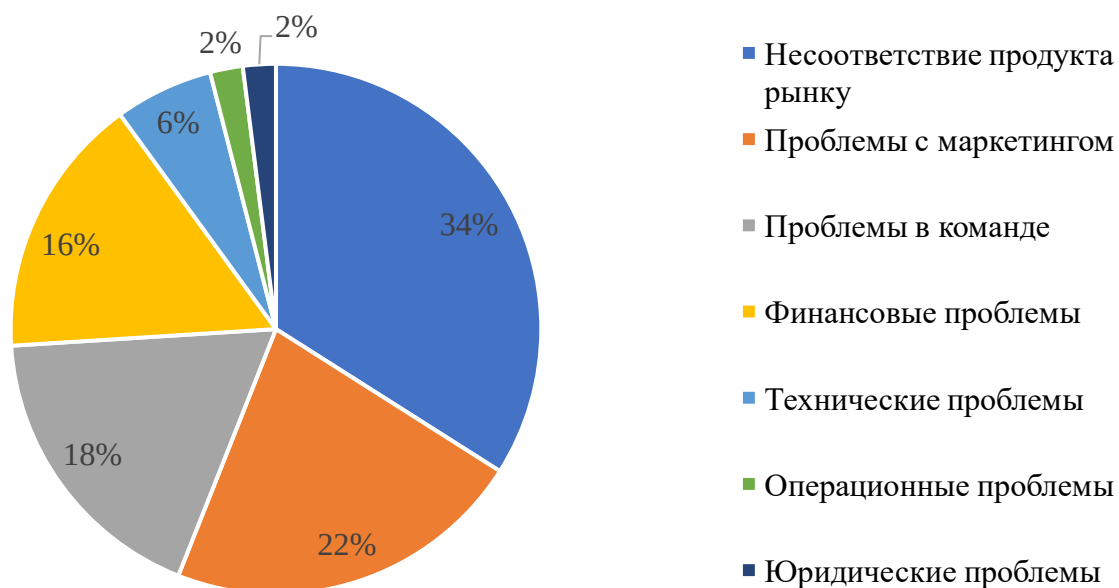


Рисунок 1.4. Причины провалов стартапов¹⁰⁴

Проблемы, связанные с командой (внутренние конфликты, недостаток опыта и мотивации), заняли второе место по частоте встречаемости. Финансовые трудности оказались на третьем месте: более половины исследованных стартапов изначально не имели бюджета, только 16 % респондентов указали финансовые проблемы в качестве основной причины неудачи.

Технические проблемы были относительно редкими, но значительная их часть носила критический характер. Наиболее распространенной ошибкой являлись инвестиции в разработку технологий без предварительной валидации идеи с потенциальными клиентами. Операционные и юридические проблемы встречались еще реже, однако в определенных отраслях, таких как пищевая промышленность и финансы, юридические вопросы могут играть решающую роль.

Также платформа Failory приводит статистику отраслевых неудач стартапов. Самый высокий уровень неудач наблюдается в информационной отрасли. Однако данная отрасль имеет относительно низкий порог входа и включает в себя большую часть высокорискованных стартапов, что объясняет повышенную долю неудач.

¹⁰⁴ Startup & Business Failure Rates [Электронный ресурс] // Failory. – URL: <https://www.failory.com/blog/startup-failure-rate> (дата обращения: 04.04.2025).



Рисунок 1.5. Доля неудачных стартапов по отраслям¹⁰⁵

Исследовательский проект Autopsy провел исследование 300 неудачных стартапов, после чего сформулировал 10 причин их провалов. Полученные результаты отличаются от данных CB Insights и Failory по долевого распределению факторов провалов, что отражено на рисунке 1.6.

До 20 % стартапов закрываются из-за слабой команды. Примером служит Standout Jobs, где основатели не смогли создать MVP, несмотря на привлеченные инвестиции. Отсутствие технических навыков и согласованности в команде является частой причиной провала. Вместе с тем сильная команда без внутренней культуры также уязвима, как показал пример стартапа Sonar.

С неустойчивыми или неопределенными бизнес-моделями связано 18,65 % неудач. Стартап Cart не смог найти прибыльную модель, несмотря на тестирование гипотез. Однотипные источники дохода также снижают шансы на масштабирование и интерес инвесторов. Внедрение некачественного продукта стало причиной закрытия 13,89 % стартапов. У Karhoo были технические проблемы

¹⁰⁵ Startup & Business Failure Rates [Электронный ресурс] // Failory. – URL: <https://www.failory.com/blog/startup-failure-rate> (дата обращения: 04.04.2025).

и неэффективная система промокодов, что привело к убыткам. Несмотря на большие инвестиции, продукт оказался непопулярным.

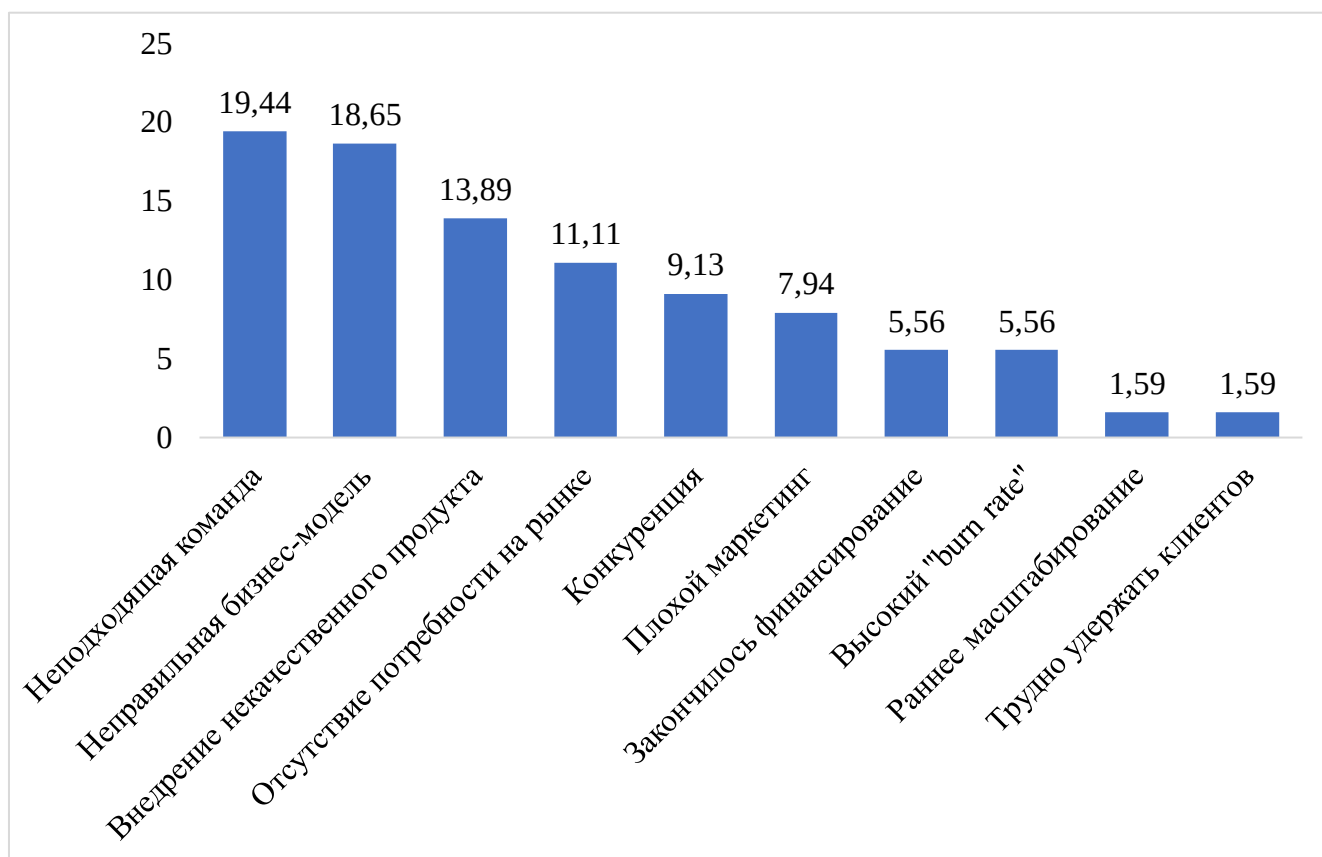


Рисунок 1.6. **10 главных причин провала стартапов на основе анализа стартапов**¹⁰⁶

В 11,11 % случаев стартапы прекращают деятельность вследствие отсутствия решения актуальной рыночной проблемы. Так, стартап Mored предлагал приложение для обмена файлами, но не смог заинтересовать широкую аудиторию. Продукт оказался преждевременным и не нашел спроса.

В 9,13 % случаев закрытие стартапов было обусловлено высокой конкуренцией. Стартап Take Eat Easy не смог привлечь инвестиции в условиях активного роста компаний Deliveroo и Uber Eats, несмотря на предыдущий успех и крупные вложения.

¹⁰⁶ Why Startups Fail? A Data Analysis by Autopsy [Электронный ресурс] // Medium. – URL: <https://medium.com/startup-autopsies/why-startups-fail-a-data-analysis-by-autopsy-a4bf60e482da> (дата обращения: 04.04.2025).

Таким образом, сопоставленный анализ причин провалов трех аналитических платформ (CB Insights, Failory и Autopsy) позволил выявить как сходства, так и противоречия в интерпретации ключевых факторов риска.

В исследовании CB Insights основной причиной провала (38 %) названа нехватка финансовых ресурсов и невозможность привлечь дополнительное финансирование. Следом за ней идут отсутствие реальной потребности рынка (35 %) и недостаточная конкурентоспособность (20 %). Аналитическая платформа Failory, напротив, отмечает доминирование таких факторов, как несоответствие продукта ожиданиям рынка и маркетинговые ошибки, которые в совокупности составляют 56 % случаев. При этом финансовые проблемы, по данным Failory, менее значимы и упоминаются лишь в 16 % случаев. Данные проекта Autopsy демонстрируют иной подход, выделяя среди лидирующих факторов неподходящую команду (19,44 %) и неэффективную бизнес-модель (18,65 %), тогда как недостаток рыночной потребности и конкурентные риски представлены менее выражено (11,11 % и 9,11 % соответственно).

Общим противоречием между аналитическими платформами выступает разная степень значимости, присваиваемая финансовым рискам и проблемам команды. Если CB Insights подчеркивает финансовые аспекты как ведущие причины провала стартапов, то Failory и Autopsy фокусируются на проблемах продукта, рынка и внутренней структуры команд, снижая важность финансирования как первостепенного фактора.

Следует отметить, что в вышеупомянутых исследованиях недостаточно раскрыта проблема изменчивости рисков на протяжении жизненного цикла стартапа. В работе J. C. Ruhnka и J. E. Young¹⁰⁷ показано, что на начальном этапе доминируют технологические сбои, тогда как по мере зрелости стартапа усиливаются маркетинговые, управленческие, конкурентные и финансовые риски.

¹⁰⁷ Ruhnka J. C., Young J. E. Some hypotheses about risk in venture capital investing // Journal of Business Venturing. – 1991. – Vol. 6, No. 2. – P. 115-133. – DOI: 10.1016/0883-9026(91)90014-5.

При этом на старте значительную роль играет неопределенность на рынке: отсутствие спроса, неверный момент выхода на рынок, сильная конкуренция¹⁰⁸.

Существенным ограничением ранней стадии является сложность оценки нематериальных активов – идей и компетенций команды¹⁰⁹. Недостаток навыков поиска информации, обслуживания клиентов и технических знаний у основателей часто становится причиной провала¹¹⁰. Ошибки усугубляются поспешным запуском продукта без подтверждения рыночного спроса, как в случае стартапа Triangulate, где ориентация на скорость вывода продукта на рынок и технологическую новизну привела к несоответствию ожиданиям пользователей¹¹¹. Таким образом, в стартап-проектах каждая фаза жизненного цикла формирует собственный набор рисков, которые по мере развития проекта накапливаются и комбинируются¹¹².

Проведенный анализ причин неудач стартапов позволил выявить универсальные риски, присущие технологическому предпринимательству в целом. Для целей настоящего исследования важно отделить универсальные риски от специфических рисков технологического предпринимательства в промышленности.

Шведский стартап Northvolt¹¹³ создавался как производитель литий-ионных аккумуляторов для электромобилей с целью снижения зависимости от азиатских поставщиков. В ходе развития стартап столкнулся с задержками ввода производственных мощностей, нестабильностью технологических процессов,

¹⁰⁸ Carpentier C., Suret J.-M. Angel group members' decision process and rejection criteria: A longitudinal analysis // *Journal of Business Venturing*. – 2015. – Vol. 30, No. 6. – P. 808–821. – DOI: 10.1016/j.jbusvent.2015.04.002.

¹⁰⁹ Hand J. R. M. The Value Relevance of Financial Statements in the Venture Capital Market // *The Accounting Review*. – 2005. – Vol. 80, No. 2. – P. 613–648. – DOI: 10.2308/accr.2005.80.2.613.

¹¹⁰ Szathmari E., Varga Z., Molnar A., Nemeth G., Szabo Z. P., Kiss O. E. Why do startups fail? A core competency deficit model. *Frontiers in Psychology*. – 2024. – 9 p. – DOI: [10.3389/fpsyg.2024.1299135](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1299135).

¹¹¹ Why Start-ups Fail [Электронный ресурс] // *Harvard Business Review*. – URL: <https://hbr.org/2021/05/why-start-ups-fail> (дата обращения: 05.04.2025).

¹¹² Berk J. B., Green R. C., Naik V. Valuation and Return Dynamics of New Ventures // *Review of Financial Studies*. – 1998. – Vol. 17, No. 1. – 35 p. – DOI: 10.1093/rfs/hhg021.

¹¹³ EV battery maker Northvolt failed after blowing through \$15 billion [Электронный ресурс] // *Business insider*. – URL: <https://www.businessinsider.com/northvolt-bankruptcy-redwood-materials-ev-batteries-2025-4> (дата обращения: 30.04.2025).

низкой воспроизводимостью качества продукции и ростом затрат. Таким образом, в кейсе стартапа Northvolt проявляется специфический для технологического предпринимательства в промышленности риск невоспроизводимости технологического процесса: технология производства литий-ионных аккумуляторных ячеек, работоспособная на уровне опытных линий, не обеспечила стабильных характеристик при переходе к серийному выпуску на гигафабриках.

Американский стартап Monolith¹¹⁴ развивал плазменную технологию разложения природного газа на водород и твердый углерод, позиционируя ее как низкоэмиссионную альтернативу традиционным промышленным процессам. На этапе перехода от пилотных установок к масштабированию стартап столкнулся с технологическими ограничениями: при увеличении мощности процесса возникли проблемы с накоплением углерода внутри реакторов, нестабильностью тепловых режимов и ускоренным износом оборудования при экстремально высоких температурах. Указанные проблемы привели к затягиванию сроков ввода в эксплуатацию производственных мощностей, росту операционных издержек и необходимости привлечения дополнительного финансирования. Таким образом, стартап Monolith столкнулся с эксплуатационным риском износа оборудования, обусловленным невозможностью обеспечить непрерывный режим работы производства.

Проект сверхзвукового авиалайнера Overture, реализуемый американским стартапом Boom Supersonic¹¹⁵, характеризуется недостаточным уровнем технологической готовности. Необходимость одновременного развития материаловедения, цифрового проектирования, двигателестроения и низкошумовых топливных решений формирует риск взаимозависимости технологических подсистем, при котором задержка в развитии одного из направлений препятствует переходу проекта к стадии производства.

¹¹⁴ Monolith Faces Financial Struggles Amid Clean Energy Challenges [Электронный ресурс] // CTOL Digital Solutions. – URL: <https://www.ctol.digital/news/monolith-faces-cash-crisis-clean-energy-startup-struggles-billion-dollar-gamble/> (дата обращения: 30.04.2025).

¹¹⁵ Как перегнать звук за один Мах [Электронный ресурс] // Эксперт. – URL: <https://expert.ru/tekhnologii/kak-peregnat-zvuk-za-odin-makh/> (дата обращения: 30.04.2025).

Стартап Nikola¹¹⁶ разрабатывал и производил грузовики с аккумуляторными батареями и топливными элементами (в том числе водородными). Стартап позиционировал водородные грузовики как часть стратегии создания коммерческого транспорта с нулевым уровнем выбросов. Однако развитие данного направления было ограничено отсутствием водородной инфраструктуры, включая сети заправочных станций и цепочки поставок топлива. В результате совокупности указанных факторов компания в 2025 году подала заявление о защите от банкротства.

Британский стартап Arrival¹¹⁷, разрабатывавший электрические фургоны и автобусы на основе концепции распределенного производства посредством роботизированных микрофабрик, не смог начать выпуск электрических фургонов в запланированные сроки. Стартап столкнулся с риском несоответствия темпов готовности производства электрических фургонов и автобусов финансовому циклу стартапа. Дополнительным риском стала зависимость промышленного запуска от внешних поставщиков, включая поставки металла, электронных компонентов. В результате указанных проблем стартап вынужден был провести реструктуризацию бизнеса, объявить о сокращении 30 % персонала и отложить финансирование проекта по производству автобусов¹¹⁸.

Немецкий стартап Lilium¹¹⁹, осуществлявший разработку электрического летательного аппарата вертикального взлета и посадки в сфере аэротакси, столкнулся с рисками на этапе перехода от прототипов к сертифицированному промышленному продукту. Ключевым из них стал риск удлинения периода перехода от прототипирования к промышленному производству, при котором

¹¹⁶ One-time EV darling Nikola files for Chapter 11 bankruptcy [Электронный ресурс] // CFO DIVE. – URL: <https://www.cfodive.com/news/onetime-ev-darling-nikola-files-chapter11-bankruptcy-tesla/740404/> (дата обращения: 30.04.2025).

¹¹⁷ Arrival founder sells shares as e-van maker hunts for a lifeline [Электронный ресурс] // Sifted. – URL: <https://sifted.eu/articles/arrival-lifeline-founder-cash-struggles> (дата обращения: 30.04.2025).

¹¹⁸ Electric van maker Arrival misses quarterly production goal [Электронный ресурс] // Yahoo Finance. – URL: <https://finance.yahoo.com/news/electric-van-maker-arrival-misses-080000094.html> (дата обращения: 30.04.2025).

¹¹⁹ Lilium's fall throws spotlight on air-taxi cash crunch [Электронный ресурс] // Reuters. – URL: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/liliums-fall-throws-spotlight-air-taxi-cash-crunch-2024-11-25/> (дата обращения: 01.05.2025).

сроки достижения технологической готовности и соответствия требованиям авиационной сертификации превысили финансово допустимый горизонт проекта. К концу 2024 года стартап объявил о подготовке заявления о неплатежеспособности¹²⁰.

Нидерландская высокотехнологичная компания ASML специализируется на производстве оборудования для полупроводниковой промышленности, включая литографические системы. В своем отчете компания выделяет риски, связанные с управлением процессом индустриализации продукции и ее выводом на крупномасштабное производство, а также с зависимостью от бесперебойной работы ограниченного числа собственных производственных площадок¹²¹.

Примером сервисно-эксплуатационного риска является ситуация с ветряными турбинами испанского производителя Siemens Gamesa¹²². В 2023 году компания объявила об обнаружении дефектов в компонентах ряда моделей турбин. По данным компании, проблемы возникли в связи с недостаточным качеством компонентов и ростом материальных затрат, что привело к расходам на гарантийное обслуживание и ремонт уже поставленных изделий.

Так, производство литий-ионных аккумуляторов на предприятии «Лиотех» было запущено в Новосибирске при участии госкорпорации «Роснано» и китайского партнера Thunder Sky Group с намерением обеспечить рынок энергохранилищ и электротранспорта отечественными батареями. Общий объем инвестиций в строительство завода составил 14,8 млрд рублей¹²³. В ходе

¹²⁰ Air-taxi maker Lilium to file for insolvency after failed fundraising efforts [Электронный ресурс] // Global Banking & Finance Review. – URL: <https://www.globalbankingandfinance.com/air-taxi-maker-lilium-to-file-for-insolvency-after-failed-fundraising-efforts/> (дата обращения: 01.05.2025).

¹²¹ ASML [Электронный ресурс] // Statutory Interim Report 2025. – URL: <https://ourbrand.asml.com/m/35105224f04184ea/original/Statutory-Interim-Report-2025.pdf> (дата обращения: 04.12.2025).

¹²² What are the issues with Siemens Gamesa's wind turbines? [Электронный ресурс] // Reuters. – URL: <https://www.reuters.com/business/energy/what-are-issues-with-siemens-gamesas-wind-turbines-2023-06-23/> (дата обращения: 02.05.2025).

¹²³ Обанкротившийся завод «Лиотех» продали за 1,7 миллиарда рублей в Новосибирской области [Электронный ресурс] // Om1.ru. – URL: https://www.nsk.om1.ru/news/society/356010-obankrotivshijjsja_zavod_liotekh_prodali_za_17_milliarda_rublejj_v_novosibirskoj_oblasti/ (дата обращения: 02.05.2025).

реализации проекта выявился ряд проблем. Во-первых, спрос на литий-ионные аккумуляторы оказался недостаточным, что не позволило обеспечить загрузку производственных мощностей. Во-вторых, к началу 2020-х годов оборудование оказалось изношено (до 92%)¹²⁴. В-третьих, выход китайского партнера из проекта усилил технологическую и сырьевую зависимость предприятия от внешних поставок материалов и инженерной поддержки¹²⁵.

Таким образом, рассмотренные кейсы позволяют выделить совокупность рисков, проявляющихся преимущественно на стадии перехода от прототипа к промышленному производству. Особенностью выявленных рисков является то, что они обусловлены материально-технической природой промышленного производства. На основе анализа проектов Northvolt, Monolith, Boom Supersonic, Nikola, Arrival, Lillium, ASML, Siemens Gamesa, «Лиотех» можно выделить следующие группы рисков технологического предпринимательства в промышленности:

- риск невозпроизводимости технологического процесса при переходе от опытных линий к серийному выпуску (Northvolt, «Лиотех», ASML);
- риск износа оборудования и нестабильности технологических процессов (Monolith, Siemens Gamesa);
- риск несинхронности технологической готовности подсистем в инженерных проектах (Boom Supersonic, Lillium), при котором отставание одной технологии препятствует переходу проекта к стадии производства;
- риск рассогласования производственного и финансового циклов, при котором длительность достижения промышленной стадии превышает доступный горизонт финансирования (Arrival);
- инфраструктурный риск, связанный с отсутствием сопутствующей отраслевой инфраструктуры и условий функционирования технологии (Nikola).

¹²⁴Поизносилось как нано [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5608999> (дата обращения: 02.05.2025).

¹²⁵ Завод «Лиотех» лишился китайского совладельца [Электронный ресурс] // NGS.ru. – URL: <https://ngs.ru/text/economics/2013/04/02/1065727/> (дата обращения: 02.05.2025).

Рассмотренные группы рисков демонстрируют, что технологическое предпринимательство в промышленности сочетает как универсальные риски, присущие ранней предпринимательской форме, так и специфические риски, обусловленные материально-технической природой промышленного производства. Наглядное разграничение рисков представлено на рисунке 1.7.



Рисунок 1.7. Двухуровневая структура рисков технологического предпринимательства в промышленности¹²⁶

Таким образом, классификация рисков позволила установить, что технологическое предпринимательство в промышленности обладает сложной структурой деятельности, проявляющейся в особенностях результата, способа создания ценности, цели и среды реализации. В силу этого универсальные риски оказываются недостаточными для объяснения его развития, поскольку в промышленной сфере оно определяется способностью обеспечить реализуемость инженерно-технологического решения, его производственную воспроизводимость

¹²⁶ Составлен автором.

и надежность. В технологическом предпринимательстве в промышленности технологическое решение должно удовлетворять требованиям как технической, так и коммерческой реализуемости, поскольку технические параметры определяют производственную воспроизводимость и возможность достижения положительного экономического результата. В этих условиях значение приобретает своевременное выявление рисков. На ранних стадиях закладываются предпосылки дальнейшего промышленного освоения решения, тогда как несвоевременное выявление отклонений в технических параметрах, производственных процессах способно привести к накоплению ограничений, устранение которых на последующих этапах требует больших затрат. Следовательно, своевременная идентификация рисков выступает необходимым условием принятия обоснованных организационных и инвестиционных решений. Это, в свою очередь, обуславливает потребность в инструментарии оценки рисков, обеспечивающем обоснованность принимаемых управленческих решений.

1.3. Риски и оценка технологических решений в технологическом предпринимательстве в промышленности

Специфичность технологического предпринимательства в промышленности связана с тем, что создаваемое технологическое решение должно быть доведено до стадии производства и коммерческой реализации. Поэтому в процессе его разработки возникают риски, выражающиеся в вероятности того, что новые характеристики решения, технологии, продукта окажутся недостаточными для достижения положительного экономического результата на рынке. Речь идет об инженерно-технологических рисках, которые в исследовании рассматриваются как вероятность отклонения заданных параметров нового или усовершенствованного инженерно-технологического решения и связанного с ним производственного процесса от значений, обеспечивающих производственную воспроизводимость решения и достижение положительного экономического результата. Библиографический анализ распределения исследований, посвященных

инженерно-технологическим рискам, позволит установить степень представленности данных рисков в научной дискуссии.

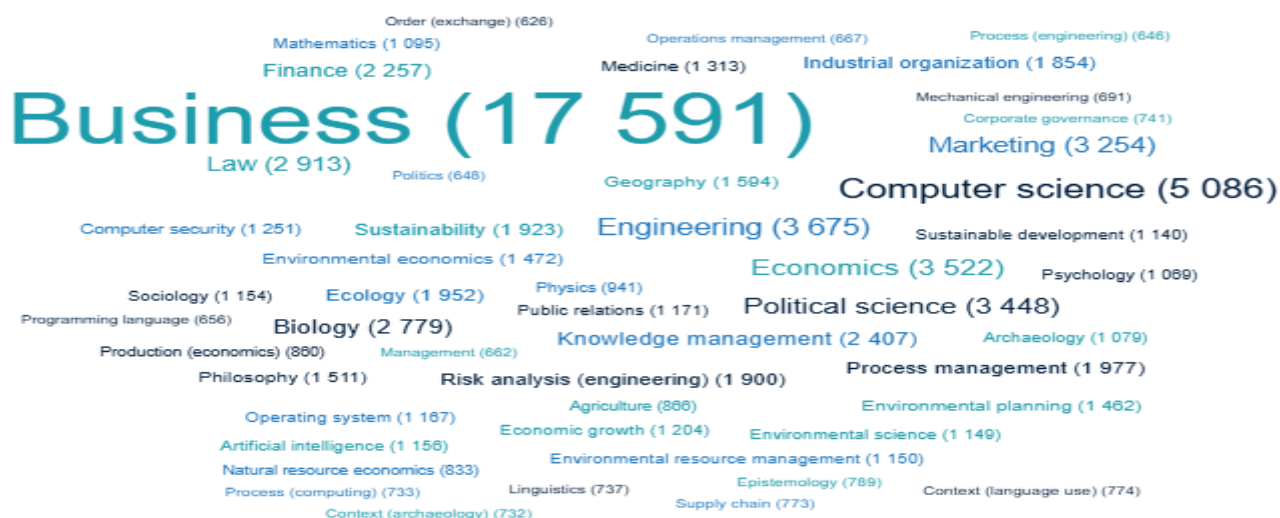


Рисунок 1.8. Распределение публикаций по областям исследования по запросу «methods for assessing engineering and technological risks»¹²⁷

Анализ распределения публикаций по научным областям по запросу «methods for assessing engineering and technological risks» (рисунок 1.8) демонстрирует, что наибольшая доля исследований сосредоточена в области Business (17 591), далее следуют Computer Science (5 086), Engineering (3 675), Economics (3 522).

Сопоставление полученного распределения публикаций позволяет выявить фрагментацию исследований. Технологические риски рассматриваются в инженерных, управленческих и экономических областях. В условиях технологического предпринимательства в сфере промышленности, где технические параметры решения влияют на его экономический эффект, возникает потребность в разработке комплексного метода оценки инженерно-технологических рисков. Исследуя развитие технологического

¹²⁷ Распределение публикаций по областям исследования по запросу «methods for assessing engineering and technological risks» [Электронный ресурс] // Lens.org. – URL: https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=methods%20for%20assessing%20engineering%20and%20technological%20risks&p=0&n=10&rs=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&preview=true&stemmed=true&useAuthorId=false&fieldOfStudy.must=Business&publishedYear.from=2000&publishedYear.to=2026 (дата обращения: 07.02.2026).

предпринимательства как вида деятельности, связанного с процессами принятия и реализации управленческих решений, следует отметить, что фокус предметного анализа смещается на деятельность субъектов технологического предпринимательства по оценке инженерно-технологических рисков как одного из факторов, побуждающих к улучшению технологического решения.

Поскольку технологическое предпринимательство в промышленности связано с высокими рисками и необходимостью принятия решений на ранних стадиях развития технологического решения, возникает вопрос о том, какие методы уже используются в практике оценки рисков. Обращение к существующим методам оценки позволяет установить, в какой мере они учитывают специфику рисков технологического предпринимательства в промышленности. К числу таких методов относится венчурная оценка, применяемая к компаниям, характеризующимся высоким уровнем риска.

Метод венчурного капитала, разработанный У. Салманом¹²⁸, применяется для определения постинвестиционной оценки компании на ранней стадии развития. Метод основывается на прогнозировании стоимости компании на момент продажи инвестором своей доли и дисконтировании этой величины с учетом требуемой нормы доходности фонда, отражающей высокий уровень риска венчурных вложений. Развитием данного метода является First Chicago Method¹²⁹, предусматривающий расчет стоимости компании в базовом, оптимистическом, пессимистическом сценариях с последующим взвешиванием полученных результатов по вероятностям их реализации. Стоимость компании определяется как сумма приведенной стоимости ожидаемых денежных потоков и стоимости компании на момент продажи доли инвестором в каждом сценарии. Модифицированный метод дисконтированных денежных потоков¹³⁰ направлен на

¹²⁸ Sahlman W.A. The Structure and Governance of Venture-Capital Organizations // Journal of Financial Economics. – 1990. – Vol. 27, no. 2. – P. 473–521.

¹²⁹ Montani D., Gervasio D., Pulcini A. Startup Company Valuation: The State of Art and Future Trends // International Business Research. – 2020. – Vol. 13, No. 9. – P. 31-45. – DOI: 10.5539/ibr.v13n9p31.

¹³⁰ Montani D., Gervasio D., Pulcini A. Startup Company Valuation: The State of Art and Future Trends // International Business Research. – 2020. – Vol. 13, No. 9. – P. 31-45. – DOI: 10.5539/ibr.v13n9p31.

прогнозирование денежных потоков через сценарное моделирование будущего развития. Риск оценивается исходя из отраслевых бета-коэффициентов сопоставимых компаний и корректируется с учетом уровня диверсификации инвестора и стадии развития проекта. Дополнительно вводятся поправки на вероятность выживания компании и зависимость бизнеса от ключевых фигур. Метод реальных опционов¹³¹ направлен на инвестиционный анализ в условиях неопределенности. В рамках данного подхода инвестиционные решения принимаются поэтапно: по мере поступления новой информации корректируется траектория реализации технологического решения. Стоимость предприятия определяется как сумма стоимости текущей деятельности и портфеля реальных опционов, отражающих будущие возможности развития.

В практике раннего венчурного инвестирования применяются упрощенные методы, к числу которых относится «Rule of Thirds»¹³². Данный метод строится на основе декомпозиции структуры капитала компании на три группы участников: основателей, инвесторов и менеджеров. Исходя из предположения о равном распределении долей, постинвестиционная оценка компании определяется как утроенная величина инвестиционного капитала. Таким образом, если инвестор приобретает одну треть капитала, оценка компании принимается равной тройному размеру вложений. Также бизнес-ангелами применяется метод Berkus¹³³, основанный на оценке компании по следующим факторам: наличие бизнес-идеи, прототипа, компетентной команды, партнерств, начальных продаж. Каждому фактору присваивается денежная оценка, после чего определяется стоимость компании. Также применяется метод суммирования факторов риска¹³⁴, используемый для оценки компании на стадии до получения выручки. На первом этапе определяется ее стоимость до привлечения инвестиций в аналогичном секторе и регионе. Далее данная величина корректируется с учетом набора

¹³¹ Там же.

¹³² Там же.

¹³³ Там же.

¹³⁴ Там же.

специфических рисков компании. Каждому фактору присваивается положительная или отрицательная поправка, отражающая его влияние на стоимость компании.

Таким образом, венчурные методы ориентированы на оценку стоимости компании, финансовых показателей, структуры сделки, доли инвестора. Технологические стороны деятельности компании отражены косвенно через изменения ставки дисконтирования, инвестиционных условий. При этом отсутствует декомпозиция рисков промышленного производства, включая устойчивость технологических параметров и вероятность отклонения производственного процесса от заданных характеристик при переходе от прототипа к серийному выпуску. Как продемонстрировано в параграфе 1.2, технологическому предпринимательству в промышленности присущи специфические риски, связанные с технологической устойчивостью, деградацией оборудования, несинхронностью готовности производственных подсистем, рассогласованием производственного и финансового циклов и инфраструктурными ограничениями. В связи с этим при отсутствии количественной оценки данных рисков финансовые расчеты основываются на допущении достижимости запланированных производственных параметров, что потенциально приводит к завышению инвестиционной оценки проекта.

Недостаточный учет инженерно-технологических рисков в рамках венчурных методов оценки обуславливает необходимость обращения к иным методам оценки риска¹³⁵. Данные методы и модели структурированы по типу используемых данных и по применимости к стадиям развития компаний, занимающихся разработкой технологических решений в промышленности, поскольку структура рисков меняется по мере развития. Для ранних стадий развития технологических компаний характерна ситуация ограниченной наблюдаемости рисков, то есть отсутствие финансовых показателей, статистики отказов технологий и иных эмпирических данных. В таких условиях применяются

¹³⁵ Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска ГОСТ р 58771-2019 // Контур Норматив. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=398736> (дата обращения: 13.04.2025).

полуколичественные подходы, позволяющие получить первичную оценку и ранжирование рисков на основе экспертных суждений. К ним относятся матрицы «вероятность-последствия», балльные шкалы, экспертные заключения, метод Дельфи. Так, в работе L.A. Cox демонстрируется¹³⁶, что риск-матрицы, основанные на категоризации вероятности и последствий, при переводе непрерывных величин в дискретные классы рисков могут приводить к искажению сравнений и ошибкам ранжирования. Таким образом, риск-матрицы требуют проверки и количественной детализации и могут использоваться в качестве метода экспресс-скрининга рисков.

В монографии R.M. Cooke¹³⁷ экспертное мнение рассматривается как форма субъективной вероятности. При этом подход R.M. Cooke заключается в том, что экспертная оценка должна быть организована как измеримая процедура, в рамках которой качество экспертов сопоставляется на основе применяемых правил оценивания. В работе A. O'Hagan¹³⁸ подчеркивается, что элицитация экспертной информации должна выражать знание в форме распределения вероятностей, а не в виде вербальной оценки. В исследовании H. A. Linstone и M. Turoff¹³⁹ рассматривается метод Дельфи, определяемый авторами как метод структурирования групповой коммуникации при решении сложных задач. В части оценки рисков данный метод целесообразно использовать для создания перечня факторов риска.

По мере перехода от первичной идентификации рисков к задачам отбора проектов возникает необходимость сопоставлять альтернативы по нескольким направлениям. В таких условиях актуальны многокритериальные методы

¹³⁶ Cox L.A. What's wrong with risk matrices? // Risk Analysis. – 2008. – Vol. 28, No. 2. – P. 497 - 512. – DOI: 10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x.

¹³⁷ Cooke R.M. Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science // Oxford University Press. – 1991. – 336 p.

¹³⁸ O'Hagan A. Expert Knowledge Elicitation: Subjective but Scientific // The American Statistician. – 2019. – Vol. 73(1). – P. 69–81. – DOI: 10.1080/00031305.2018.1518265.

¹³⁹ Linstone H. A., Turoff M. The Delphi Method Techniques and Applications [Электронный ресурс]. – 2002. – 12 p. – URL: <https://files.pca-cpa.org/pcadocs/2017-06/8.%20Ukraine%20-%20Reply%20-%20Exhibits/8.%20Ukraine%20-%20Reply%20-%20Exhibits/UA-740.pdf> (дата обращения: 19.06.2025).

поддержки принятия решений (MCDA)¹⁴⁰, позволяющие сравнивать альтернативы по критериям, включающим количественные и качественные показатели. Многокритериальный анализ принятия решений включает декомпозицию целей, альтернатив и системы критериев; определение шкал и показателей; установление весов критериев; агрегирование оценок и анализ чувствительности. В рамках MCDA выделяют следующие методы. Во-первых, компенсационные методы, предполагающие агрегирование по принципу взвешенной свертки. Во-вторых, outranking-методы, основанные на построении отношений предпочтения между альтернативами с учетом порогов различимости и возможной несопоставимости, что позволяет снижать эффект полной компенсации и учитывать ограничения по отдельным критериям риска.

Однако результат ранжирования зависит от неопределенности исходных параметров и допущений модели (оценок и весов критериев). Поэтому для количественного описания неопределенности и проверки устойчивости выводов применяются имитационные методы. Первый из них – метод Монте-Карло¹⁴¹, в рамках которого неопределенные входные параметры (объем спроса, сроки вывода продукта, себестоимость и т.д.) задаются вероятностными распределениями, после чего производится выборочное моделирование. Важным дополнением к Монте-Карло является анализ чувствительности¹⁴², который решает задачу выявления факторов, формирующих риск-профиль проекта. Также существует локальная чувствительность (изменение результата при вариации одного параметра при фиксированных остальных) и глобальная чувствительность, ориентированная на оценку вклада входных параметров в вариацию выхода по всему диапазону неопределенности. В рамках глобального анализа чувствительности применяются

¹⁴⁰ Multi-criteria analysis: a manual [Электронный ресурс] // Department for Communities and Local Government. – 2009. – 168 p. – URL: https://eprints.lse.ac.uk/12761/1/Multi-criteria_Analysis.pdf (дата обращения: 19.06.2025).

¹⁴¹ Raychaudhuri S. Introduction to Monte-Carlo simulation [Электронный ресурс] // Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. – 2008. – P. 91 – 100. – URL: <https://www.informs-sim.org/wsc08papers/012.pdf> (дата обращения: 19.06.2025).

¹⁴² Zhang X.Y, Trame M.N, Lesko L.J, Schmidt S. Sobol Sensitivity Analysis: A Tool to Guide the Development and Evaluation of Systems Pharmacology Models // CPT Pharmacometrics Syst Pharmacol. – 2015. – Vol. 4, № 2. – P. 69-79. – DOI: 10.1002/psp4.6.

индексы Соболя, позволяющие количественно оценить вклад отдельных факторов и их взаимодействия в дисперсию результата и тем самым определить, какие параметры требуют приоритетного уточнения для снижения общей неопределенности.

Отдельную группу составляют методы, ориентированные на технические отказы и выявление причинно-следственных цепочек, что важно для промышленных стартапов. Данные инженерные методы анализируют производственный процесс, тем самым позволяя выявлять и структурировать технические источники риска на уровне изделия, подсистем и технологических операций. К данным методам относятся FMEA/FMECA¹⁴³ и FTA¹⁴⁴. Анализ видов и последствий отказов (FMEA) – это структурированная процедура выявления потенциальных отказов элементов системы, установления их причин и последствий, а также определения мероприятий по предотвращению, обнаружению отказов. Анализ дерева неисправностей (FTA), напротив, является дедуктивным методом: анализ начинается с заданного нежелательного исхода и далее строится графическая модель причин и их комбинаций.

Особое направление составляют вероятностные модели, которые позволяют формализовать неопределенность и обновлять оценки по мере поступления новой информации. Примеры таких решений представлены в работе Л.Н. Смирновой¹⁴⁵, в которой предложен подход к оценке рисков, основанный на сочетании теории нечетких множеств и байесовских сетей. Теория нечетких множеств позволяет формализовать неопределенность исходных данных и учесть размытость границ между различными состояниями проекта. Байесовские сети, в свою очередь,

¹⁴³ Failure modes and effects analysis [Электронный ресурс] // International Electrotechnical Commission. – 2018. – 15 р. – URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/21903/331059ef02794b548d049d58b18e456f/IEC-60812-2018.pdf> (дата обращения: 21.06.2025).

¹⁴⁴ Fault tree analysis (FTA) [Электронный ресурс] // International Electrotechnical Commission. – 2006. – 108 р. – URL: <https://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2016/04/IEC-61025-FTA.pdf> (дата обращения: 22.06.2025).

¹⁴⁵ Смирнова Л. Н. Оценка рисков инновационного проекта с применением теории нечетких множеств и байесовских сетей // Торговля, сервис, индустрия питания. – 2023. – № 3(2). – С. 184-193.

обеспечивают вероятностное моделирование причинно-следственных связей и возможность формирования прогнозов при поступлении новой информации. Но представленный подход имеет ограничения. В первую очередь, при использовании нечетких множеств необходимо корректно определять функции принадлежности. Во-вторых, необходим большой объем данных для байесовских сетей при построении структуры и задания условных вероятностей. Также использование данных методов предполагает высокую сложность вычислений и необходимость специального программного обеспечения.

В исследовании А.В. Рубцова и соавторов по государственно-частному партнерству¹⁴⁶ рассматривается применение байесовского подхода к оценке рисков на этапе планирования инфраструктурных проектов. В отличие от подхода Л.Н. Смирновой, сочетающего нечеткие множества и байесовские сети для оценки инновационных проектов, здесь внимание сосредоточено на распределении рисков между государством и бизнесом. Таким образом, оба метода используют вероятностные инструменты, но различаются по фокусу. Модель Смирновой ориентирована на математическую обработку неопределенности инновационной среды, а подход А.В. Рубцова и соавторов демонстрирует интеграцию байесовского анализа в механизм распределения ответственности и финансовых рисков.

Применение байесовских сетей к прогнозированию и анализу операционных ИТ-рисков представлено в работе Г.С. Петросяна¹⁴⁷. В отличие от моделей Л.Н. Смирновой и А.В. Рубцова и соавторов данное исследование демонстрирует практическую реализацию вероятностных моделей на микроуровне деятельности организации. Совокупный ущерб от ИТ-риска рассматривается в качестве выходного узла байесовской сети, на который влияют количество пропущенных

¹⁴⁶ Рубцов А.В., Левшина В.В., Храмова Л.Н., Мамаева С.В., Храмов И.В., Мальцева М.В. Байесовский подход в оценке рисков проектов государственно-частного партнерства // Фундаментальные исследования. – 2020. – № 11. – С. 157-161. – DOI 10.17513/fr.42891.

¹⁴⁷ Петросян Г. С. Прогнозирование и анализ операционных ИТ-рисков с использованием байесовских сетей // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2018. – № 2 (98) – С. 154-160. – DOI: 10.21686/2413-2829-2018-2-154-160.

дефектов, уровень квалификации специалистов по результатам тестирования и применяемые методики контроля качества. Построение модели основано на использовании статистических распределений, среди которых распределение Пуассона применяется для оценки числа дефектов, биномиальное распределение для вероятности их пропуска и гамма-распределение для расчета возможных потерь. Сеть формируется как на основе эмпирических данных, так и с привлечением экспертных оценок, что обеспечивает баланс между объективными наблюдениями и профессиональными суждениями. Реализация модели осуществлена в программной среде RStudio с применением инструмента AgenaRisk, что позволило провести расчет операционной стоимости риска.

В исследовании К.Э. Григорьева с соавторами рассматривается подход к управлению рисками, возникающими на станциях сети сотовой связи¹⁴⁸. В основе подхода лежат данные мониторинга оборудования и аварийные сообщения, генерируемые базовыми станциями WCDMA Nokia. Структура сети строится на вероятностных зависимостях между техническими параметрами: температурой, зарядом аккумуляторных блоков, уровнем трафика, сигналами датчиков неисправности. Реализация модели в программной среде обеспечивает возможность проведения имитационного моделирования, расчета апостериорных вероятностей, а также анализа чувствительности для выявления критических узлов системы. Особенностью подхода является интеграция с REST-API, обеспечивающая обмен данными с эксплуатационными системами и потоковую актуализацию апостериорных вероятностей.

В исследовании иранских ученых M.R. Valaei, V. Khodakarami¹⁴⁹ предложена многомерная концептуальная модель оценки жизненного цикла технологических стартапов, основанная на применении экспертно-конструированных байесовских

¹⁴⁸ Григорьев К. Э., Канев В. С., Полетайкин А. Н. Интегрированная с API байесовская модель управления рисками на базовых станциях сотовой связи // Вестник СибГУТИ. – 2024. – Т. 18, № 4. – С. 62–76. – DOI: 10.55648/1998-6920-2024- 18-4-62-76.

¹⁴⁹Valaei M., Khodakarami V. A New Multi-Dimensional Framework for Start-Ups Assessment Using Bayesian Networks // Journal Risk and Financial Management. – 2023. – № 16 (2):88. – DOI: 10.3390/jrfm16020088.

сетей. Модель интегрирует исторические данные, экспертные суждения и характеристики стартапов с целью прогнозирования вероятности дефолта на этапах их развития. Дополнительно модель обеспечивает ранжирование факторов риска, релевантных для каждой стадии жизненного цикла стартапа. Для проверки результативности модели используется ROC-анализ в задачах оценки выживания стартапов.

В исследовании Silva Junior с соавторами¹⁵⁰ была предпринята попытка систематизации рисков, с которыми сталкиваются инвесторы стартапов, посредством применения методов ассоциативного анализа данных. Авторами реализован алгоритм Apriori для выявления зависимостей между различными категориями рисков, что позволило выделить ряд групп: внешние, внутренние, человеческие, капитальные факторы. Применение данного алгоритма обеспечивает возможность классифицировать риски по типам.

В статье M. Akhavan с соавторами предложена модель оценки рисков технологических стартапов, построенная на основе байесовских сетей¹⁵¹. Использование байесовских сетей позволило формализовать неопределенность и отразить вероятностный характер взаимосвязи между факторами, влияющими на чистую приведенную стоимость. Особенность предложенной модели заключается в ее способности обеспечивать обновление оценок при поступлении новых данных и учитывать множественность сценариев развития. Иной подход представлен в исследовании R. Schulte, в котором магистральной темой стала разработка теоретического фреймворка «learning-oriented risk management»¹⁵². В его основе лежат принципы бережливого производства в системе риск-менеджмента

¹⁵⁰ Silva Junior C.R., Siluk J.C. M., Neuenfeldt-Junior A.L., Francescatto M.B., Michelin C. de F. Mapping Risks Faced by Startup Investors: An Approach Based on the Apriori Algorithm // *Risks*. – 2023. – Vol. 11, no. 10. – 19 p. – DOI: 10.3390/risks11100177.

¹⁵¹ Akhavan M., Sebt M.V., Ameli M. Risk assessment modeling for knowledge based and startup projects based on feasibility studies: A Bayesian network approach // *Knowledge-Based Systems*. – 2021. – Vol.227. – 16 p. – DOI: 10.1016/j.knosys.2021.106992.

¹⁵² Schulte R. New venture risk management: Theoretical framework and research perspectives // *Journal of the International Council for Small Business*. – 2025. – Vol. 6., No. 4. – P. 639 – 658. – DOI: 10.1080/26437015.2024.2448982.

стартапов. Метод предполагает приоритизацию и ранжирование рисков по их критичности и концентрацию ресурсов на наиболее существенных угрозах.

Рассмотренные методы и модели различаются по границам объекта оценки: венчурные методы ориентированы на компанию или проект как объект инвестирования и позволяют оценивать стоимость бизнеса;

—полуколичественные и многокритериальные методы обеспечивают первичную идентификацию, структурирование и ранжирование рисков;

—инженерные методы позволяют выявлять источники технических отказов на уровне изделия;

—вероятностные методы применяются для оценки вероятности наступления рисков событий.

Дополнительно сравнительный анализ отечественных и зарубежных исследований позволил выделить несколько особенностей. Прежде всего, это использование вероятностных моделей, основанных на байесовских сетях. Второй особенностью является сочетание математических моделей с экспертными оценками. Существенным элементом большинства подходов выступает использование экспертных суждений, которые выполняют функцию калибровки параметров. Внимание заслуживает использование цифровых инструментов и программ для имитационного моделирования в управленческой практике.

Вместе с тем ни один из рассмотренных методов и моделей не ориентирован на комплексную оценку рисков технологического решения. Следовательно, инструмент оценки рисков технологического решения должен быть ориентирован на декомпозицию инженерно-технологических рисков. Кроме того, инструмент должен обеспечивать динамическое обновление вероятностей по мере появления новых данных, учитывать различия факторов по критичности последствий и сложности их выявления.

В этой связи автором предложен инструмент TSSL (Technology Solution Survival Level) – уровень выживаемости технологического решения, который интегрирует вероятностные и экспертные методы анализа рисков в единую модель. Под уровнем выживаемости технологического решения определяется способность

технологического решения сохранять статус приоритетного варианта среди аналогичных решений при прохождении последовательных этапов отбора на уровнях TRL 4, TRL 6, TRL 8.

Подход к разработке инструмента TSSL опирается на методологию TPRL (Technology Project Readiness Level), предназначенную для комплексной оценки готовности научно-технологического проекта по нескольким направлениям: технологическая готовность, инженерная готовность, организационная готовность, преимущества и риски, рыночная готовность и коммерциализация¹⁵³. В рамках исследования положения TPRL были переосмыслены применительно к задаче количественной оценки рисков технологического решения. При этом в качестве поэтапных ориентиров отбора были использованы уровни технической готовности TRL. В совокупности методология TPRL помогает определить уровень готовности проекта по уровням зрелости, а инструмент TSSL обеспечивает вероятностную оценку факторов, способных препятствовать достижению готовности. Иными словами, TPRL отвечает на вопрос «на каком уровне находится проект», тогда как TSSL – «какова вероятность провала при текущем уровне рисков на определенном этапе TRL».

Для технологического решения характерна ситуация, когда часть инженерно-технологических рисков проявляется не сразу, а по мере накопления фактических данных (результаты опросов, пилотов, первых продаж, аудитов и иных наблюдений). Поэтому оценка рисков технологического решения должна предусматривать обновление вероятностей рисков при поступлении новых данных и учитывать критичность последствий, а также сложность выявления рисков. В предлагаемом подходе данная задача решается через объединение байесовского обновления вероятностей и Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), где риски оцениваются и ранжируются. FMEA используется для выявления возможных видов отказов, анализа их причин и последствий, а также ранжирования по степени

¹⁵³ Петров А. Н., Комаров А. В. Оценка уровня технологической готовности конкурсных заявок с использованием методологии TPRL // Экономика науки. – 2020. – Т. 6. № 1–2. С. 88–99. – DOI: 10.22394/2410-132X-2020-6-1-2-88-99.

критичности (severity), вероятности возникновения (occurrence) и обнаруживаемости (detection)¹⁵⁴. В рамках TSSL метод FMEA применяется для декомпозиции инженерно-технологических рисков, выраженных в виде потенциальных отказов технологического решения или производственного процесса. Полученные оценки отказов используются в качестве параметров для байесовского обновления вероятностей, что связывает результаты инженерного анализа с количественной оценкой риска недостижения технологическим решением заданных производственных параметров.

Выбор априорных вероятностей в рамках байесовского подхода на ранних стадиях разработки технологического решения осложняется ограниченностью доступной информации. В условиях отсутствия эмпирических данных используются слабоинформативные априорные распределения, отражающие исходное состояние неопределенности и отсутствие обоснований для предпочтения одной гипотезы другой. В частности, при недостатке статистики априорная вероятность риска может задаваться на основе принципа индифферентности либо в форме симметричных распределений, обеспечивающих исходную оценку¹⁵⁵. По мере накопления результатов испытаний, пилотных внедрений и наблюдений за производственными процессами влияние априорных предположений на апостериорные оценки снижается, а вероятность риска определяется фактическими данными. В рамках TSSL априорные вероятности основываются на статистике отказов аналогичных технологий, результатах испытаний, опросов, частоте наблюдаемых событий. Таким образом, априорная вероятность подлежит последовательному уточнению по мере получения новых данных.

Уровень выживаемости технологического решения (TSSL) включает совокупность показателей, позволяющих оценить каждый фактор риска технологического решения. Показатели априорной вероятности P^0 , наблюдаемого

¹⁵⁴ Snee R.D, Rodebaugh W.F. Failure Modes and Effects Analysis // ResearchGate. – 2007. – 6 p.

¹⁵⁵ McElreath R. Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan // Boca Raton: CRC Press. – 2020. – 612 p. – DOI: 10.1201/9780429029608.

свидетельства E , правдоподобия $P(E|A)$ и $P(E|\neg A)$ ¹⁵⁶, апостериорной вероятности P^1 относятся к байесовскому методу. Показатели воздействия I , сложности обнаружения D , номер приоритета риска RPN относятся к методу FMEA. Весовой коэффициент w , нормированная оценка риска r , взвешенный вклад риска v , а также сценарные значения вероятности риска используются для агрегирования отдельных факторов риска и формирования итоговой оценки выживаемости технологического решения.

Априорная вероятность P^0 отражает исходную оценку актуальности риска до учета новых данных. Наблюдаемое свидетельство E фиксирует факт, влияющий на оценку риска: результаты испытаний, пилотного внедрения или иную информацию. Правдоподобия $P(E|A)$ и $P(E|\neg A)$ показывают вероятность наблюдения данного свидетельства при наличии и отсутствии риска. Апостериорная вероятность P^1 отражает уточненную вероятность актуальности риска после учета свидетельства.

Однако уточненная вероятность $P^1 = P(A|E)$ недостаточна для комплексной оценки риска, поскольку риски с одинаковой вероятностью могут существенно различаться по ущербу и по сложности обнаружения. Поэтому TSSL опирается на метод FMEA, где риски ранжируются по тяжести последствий (severity/impact), вероятности появления (occurrence), обнаружения (detection), а приоритет задается через Risk Priority Number (RPN). В FMEA показатель RPN задается произведением ранговых оценок severity, occurrence, detection используемых для выделения первоочередных факторов риска¹⁵⁷.

В TSSL параметр «occurrence», отражающий вероятность возникновения риска, заменяется апостериорной вероятностью P^1 , рассчитываемой по теореме Байеса. Далее вводятся: I – оценка воздействия риска на технологическое решение

¹⁵⁶ Vellaisamy P. Lecture 3: Conditional Probability and Bayes Theorem [Электронный ресурс] // Michigan State University. – URL: <https://stt.msu.edu/Academics/ClassPages/uploads/US19/351-101/Lecture-03.pdf> (дата обращения: 27.06.2025).

¹⁵⁷ FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) [Электронный ресурс] // University of Cambridge. Institute for Manufacturing. – URL: <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dmg/tools-and-techniques/fmea-failure-modes-and-effects-analysis/> (дата обращения: 13.08.2025).

(аналог severity) и D – оценка сложности обнаружения риска, соответствующая detection. Оба показателя задаются по шкале от 1 до 10. Весовой коэффициент w отражает относительную значимость фактора риска. Показатель RPN используется для определения приоритетности риска, нормированная оценка r переводит значение риска в диапазон $[0;1]$, а v отражает итоговый взвешенный вклад фактора риска в агрегированный риск технологического решения.

Расчет TSSL начинается с определения наблюдаемого свидетельства E_i , отражающего фактические данные о проявлении i -го фактора риска (результаты исследований, пилотных внедрений, метрик продукта, договорной экспертизы и др.).

Каждый фактор риска трактуется как бинарная гипотеза: A_i – риск актуален для технологического решения, и $\neg A_i$ – риск неактуален. После определения наблюдаемого свидетельства E_i задается априорная вероятность:

$$P_i^0 = P(A_i), P_i^0 \in [0,1]. \quad (1)$$

Априорная вероятность P_i^0 отражает исходную оценку актуальности риска до учета наблюдаемого свидетельства E_i . Такая постановка соответствует методу байесовского обновления вероятностей «prior - posterior»¹⁵⁸.

Для последующего использования наблюдаемого свидетельства E_i в байесовском обновлении оно интерпретируется через пороговые уровни нормального и критического состояния фактора риска по формуле линейного нормирования min-max¹⁵⁹. Для каждого фактора риска задаются два значения:

E_i^{norm} – значение, соответствующее нормальному состоянию фактора риска;

E_i^{crit} – значение, соответствующее критическому состоянию фактора риска.

$$t_i = \left(\frac{E_i - E_{norm,i}}{E_{crit,i} - E_{norm,i}} \right). \quad (2)$$

¹⁵⁸ Vellaisamy P. Lecture 3: Conditional Probability and Bayes Theorem [Электронный ресурс] // Michigan State University. – URL: <https://stt.msu.edu/Academics/ClassPages/uploads/US19/351-101/Lecture-03.pdf> (дата обращения: 27.06.2025).

¹⁵⁹ Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide [Электронный ресурс] // European Union. – URL: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/jrc47008_handbook_final.pdf (дата обращения: 12.10.2025).

Если значение t_i выходит за пределы интервала $[0;1]$, оно ограничивается данным диапазоном. При $t_i = 0$ наблюдаемое значение соответствует нормальному состоянию фактора риска, при $t_i = 1$ – критическому состоянию.

Если один из факторов риска характеризуется несколькими наблюдаемыми событиями, для дальнейшего расчета используется наиболее критическое значение:

$$t_i = \max(t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ik}). \quad (3)$$

Далее показатель t_i используется для определения правдоподобий $P(E_i | A_i)$, $P(E_i | \neg A_i)$. Правдоподобия задаются через диапазон вероятностей от 0,1 до 0,9:

$$P(E_i | A_i) = 0,1 + 0,8t_i, \quad P(E_i | \neg A_i) = 0,9 - 0,8t_i. \quad (4)$$

Использование диапазона от 0,1 до 0,9 позволяет избежать крайних значений 0 и 1, при которых наблюдаемое свидетельство полностью исключало бы одну из гипотез. Значение 0,1 соответствует минимальной вероятности наблюдения события, значение 0,9 – максимальной вероятности наблюдения события, а коэффициент 0,8 отражает ширину используемого диапазона вероятностей. Таким образом, чем выше значение t_i , тем более характерным наблюдаемое свидетельство становится для гипотезы о наличии актуального риска A_i , и тем менее характерным – для гипотезы об отсутствии риска $\neg A_i$. Для вычисления апостериорной вероятности $P(A_i | E_i)$, необходим нормирующий множитель $P(E_i)$. Для бинарной гипотезы $(A_i, \neg A_i)$ вероятность наблюдения E_i раскладывается по закону полной вероятности:

$$P(E_i) = P(E_i | A_i) \cdot P(A_i) + P(E_i | \neg A_i) \cdot P(\neg A_i), \quad (5)$$

где $P(\neg A_i) = 1 - P(A_i)$ ¹⁶⁰.

Подставляя разложение $P(E_i)$ в теорему Байеса, получаем апостериорную вероятность актуальности риска:

¹⁶⁰ Vellaisamy P. Lecture 3: Conditional Probability and Bayes Theorem [Электронный ресурс] // Michigan State University. – URL: <https://stt.msu.edu/Academics/ClassPages/uploads/US19/351-101/Lecture-03.pdf> (дата обращения: 27.06.2025).

$$P^1 = P(A_i | E_i) = \frac{P(E_i | A_i)P^0}{P(E_i | A_i)P^0 + P(E_i | \neg A_i)(1 - P^0)}^{161} \quad (6)$$

Полученная апостериорная вероятность P^1 отражает уточненную вероятность актуальности риска после учета наблюдаемого свидетельства E_i .

Дополнительно предусматриваются сценарные значения апостериорной вероятности риска. Сценарный расчет выполняется путем изменения априорной вероятности P_i^0 при неизменных значениях E_i , t_i , $P(E_i | A_i)$, $P(E_i | \neg A_i)$. Для этого задаются три сценария: $P_{i,low}^0$, $P_{i,base}^0$, $P_{i,high}^0$. Для каждого сценария рассчитывается апостериорная вероятность по теореме Байеса.

Далее определяется приоритет фактора риска. Используемый показатель RPN^{162} , применяемый в FMEA, адаптирован: вместо экспертной оценки вероятности возникновения риска применяется апостериорная вероятность. В адаптированном виде показатель рассчитывается следующим образом:

$$RPN_i = P_i^1 \cdot I_i \cdot D_i, \quad (7)$$

где P_i^1 – апостериорная вероятность i -го риска, I_i – воздействие риска, D_i – сложность его обнаружения.

Поскольку при $I_i, D_i \leq 10$ значение RPN_i имеет верхнюю границу 100, для агрегирования вводится нормированная оценка риска:

$$r_i = \frac{RPN_i}{100}. \quad (8)$$

Весовой коэффициент w_i определяется путем нормирования значения воздействия риска I_i по сумме значений воздействия всех рассматриваемых рисков событий:

$$w_i = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (9)$$

Затем рассчитывается взвешенный вклад рисков события:

¹⁶¹ Vellaisamy P. Lecture 3: Conditional Probability and Bayes Theorem [Электронный ресурс] // Michigan State University. – URL: <https://stt.msu.edu/Academics/ClassPages/uploads/US19/351-101/Lecture-03.pdf> (дата обращения: 27.06.2025).

¹⁶² Kim K. O., Zuo M. J. General model for the risk priority number in failure mode and effects analysis // Reliability Engineering & System Safety. – 2018. – Т.169. – Р. 321-329. – DOI: 10.1016/j.ress.2017.09.010.

$$v_i = w_i \cdot r_i, \quad (10)$$

где w_i – весовой коэффициент i -го фактора риска. Агрегированный риск технологического решения определяется как сумма взвешенных вкладов факторов риска. Агрегирование выполняется по принципу линейной аддитивной свертки, применяющейся в многокритериальной оценке¹⁶³:

$$R_c = \sum_i v_i = \sum_i (w_i \cdot r_i). \quad (11)$$

Показатель выживаемости задается как дополнение до единицы, что соответствует трактовке выживаемости как величины, комплементарной риску отказа:

$$S = 1 - R_c \quad (12)$$

На основе вышеизложенного сформируем таблицу расчета TSSL.

Таблица 1.7

**Таблица расчета уровня выживаемости технологического решения – TSSL
(Technology Solution Survival Level)¹⁶⁴**

Параметры расчета	<i>Prior</i> P^0	<i>Evidence</i> E	$P(E A) /$ $P(E \neg A)$	<i>Posterior</i> P^1	I	D	w	RPN	r_i	v_i	P
Рисковое событие											
Риск 1											
Риск 2											
...											

Заполнение таблицы TSSL осуществляется последовательно. На первом этапе определяется технологическое решение и уровень TRL, на котором проводится оценка. На втором этапе формируется перечень факторов риска, способных повлиять на технические параметры решения. На третьем этапе по каждому фактору риска задается априорная вероятность P^0 , основанная на экспертных оценках, отраслевом опыте, статистике отказов аналогичных технологий или результатах предварительных испытаний.

¹⁶³ Dodgson J. S., Spackman M., Pearman A., Phillips L. D. Multi-Criteria Analysis: A Manual // Department for Communities and Local Government: London. – 2009. – 168 p.

¹⁶⁴ Разработана автором.

Далее по каждому фактору определяется свидетельство E , отражающее новые данные о риске. После этого задаются значения $P(E|A)$ и $P(E|\neg A)$, рассчитывается апостериорная вероятность P^1 , определяются параметры I , D и вес w . Затем последовательно рассчитываются RPN , нормированная оценка риска r , взвешенный вклад v , агрегированный риск R_C и итоговый показатель выживаемости S . Дополнительно в расчетной матрице TSSL предусматриваются сценарные оценки вероятности риска. В столбце «Сценарий Р: низкий, базовый, высокий» определяются три варианта апостериорной вероятности риска: низкий сценарий отражает оптимистическую оценку, базовый сценарий соответствует рассчитанному значению P^1 , высокий сценарий отражает пессимистическую оценку.

Для каждого технологического решения на соответствующем уровне готовности TRL_i , где $i \in \{4, 6, 8\}$, формируется отдельная таблица расчета TSSL. По результатам расчета для каждого технологического решения формируется вектор рисков:

$$TSSL(TS_q^{TRL_i}) = (v_1^{TRL_i}, v_2^{TRL_i}, \dots, v_n^{TRL_i}), \quad (13)$$

где $TSSL(TS_q^{TRL_i})$ – вектор рисков q -го технологического решения на уровне TRL_i , $v_1^{TRL_i}, v_2^{TRL_i}, \dots, v_n^{TRL_i}$ – взвешенные вклады факторов риска. Агрегированный риск технологического решения рассчитывается отдельно как сумма элементов вектора рисков:

$$R_C(TS_q^{TRL_i}) = \sum_i v_i^{TRL_i}. \quad (14)$$

Соответственно, уровень выживаемости технологического решения на данном уровне TRL рассчитывается как:

$$S(TS_q^{TRL_i}) = (1 - R_C(TS_q^{TRL_i})) \cdot 100 \%. \quad (15)$$

Следовательно, показатель S отражает расчетный уровень выживаемости технологического решения на соответствующем уровне TRL.

Динамический характер TSSL проявляется в ходе отбора технологического решения на этапах TRL 4, TRL 6, TRL 8 (рисунок 1.9). На каждом уровне

формируется новая таблица расчета TSSL, поскольку по мере разработки, испытаний, доработки и опытной эксплуатации изменяются наблюдаемые свидетельства E_i , апостериорная вероятность P_i^1 , взвешенные вклады риска v_i , агрегированный риск R_C , уровень выживаемости S . Следует учитывать, что в динамике TRL может изменяться состав факторов риска. Часть рисков, актуальных на уровне TRL 4, может быть устранена к уровню TRL 6 или TRL 8 и далее учитываться со значением $v_i = 0$. Одновременно на последующих уровнях TRL могут возникать новые рисковые события.

Для одного технологического решения по уровням TRL формируется матрица TSSL(TS_q):

$$TSSL(TS_q) = \begin{pmatrix} v_1^{TRL_4} & v_1^{TRL_6} & v_1^{TRL_8} \\ v_2^{TRL_4} & v_2^{TRL_6} & v_2^{TRL_8} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ v_n^{TRL_4} & v_n^{TRL_6} & v_n^{TRL_8} \end{pmatrix}. \quad (16)$$

В строках матрицы отражаются факторы риска, а в столбцах – уровни технологической готовности TRL 4, TRL 6, TRL 8. Матрица позволяет определить, какие риски снижаются по мере доработки технологического решения, а какие сохраняют вклад и продолжают ограничивать переход на следующий уровень TRL.

Изменение отдельного фактора риска между уровнями TRL выражается следующим образом:

$$\Delta v_i^{4 \rightarrow 6} = v_i^{TRL_6} - v_i^{TRL_4}, \quad (17)$$

$$\Delta v_i^{6 \rightarrow 8} = v_i^{TRL_8} - v_i^{TRL_6}. \quad (18)$$

Если $\Delta v_i < 0$, вклад соответствующего фактора риска снижается, что отражает положительную динамику доработки технологического решения. Если $\Delta v_i > 0$, вклад фактора риска увеличивается, что указывает на усиление ограничения.

Итоговая динамика уровня выживаемости технологического решения определяется через изменение показателя S :

$$\Delta S_q^{4 \rightarrow 6} = S(TS_q^{TRL_6}) - S(TS_q^{TRL_4}), \quad (19)$$

$$\Delta S_q^{6 \rightarrow 8} = S(TS_q^{TRL_8}) - S(TS_q^{TRL_6}). \quad (20)$$

Положительное значение ΔS_q означает улучшение положения технологического решения в воронке отбора за счет снижения совокупного риска. Отрицательное значение ΔS_q указывает на ухудшение позиции решения, препятствующее переходу на следующий уровень TRL.

В рамках отбора технологических решений векторы рисков объединяются в матрицу для соответствующего уровня TRL. Например, если на уровне TRL сравниваются три технологических решения TS_1 , TS_2 , TS_3 матрица имеет следующий вид:

$$TSSL = \begin{pmatrix} v_{11}^{TRL_i} & v_{12}^{TRL_i} & \dots & v_{1n}^{TRL_i} \\ v_{21}^{TRL_i} & v_{22}^{TRL_i} & \dots & v_{2n}^{TRL_i} \\ v_{31}^{TRL_i} & v_{32}^{TRL_i} & \dots & v_{3n}^{TRL_i} \end{pmatrix}. \quad (21)$$

В строках матрицы отражаются альтернативные технологические решения, а в столбцах – одинаковые факторы риска. Матрица позволяет определить, какое решение имеет меньшие взвешенные вклады по отдельным факторам риска, а также выявить риски, в наибольшей степени ограничивающие переход технологического решения на следующий уровень TRL. При этом отдельные факторы риска могут иметь повышенную значимость в зависимости от требований отраслевой специфики. Если технологическое решение имеет высокий уровень выживаемости, но при этом один из значимых факторов риска формирует взвешенный вклад v_i , данное решение может быть направлено на доработку до перехода на следующий уровень TRL.

Предпочтение между альтернативными технологическими решениями на уровне TRL_i определяется через проверку Парето-превосходства по факторам риска. Технологическое решение TS_a считается предпочтительным по сравнению с TS_b , если по всем факторам риска его взвешенные вклады не выше, чем у альтернативного решения, и хотя бы по одному фактору ниже:

$$TS_a > TS_b, \text{ если } v_{ai} \leq v_{bi} \forall i, \text{ и } \exists i : v_{ai} < v_{bi}. \quad (22)$$

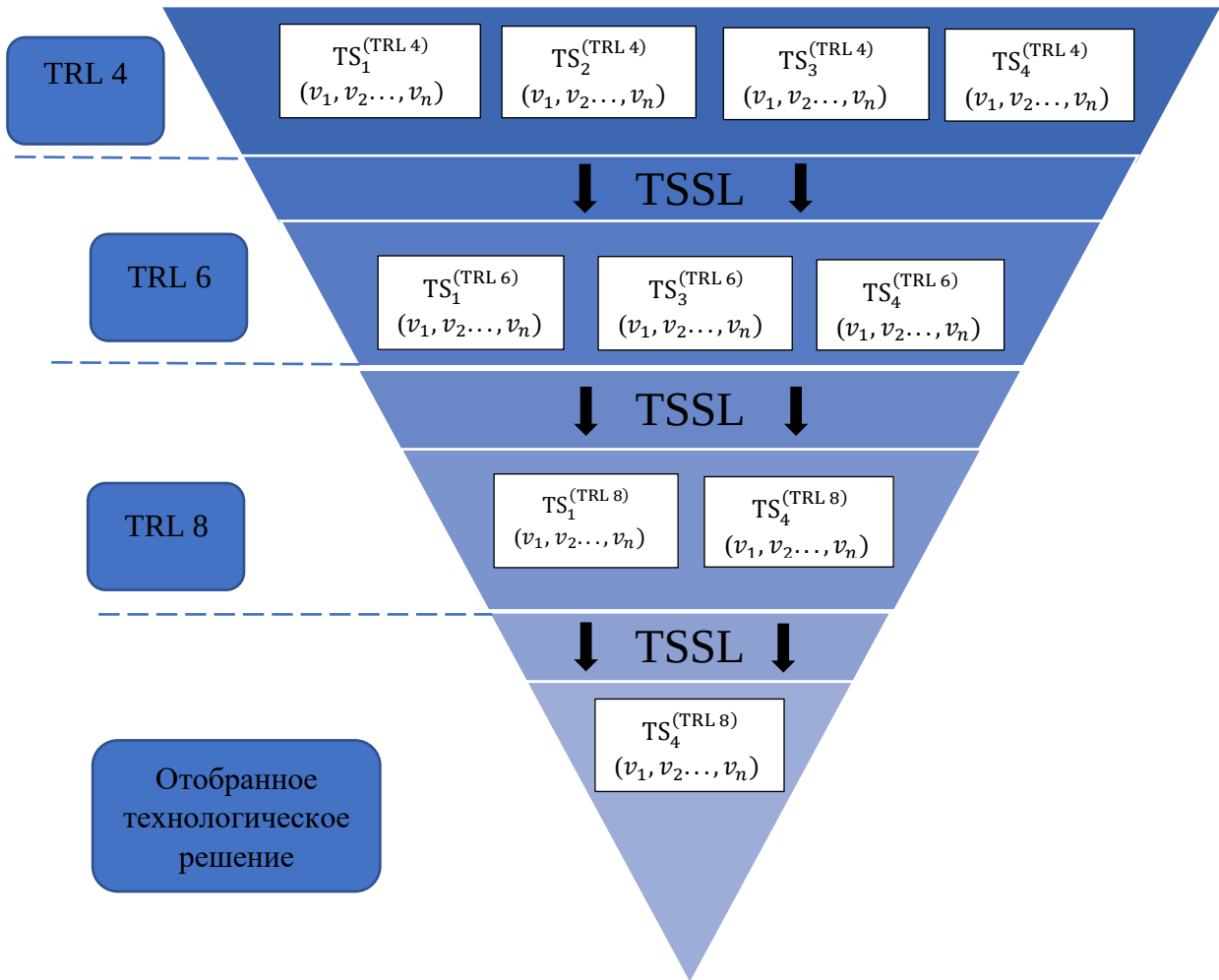


Рисунок 1.9. Механизм отбора технологических решений на этапах TRL 4, TRL 6, TRL 8 на основе TSSL¹⁶⁵

Если среди сравниваемых альтернатив отсутствует решение, доминирующее над остальными по всем факторам риска, выделяется множество недоминируемых технологических решений. Недоминируемым считается такое решение, для которого не существует другой альтернативы, имеющей не более высокие значения взвешенных вкладов риска по всем факторам и более низкое значение хотя бы по одному фактору. Совокупность недоминируемых решений образует Парето-оптимальное множество. Если среди решений Парето-оптимального множества требуется дальнейшее ранжирование, применяется итоговое сравнение по агрегированному риску и уровню выживаемости. Предпочтение получает

¹⁶⁵ Разработан автором.

технологическое решение с меньшим агрегированным риском и большим значением TSSL:

$$TS_a > TS_b, \text{ если } S_a > S_b. \quad (23)$$

Поскольку уровень выживаемости является величиной, комплементарной агрегированному риску, данное условие эквивалентно следующему:

$$TS_a > TS_b, \text{ если } R_{c,a} < R_{c,b}. \quad (24)$$

Итак, TSSL является инструментом оценки рисков, а также элементом механизма отбора технологических решений. Через контрольные точки TRL 4, TRL 6, TRL 8 инструмент TSSL позволяет сопоставить альтернативные решения, формируя воронку отбора, в результате которой определяется решение, обладающее конкурентным преимуществом. Предполагаемый эффект применения TSSL заключается в повышении обоснованности управленческих решений за счет раннего выявления проблемных элементов технологического решения.

Следует отметить ограничения предлагаемого инструмента TSSL. Во-первых, результаты оценки зависят от качества и полноты исходных данных и экспертных оценок. Во-вторых, при расширении числа учитываемых факторов возрастает вычислительная сложность. В-третьих, агрегированный показатель выживаемости отражает лишь внутренние параметры технологического решения. Необходимо подчеркнуть, что TSSL носит вероятностный характер. Низкое значение показателя выживаемости или высокая оценка риска не означают предопределенности неблагоприятного исхода, а отражают вероятность реализации негативного сценария при текущем состоянии параметров и объеме доступной информации. Возможна ситуация, при которой проект с высокой расчетной степенью риска впоследствии демонстрирует успешное развитие. В этом случае речь идет либо о реализации низковоероятного благоприятного сценария, либо об изменении внешних или внутренних условий, не учтенных на момент проведения оценки. Таким образом, TSSL выступает инструментом количественной оценки инженерно-технологических рисков на конкретном этапе развития технологического решения.

Таким образом, в первой главе установлено, что технологическое предпринимательство в промышленности сформировалось как вид предпринимательской деятельности в процессе промышленного развития и смены промышленных революций, а его обособление произошло в условиях третьей промышленной революции. Его становление было обусловлено совокупностью факторов, к числу которых относятся переход от ремесленной деятельности к машинному производству, тиражирование технологий, автоматизация производства, закрепление знаний и управленческих функций в алгоритмах, цифровых моделях и данных. Ключевым условием стало смещение экономической ценности в сторону инженерных и научных решений.

Также установлено, что результатом деятельности технологического предпринимательства в промышленности выступает технологическое решение, доводимое до стадии технической, производственной и коммерческой готовности. Способ создания ценности осуществляется через разработку, испытание, адаптацию, внедрение и коммерциализацию технологии, обладающей новизной. Условиями реализации технологического предпринимательства в промышленности выступают высокая степень неопределенности, риск, капиталоемкость, длительность инвестиционного и производственного циклов, неполнота информации о будущих технических, производственных и коммерческих параметрах создаваемого решения. Средой реализации технологического предпринимательства является промышленная система, включающая производственную инфраструктуру, стандарты, испытательные процедуры, кооперационные связи, институты поддержки и научные организации.

Риск в технологическом предпринимательстве выступает его внутренним элементом, принижающим объект, способ создания ценности, условия и среду реализации. Именно через выявление, оценку и снижение рисков обеспечивается продвижение инженерно-технического решения к стадии промышленного освоения и коммерческой реализации. Следовательно, риски представляют собой ту сторону сущности технологического предпринимательства, через которую государство может воздействовать на его развитие в промышленной сфере.

2. МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКЕ И РАЗВИТИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2.1. Механизмы развития технологического предпринимательства в промышленности: зарубежный опыт и российская практика

Технологическое предпринимательство как вид и направление деятельности проявляется в активности субъектов в условиях рынка и в рамках экономической политики. Данный вид предпринимательства формирует самостоятельную подсистему экономики, являющуюся частью общей системы экономических отношений страны. Для выявления особенностей формирования механизмов развития технологического предпринимательства в рамках национальной экономической политики в исследовании рассматриваются Соединенные Штаты Америки, Израиль, Китай и Индия. Выбор обусловлен тем, что США выступают примером крупного рынка венчурного капитала и высокой концентрации глобальных инновационных кластеров; Израиль представляет собой модель малой страны с высокотехнологичной экономикой; Китай демонстрирует государственно-ориентированную модель инновационного развития; Индия характеризуется быстрорастущей экономикой с либеральной траекторией развития. Выраженные особенности представленных стран позволяют провести анализ по четырем траекториям формирования механизмов развития технологического предпринимательства в промышленности.

Согласно рейтингу инновационных кластеров WIPO Global Innovation Index 2025, США входят в число мировых лидеров по концентрации высокотехнологических территориальных систем, имея 22 кластера в числе топ-100 глобальных инновационных центров¹⁶⁶. По данным Национальной ассоциации

¹⁶⁶Global Innovation Index 2025 Ranking of World's Top 100 Innovation Clusters [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2025. – 25 p. – URL: <https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-2025-gii-2025-clusters-top100-ranking.pdf> (дата обращения: 21.06.2025).

венчурного капитала, на США пришлось 57 % мирового объема венчурных инвестиций в 2024 году¹⁶⁷. Инновационная активность распределена по большинству штатов: крупнейшие кластеры сосредоточены в Калифорнии, Массачусетсе, Нью-Йорке, Техасе, Вашингтоне, Колорадо.

Научно-технический прогресс и вызванная им интенсификация производства сформировали новый тип экономических связей, базирующихся вокруг учебных заведений и научно-исследовательских центров. Первым подобным проектом, послужившим ярким примером инновационного производства кластерного типа в условиях современной экономики, стала Кремниевая долина в Калифорнии¹⁶⁸.

В послевоенный период, к 1970-м годам практическая результативность науки вышла на новый уровень ввиду ее технической оснащенности, что, в свою очередь, усилило зависимость технологических производств от развития сферы науки и образования.

Для разработки инновационной продукции и технологий в Кремниевой долине был создан индустриальный парк¹⁶⁹, который представляет собой реализованный на практике подход к организации технологического предпринимательства, при котором земельные участки, принадлежащие на праве собственности университетам, предоставляются в аренду инновационным компаниям. Данный подход позволил объединить усилия нескольких субъектов инновационного процесса на небольшой территории, создав тем самым одну из первых в мире инновационных экосистем, которая уже более 80 лет оказывает возрастающее положительное влияние на рост ВВП штата Калифорния.

Возрастающая заинтересованность экономических агентов в венчурных инвестициях ведет к увеличению количества новых зарегистрированных

¹⁶⁷NVCA Yearbook 2025 [Электронный ресурс] // National Venture Capital Association (NVCA). – URL: <https://nvca.org/document/nvca-2025-yearbook/> (дата обращения: 21.06.2025).

¹⁶⁸ Аганбегян А. Г. «Кремниевые долины» – зоны инноваций в США, Китае, ЕС, России и других странах // Экономика науки. – 2023. – № 9(2). – С. 8–19. – DOI: 10.22394/2410-132X-2023-9-2-8-19.

¹⁶⁹ Best Practices in State and Regional Innovation Initiatives: Competing in the 21st Century [Электронный ресурс] // National Academy of Sciences. – 2013. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158815/> (дата обращения: 03.01.2024).

технологических предпринимателей. Так, в настоящее время в Кремниевой долине зарегистрировано 7 894 стартапа¹⁷⁰. Одновременно долина выступает центром концентрации высокотехнологичных компаний-единорогов¹⁷¹.

Формирование Кремниевой долины в Калифорнии оказало влияние на развитие инновационных зон в других регионах. Например, на территории США наиболее значительным городом после Кремниевой долины является Нью-Йорк, объединивший усилия десятков университетов во главе с Нью-Йоркским университетом (New York University, NYU), в котором заняты более 16 тыс. сотрудников¹⁷². Среди иных заслуживающих внимания высших учебных заведений следует упомянуть также Колумбийский университет, Рокфеллеровский университет, Фордемский университет, научные разработки которых координируются и продвигаются на рынок Нью-Йоркской академией наук. Нью-Йорк характеризуется концентрацией крупных биотехнологических, фармацевтических компаний, таких как Pfizer, Johnson & Johnson, Roche Holding, базирующиеся в кампусе биотехнологий Alexandria Center for Life Science, а также присутствием промышленной группы Access Industries.

Среди иных инновационных центров США следует упомянуть инновационные зоны штата Массачусетс вокруг Гарвардского университета и Массачусетского технологического института, которые возглавляют мировые рейтинги вузов и аккумулируют множество технологических фирм, среди которых наиболее влиятельными являются следующие технологические промышленные компании: General Electric (энергетические установки, авиационные моторы, газовое оборудование и иные виды техники); Boston Dynamics (робототехника);

¹⁷⁰ Relax. There Is No Other Silicon Valley in Sight Something is changing though [Электронный ресурс] // Mind the Bridge Tech. – URL: <https://mindthebridge.com/no-other-silicon-valley-in-sight> (дата обращения: 03.01.2024).

¹⁷¹ Аганбегян А. Г. «Кремниевые долины» – зоны инноваций в США, Китае, ЕС, России и других странах // Экономика науки. – 2023. – № 9(2). – С. 8–19. – DOI: 10.22394/2410-132X-2023-9-2-8-19.

¹⁷² Аганбегян А. Г. «Кремниевые долины» – зоны инноваций в США, Китае, ЕС, России и других странах // Экономика науки. – 2023. – № 9(2). – С. 8–19. – DOI: 10.22394/2410-132X-2023-9-2-8-19.

Thermo Fisher Scientific (научное оборудование, реагенты и программное обеспечение); Raytheon (оборонная промышленность). Также примечателен город Сиэтл как агломерация с высокоразвитой инновационной средой, деятельными агентами которой являются такие инновационно-промышленные гиганты, как Microsoft и Boeing.

США являются федеративным государством с республиканской формой правления и относятся к англосаксонской правовой семье (прецедентного права). Эти исходные условия, а также исторические предпосылки формирования американской государственности, конфессиональные и этнические особенности населения выработали стабильную рыночную систему, основанную на доминировании частного сектора в экономике при минимуме административных барьеров и ограничений. Поэтому основную массу грантодателей, фондов и венчурного капитала составляют именно частные компании и лица, что выражает высокую предпринимательскую активность населения страны. Частные фонды имеют независимый характер и могут финансировать широкий спектр направлений технологического предпринимательства, а не ориентироваться исключительно на приоритеты федерального правительства и правительств штатов. Частные фонды поддержки инновационного бизнеса принято подразделять на независимые и ассоциированные.

Отличительной чертой независимых фондов является их финансирование за счет средств частных лиц или групп лиц (семей). К таковым относятся следующие: Фонд Макартуров, Фонд Генри Форда, Фонд Билла Гейтса. Распределение средств в данных фондах осуществляется учредителем и жертвователем данного фонда в одном лице либо в лице семьи и с учетом пожеланий совета попечителей. Данный вид частных фондов является основным. Ассоциированные фонды финансируются за счет частных компаний (как правило, их учредителей) и расходуются средства на цели, продиктованные данными компаниями; например, фонд Apple, фонд Xerox¹⁷³.

¹⁷³ Бичурина В. А. Управление развитием института технологического предпринимательства: диссертация, кандидата экономических наук: 08.00.05 / [Место защиты: ФГБОУ ВО «Санкт-

Наряду с частным венчурным капиталом в США существенную роль в развитии технологического предпринимательства играет государственный заказ, особенно в оборонной, аэрокосмической, энергетической и медицинской сферах, где частный капитал не всегда готов финансировать высокорисковый цикл разработки. Масштаб государственного заказа значителен: в 2024 финансовом году правительство США направило через контракты 755 млрд долл.¹⁷⁴, а обязательства на исследования и экспериментальные разработки составили 194,2 млрд долл.¹⁷⁵. Тем самым государственный заказ формирует ранний спрос на высокорисковые технологические решения. В 2023 году в рамках программ SBIR и STTR было обеспечено финансирование малых технологических компаний в объеме 4,5 млрд долл.¹⁷⁶.

Успешный опыт Соединенных Штатов Америки в организации и поддержке технологического предпринимательства был воспринят многими государствами мира, среди которых стоит выделить Израиль.

Израиль является относительно молодым государством со сложной историей взаимодействия с приграничными государствами, что предопределило особенности государственной экономической политики на его территории, основные из них представлены ниже.

Технократические тенденции в государственном управлении Израиля выражаются в следующем:

- государственное стратегическое планирование в сфере НИОКР осуществляется объединением авторитетных ученых, действующим под

Петербургский государственный экономический университет»]. — Санкт-Петербург, 2021. — с. 189.

¹⁷⁴ A Snapshot of Government-Wide Contracting for FY 2024 [Электронный ресурс] // U.S. Government Accountability Office. — URL: <https://www.gao.gov/blog/snapshot-government-wide-contracting-fy-2024-interactive-dashboard> (дата обращения 03.08.2025).

¹⁷⁵ Federal R&D Obligations Increased 4.4% in FY 2024; Most Agencies Estimate Declines in FY 2025 [Электронный ресурс] // National Center for Science and Engineering Statistics. — URL: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsf26317> (дата обращения 03.08.2025).

¹⁷⁶ Small business research programs [Электронный ресурс] // U.S. Government Accountability Office. — URL: <https://files.gao.gov/reports/GAO-25-107942/index.html> (дата обращения 04.10.2025).

руководством министра инноваций, наук и технологий, т.н. Форумом главных ученых Израиля;

- функционирование Национального совета по НИОКР – консультативного органа при правительстве Израиля по вопросам науки и инноваций;

- в структуру отраслевых исполнительных органов власти включены ведомства «главных ученых», задачами которых является полное научно-техническое сопровождение деятельности органа в вопросах инноваций. Такие ведомства созданы при большинстве министерств страны¹⁷⁷.

Система высшего образования Израиля представлена следующими наиболее крупными университетами: Еврейский университет в Иерусалиме, Израильский технологический институт, Институт им. Вайцмана, Тель-Авивский университет, Хайфский университет, Университет Бар-Илан, Университет Бен-Гурион, Ариэльский университет¹⁷⁸. На базе технических университетов зачастую создаются фирмы, занимающиеся коммерциализацией научных исследований, продвижением инновационных продуктов-концептов на рынок.

Организация в рамках государственных программ бизнес-инкубаторов, направленных на продвижение и коммерциализацию научных разработок, является одной из особенностей инновационной политики Израиля. Так, в Израиле находятся 360 венчурных фондов, 330 центров исследований и разработок, 392 акселератора и бизнес-инкубатора¹⁷⁹.

Государственный заказ на технологические решения в Израиле проявляется через пилотные программы, НИОКР. Ключевую роль и их реализации занимает правительственное учреждение Israel Innovation Authority с бюджетом в 1,5 млрд шекелей: 2/3 бюджета направляются компаниям, в основном стартапам,

¹⁷⁷ Марьясис Д.А. Государство и инновации: опыт Израиля // Инновации. – 2016. – № 7 (213) – С. 87-95.

¹⁷⁸ Захарова Н.В., Лабудин А.В. Новый этап инновационного развития Израиля: прогресс или потеря лидерства? // Управленческое консультирование. – 2023. – № 5(173). – С. 18-27. – DOI 10.22394/1726-1139-2023-5-18-27.

¹⁷⁹ Захарова Н.В., Лабудин А.В. Особенности венчурного инвестирования в Великобритании // Управленческое консультирование. – 2019. – № 12. – С. 59–69. – DOI: 10.22394/1726-1139-2019-12-59-69.

занимающимся исследованиями и разработками, а 1/3 — на развитие инфраструктуры исследований и разработок¹⁸⁰. Также Israel Innovation Authority запустило программу объемом 10 млн шекелей, направленную на тестирование и внедрение инновационных технологий в государственных компаниях¹⁸¹. В 2020 году выделено 13 млн шекелей для 14 стартапов, тестирующих решения на объектах инфраструктуры, включая порт Ашдод, электросети Israel Electric Corporation, объекты Mekorot, National Roads Company¹⁸².

Активная внешнеторговая деятельность Израиля проявляется, в том числе, в привлечении крупных иностранных компаний к сотрудничеству и обмену научно-техническим опытом. Так, в израильскую экономику инноваций успешно интегрированы такие транснациональные компании, как «Intel», «IBM», «Apple», «Microsoft», «Alphabet» (Google), которые инвестируют в израильские технологические компании и приобретают перспективные стартапы¹⁸³.

В 2024 году в «Global Innovation Index 2024» Израиль занял 15-е место среди 133 экономик¹⁸⁴. В структуре трат на гражданские исследования Израиль занимает 1-е место среди стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), в которую входят практически все развитые страны, с показателем в 6,3%¹⁸⁵ от ВВП страны, а на долю экспорта высокотехнологической продукции

¹⁸⁰ Benchmarking government support for venture capital: Israel [Электронный ресурс] // OECD. — URL: https://www.oecd.org/en/publications/benchmarking-government-support-for-venture-capital_82cd3fe1-en/israel_b5c8cc2e-en.html (дата обращения 13.10.2025).

¹⁸¹ Pilot Program in Government Companies [Электронный ресурс] // Israel Innovation Authority. — URL: https://innovationisrael.org.il/en/press_release/pilot-program-in-government-companies/ (дата обращения 04.10.2025).

¹⁸² Announcing recipients of funding for pilot programs with state-owned companies [Электронный ресурс] // Israel Innovation Authority. — URL: https://innovationisrael.org.il/en/press_release/announcing-recipients-of-funding-for-pilot-programs-with-state-owned-companies/ (дата обращения 04.10.2025).

¹⁸³ Захарова Н.В., Лабудин А.В. Новый этап инновационного развития Израиля: прогресс или потеря лидерства? // Управленческое консультирование. — 2023. — № 5(173). — С. 18-27. — DOI 10.22394/1726-1139-2023-5-18-27.

¹⁸⁴ Global Innovation Index 2024: Israel ranking in the Global Innovation Index 2024 [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. — URL: <https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2024/il.pdf> (дата обращения 09.03.2025).

¹⁸⁵ The National Expenditure on Civilian R&D 2023: Media Release [Электронный ресурс] // Israel Central Bureau of Statistics. —

приходится около половины объема всего экспорта (47,8 млрд долл. по состоянию на 2022 год)¹⁸⁶. Инновационное промышленное производство Израиля представлено такими направлениями, как компьютерная техника, электронные изделия, цифровая оптика, машины и оборудование, транспортные средства, фармацевтика и биотехнологии.

Особое место в ряду высокотехнологичных промышленных производств Израиля с момента обретения государственности и по настоящее время занимает военно-промышленный комплекс, включающий как государственные предприятия (например, «Rafael Advanced Defense Systems» и «Israel Aerospace Industries»), так и частные (например, «Elbit Systems»), заказчиками продукции которых выступают также иностранные государства¹⁸⁷.

Перечисленные особенности государственного управления в сфере инноваций на сегодняшний день позволяют говорить о существовании в Израиле высокоразвитой инновационной экосистемы, базирующейся на активной роли государства в стимулировании технологического предпринимательства и конкуренции на рынке в целом.

В рассмотренных примерах инновационных экосистем прослеживается наличие ряда определяющих компонентов инфраструктуры технологического предпринимательства: научно-образовательный центров (Университет штата Калифорния и др.), инновационных компаний (HP, Alphabet, Intel, Microsoft и др.), технологических парков, венчурного капитала (частные инвестиционные компании), международных рынков технологических решений и услуг, государственно-частного партнерства в сфере инноваций, фондов развития и экспертных групп.

URL: https://www.cbs.gov.il/he/mediarelease/DocLib/2024/320/12_24_320e.pdf (дата обращения 09.12.2024).

¹⁸⁶ High-Tech's Contribution to the Economy [Электронный ресурс] // Israel Innovation Authority. – URL: <https://innovationisrael.org.il/en/report/high-techs-contribution-to-the-economy/> (дата обращения 12.12.2024).

¹⁸⁷ U.S. Department of Commerce. International Trade Administration [Электронный ресурс] // Israel – Aerospace and Defense: Israel Country Commercial Guide. – URL: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/israel-aerospace-and-defense> (дата обращения: 13.05.2024).

В последние десятилетия все большую роль на международных рынках технологических решений играют компании, зарегистрированные в Китайской Народной Республике. Китай – унитарное государство с авторитарным политическим строем и сильным государственным сектором в экономике, что делает его антиподом уже рассмотренных США. Данное противопоставление актуально и для сферы технологического предпринимательства, в которой в последние годы проводится политика интенсификации технологических производств посредством тесного сотрудничества государства с частным капиталом, нередко с преобладающим финансированием за счет государственного бюджета. Важнейшей предпосылкой развития указанной сферы в Китае является увеличение бюджетных средств на НИОКР (в процентах (%) от ВВП страны) за последние 20 лет. До 2005 года данный показатель не превышал 1,34%, в то время как по состоянию на 2022 год он уже составил 2,54 %¹⁸⁸. Также Китай является лидером по числу инновационных кластеров, имея 24 кластера в топ-100¹⁸⁹. Китайская модель инновационного развития характеризуется следующими особенностями:

- активное развитие государственно-частного сотрудничества в инновационной сфере, которое выражается в создании инновационных кластеров по инициативе органов власти и смешанном финансировании технологических производств (за счет средств бюджета государства и частного капитала)¹⁹⁰. У сторон партнерства имеются общие стратегические цели, однако при выполнении обязательств приоритет отдается, прежде всего, государственным интересам;
- создание особых инновационных зон и кластеров¹⁹¹;

¹⁸⁸ КНР увеличила затраты на научные исследования и опытно-конструкторские работы на 10% [Электронный ресурс]// Интерфакс. – URL: <https://www.interfax.ru/world/921303> (дата обращения: 13.12.2023).

¹⁸⁹ Global Innovation Index 2025: Cluster Ranking [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – URL: <https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-2025-gii-2025-clusters-top100-ranking.pdf> (дата обращения: 13.12.2023).

¹⁹⁰ Luong N., Arnold Z., Murphy B. Understanding Chinese Government Guidance Funds // Center for Security and Emerging Technology. – 2021. – 89 p. – DOI: 10.51593/20200098.

¹⁹¹ Балашова М.А., Цвигун И.В., Юсупова М.Н. О создании технопарков в целях развития инновационного производства страны: опыт Китая // Российско-китайские исследования. — 2023. — Т. 7, № 1. — С. 36–48. – DOI 10.17150/2587-7445.2023.7(1).36- 48.

- льготная налоговая политика охватывает цепочку создания инноваций, а ключевым инструментом выступает снижение налога на прибыль предприятий¹⁹²;
- важнейшим условием осуществления иностранной компанией инновационной деятельности на территории Китая является передача китайским предприятиям прав на использование инновационных технологий¹⁹³.

Перечисленные особенности в последние 20 лет определили вектор модернизации производств на территории Китая, результатом чего стало формирование инновационных экосистем, среди которых наиболее крупными являются: Чжунгуаньцунь – технологический район экспериментальной науки, расположенный в городе Пекине; East Lake High-tech Development Zone – зона инновационного развития в городе Ухане, в которой функционирует производственная цепочка оптоэлектронной промышленности; инновационная экосистема города Шеньчжэнь сформирована на базе высокотехнологических предприятий.

Шеньчжэньский научно-промышленный парк был учрежден в 1985 году Китайской академией наук и местным правительством города Шеньчжэнь на территории специальной экономической зоны, что стало результатом реализации масштабных рыночных реформ в стране.

К тому же Шеньчжэнь активно развивается и постоянно улучшает свои позиции в рейтинге инновационных городов мира HSE Global Cities Innovation Index 2023, в соответствии с которым в 2022 году город занял 14-е место¹⁹⁴. Причем в части изобретательской активности Шеньчжэнь занимает 2-е место с показателем

¹⁹² Пономарева К.А. Инвестиционные налоговые льготы в Китае: особенности правового регулирования и сравнительный анализ с российскими практиками // Правоприменение. – 2022. – Т. 6, № 3. – С. 80–93. – DOI: 10.52468/ 2542-1514.2022.6(3).80-93.

¹⁹³ Four-year review of actions taken in the section 301 investigation: China's acts, policies, and practices related to technology transfer, intellectual property, and innovation. Executive Summary [Электронный ресурс] // Office of the United States trade representative executive office of the President. – URL: [https://ustr.gov/sites/default/files/05.13.2024%20Executive%20Summary%20of%20Four%20Year%20Review%20of%20China%20Tech%20Transfer%20Section%20301%20\(Final\).pdf](https://ustr.gov/sites/default/files/05.13.2024%20Executive%20Summary%20of%20Four%20Year%20Review%20of%20China%20Tech%20Transfer%20Section%20301%20(Final).pdf) (дата обращения: 23.07.2024).

¹⁹⁴ HSE Global Cities Innovation Index: 2023 [Электронный ресурс] // HSE University. – 2023. – 5 p. – URL: <https://gcii.hse.ru/mirror/pubs/share/825769767.pdf> (дата обращения: 24.07.2024).

в 460 тыс. заявок на регистрацию патентов¹⁹⁵. Всего по состоянию на 4 квартал 2022 года сумма всех действующих патентов на технологические изобретения составила 4,21 млн. единиц, что ставит Китай на первое место по этому показателю. По общему количеству инновационных компаний Китай занял 8-е место с показателем 54 компании, из которых 27 – фирмы-единороги¹⁹⁶.

Среди крупнейших фирм-единорогов, базирующихся в Шэньчжэне, примечательны следующие:

Huawei – телекоммуникационная компания, знаменитая своими разработками в области мобильных процессоров и программного обеспечения;

BYD – компания, производящая автомобили, аккумуляторы и электронику;

DJI – один из первых производителей беспилотных летательных аппаратов, лидер на рынке оборудования для стабилизации видеосъемки.

Также в данной инновационной экосистеме активно разрабатываются и внедряются в производство инновации в области передачи данных 5G, искусственного интеллекта, секвенирования генов, биотехнологий и фармацевтики.

Шэньчжэнь является одним из ключевых частных венчурных хабов Китая. Так, на конец 2021 года совокупный объем частных фондов, зарегистрированных в городе, составлял 2,27 трлн юаней, а городская политика целенаправленно формирует международный центр венчурного капитала, так в 2023 году Шэньчжэнь вошел в топ-3 китайских городов по числу запускаемых фондов¹⁹⁷. ВВП Шэньчжэня в 2024 году достиг 3,68 трлн юаней (507 млрд долларов США) и

¹⁹⁵ Boos V., Gokhberg L., Islankina E., Kutsenko E., Ostashchenko T., Snegirev A., Streltsova E., Tyurchev K. HSE Global Cities Innovation Index: 2023 //National Research University Higher School of Economics. – 2023. – 312 p. – DOI: 10.17323/978-5-7598-2770-2.

¹⁹⁶ Boos V., Gokhberg L., Islankina E., Kutsenko E., Ostashchenko T., Snegirev A., Streltsova E., Tyurchev K. HSE Global Cities Innovation Index: 2023 //National Research University Higher School of Economics. – 2023. – 312 p. – DOI: 10.17323/978-5-7598-2770-2.

¹⁹⁷ Shanghai Guidebook for Overseas Asset Manager: 2022 [Электронный ресурс] // Shanghai Asset Management Association. – 2023. – 78 p. – URL: <https://www.amac.org.cn/hdjl/gjjl/202212/P020231126398126495861.pdf> (дата обращения: 13.04.2024).

стал первым среди городов Китая по объему внешней торговли¹⁹⁸. Помимо частного финансирования, государственный заказ на технологические решения в Китае реализуется через закупки НИОКР, пилотные внедрения, поддержку разработки инновационного оборудования, новых материалов. При этом общий масштаб государственных закупок в 2024 году составил 3,38 трлн юаней¹⁹⁹.

На территории инновационной зоны расположены 7 университетов и филиалы ведущих университетов страны, среди которых МГУ-ППИ (Shenzhen MSU-BIT University), Китайско-российский университет и Шэньчжэньский университет (Shenzhen University). Шэньчжэнь, в отличие от Кремниевой долины, не имеет в своем распоряжении высших учебных заведений высокого уровня подготовки научных и педагогических кадров, что, несомненно, является одной из проблем развития данной инновационной зоны. В связи с этим образовательная политика властей направлена на привлечение иностранных специалистов, в частности педагогов, с выплатой им субсидий, покрывающих расходы на проживание, и с повышенной заработной платой. Также существуют программы университетов Шэньчжэня, направленные на привлечение иностранных студентов, с выплатой стипендий и возможностью обучения на английском языке.

Тем не менее политика открытости для иностранных инвестиций, технологий и специалистов позволяет поддерживать статус города как одного из ведущих научных центров Азии и всего мира посредством организации технологических парков, с расположенными на их территории опытными станциями, исследовательскими центрами и лабораториями. По состоянию на 2022 год на

¹⁹⁸ SZ tops country in GDP growth. Shenzhen Daily // The People's Government of Futian District [Электронный ресурс]. – URL: https://www.szft.gov.cn/en/news/news/content/post_11990945.html (дата обращения: 30.01.2025).

¹⁹⁹ China's government procurement tops 3.3 trln yuan in 2024 [Электронный ресурс] // The State Council of the People's Republic of China. – URL: https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202511/12/content_WS691491eec6d00ca5f9a077c2.html (дата обращения: 12.12.2025).

территории Шэньчжэня расположились 5450 национальных высокотехнологичных предприятий²⁰⁰.

Ввиду вышеуказанного Шэньчжэнь, как один из крупнейших инновационных хабов Китая, показывает уверенный рост технологического сектора экономики по многим показателям, сосредоточивая значительную долю венчурных инвестиций. Развитие города опирается на механизмы государственно-частного партнерства как формы организации технологического предпринимательства, а также на создание условий для привлечения иностранных высококвалифицированных кадров и эффективного менеджмента, что позволяет продуктивно использовать преимущества открытого рынка и директивных установок коммунистической партии.

В Азии, помимо китайских инновационных экосистем, все большее влияние на международные рынки инновационной продукции оказывает Индия с ее успешно выстроенными инновационными центрами.

С начала 1990-х гг. экономика Индии переживает период либеральных рыночных реформ. Именно на это десятилетие приходится появление первых инновационных проектов – стартапов. С начала 2000-х в стране начинается создание единой системы поддержки бизнес-активности в сфере высоких технологий, программного обеспечения, логистики, интегрируя научно-образовательный компонент в данные сферы. Важнейшей вехой в истории технологического предпринимательства стал запуск правительственной программы «Startup India» в 2016 году, провозгласившей укрепление и устойчивое развитие индийской экономики путем поощрения инноваций в предпринимательстве²⁰¹.

²⁰⁰ 培育出华为、腾讯的深圳高新区 去年前11月实现工业总产值超1.6万亿 [Электронный ресурс] // 21st Century Business Herald. – URL: <https://www.21jingji.com/article/20230128/herald/ac9e2dacc6390f2e0dc47fc1527b9b5d.html> (дата обращения 23.02.2024).

²⁰¹ What is the Startup India Initiative? [Электронный ресурс] // Government of India, Department for Promotion of Industry and Internal Trade (DPIIT), Startup India. – URL: <https://www.startupindia.gov.in/content/sih/en/about-startup-india-initiative.html> (дата обращения 29.02.2024).

Инновационная политика государства позволила достичь устойчивого роста экономики Индии. Так, с 2003 по 2023 гг. ВВП страны вырос с 0,607 трлн долл. до 3,91 трлн долл. соответственно²⁰², что свидетельствует об устойчивом росте в указанном периоде за исключением кризисов 2008 и 2020 годов. Индия занимает 2-е место в мире по экспорту телекоммуникационных, компьютерных и информационных услуг²⁰³. Индия является одной из быстрорастущих экономик мира: в 2024/2025 финансовом году реальный рост, по предварительным оценкам, составил 6,5 %²⁰⁴. В Глобальном инновационном индексе 2024 Индия занимает 39-е место среди 133 стран²⁰⁵.

На территории Индии инновационные экосистемы представлены следующими технологическими кластерами:

1. Пуна – промышленный центр производства автомобилей, электроники и ИТ-технологий, а также фармацевтики и пищевого сектора Индии²⁰⁶.

2. Промышленный пояс Махараштры «Мумбай – Аурангабад» имеет разноплановую структуру высокотехнологичных производств: от машиностроения и ИТ-технологий до текстильной промышленности²⁰⁷.

²⁰² Всемирный банк. Индия: ВВП (текущие долл. США) [Электронный ресурс] // World Bank Group/Data. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=IN> (дата обращения 16.04.2025).

²⁰³ India's external sector shows resilience amidst geopolitical headwinds [Электронный ресурс] // Press Information Bureau Government of India. Ministry of Finance. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2034949> (дата обращения 13.11.2024).

²⁰⁴ Provisional estimates of annual gross domestic product for 2024-25 and quarterly estimates of gross domestic product for the fourth quarter (january-march) of 2024-25 [Электронный ресурс] // Ministry of Statistics & Programme Implementation. – URL: <https://blog.saginfotech.com/wp-content/uploads/2025/08/gdp-4th-quarter.pdf> (дата обращения 21.06.2025).

²⁰⁵ Global Innovation Index 2024 – India [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – URL: <https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2024/in.pdf> (дата обращения 04.05.2025).

²⁰⁶ Butsch C., Kumar S., Wagner P.D., Kroll M., Kantakumar L.N., Bharucha E., Schneider K., Kraas F. Growing 'Smart'? Urbanization Processes in the Pune Urban Agglomeration // Sustainability. – 2017. – Vol. 9, no.12 – 21 p. – DOI: 10.3390/su9122335.

²⁰⁷ Economic Survey of Maharashtra 2021-22 [Электронный ресурс] // Government of Maharashtra. Planning Department. Directorate of Economics and Statistics. – URL: https://mahades.maharashtra.gov.in/files/publication/esm2122_e.pdf (дата обращения 06.05.2025).

3. Хайдарабад – центр инноваций в области информационных технологий²⁰⁸, биотехнологий и фармацевтики (1/3 часть мирового производства вакцин²⁰⁹), а также оборонной и космической промышленности²¹⁰.

4. Бангалор – «Кремниевая долина Индии» и крупнейший центр экспорта ИТ-услуг страны²¹¹.

В 2022/2023 финансовом году на штат Карнатака, в котором находится Бангалор, приходилось 42 % общенационального ИТ – экспорта²¹². Одновременно город является узлом аэрокосмической отрасли, в котором расположены штаб-квартиры HAL²¹³ и ISRO²¹⁴. В Бангалоре также существует центр биоинноваций, поддерживаемый правительством Индии²¹⁵.

В Бангалоре развита сфера высшего образования: более десятка университетов и институтов. Несколько из них выполняют роль бизнес-акселераторов и научно-исследовательских центров, занимающихся фундаментальными исследованиями: Индийский институт информационных технологий (ИИТ-В), Индийский институт менеджмента (ИИМ-В), Индийский институт наук (ИИС), Институт биоинформатики и прикладной биотехнологии (ИБАВ).

²⁰⁸ STPI – Hyderabad [Электронный ресурс] // Ministry of Electronics and Information Technology, Government of India. – URL: <https://hyderabad.stpi.in/en> (дата обращения 07.05.2025).

²⁰⁹ Ministry of Chemicals and Fertilizers. Dr Mansukh Mandaviya addresses Global Vaccine Research Collaborative Discussion on Vaccine Research and Development, a G20 co-branded event [Электронный ресурс] // Government of India. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1929600> (дата обращения 07.05.2025).

²¹⁰ Bharat Dynamics Limited [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://bdl-india.in/> (дата обращения 07.05.2025).

²¹¹ Bengaluru Urban District Administration. History [Электронный ресурс] // Government of Karnataka. – URL: <https://bengaluruurban.nic.in/en/history/> (дата обращения 12.07.2025).

²¹² Karnataka IT exports jump 27% to Rs 3.2 lakh crore, make for 42% of India's total share [Электронный ресурс] // The Times of India. – URL: <https://timesofindia.indiatimes.com/city/bengaluru/ktaka-it-exports-jump-27-to-rs-3-2l-cr-make-for-42-of-indias-total-share/articleshow/105609980.cms> (дата обращения 12.07.2025).

²¹³ Hindustan Aeronautics [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://hal-india.co.in/home> (дата обращения 12.07.2024).

²¹⁴ Indian Space Research Organisation [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://www.isro.gov.in/index.html> (дата обращения 12.07.2025).

²¹⁵ Bangalore Bioinnovation Centre (BBC) [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://bioinnovationcentre.com/> (дата обращения 12.07.2025).

Помимо перечисленного, важнейшими факторами развития Бангалора как оформленной инновационной экосистемы являются:

1. Нахождение на территории города венчурных фондов страны²¹⁶.
2. Присутствие крупных транснациональных компаний, посредством которых осуществляется обмен технологическим и организационным опытом с местными предпринимателями и научно-образовательными организациями, а также обеспечивается интеграция Бангалора с иностранными инновационными центрами, в том числе в США, Великобритании, Швейцарии и Израиле²¹⁷.
3. Дешевая квалифицированная рабочая сила. Данный фактор определяется, прежде всего, демографическими показателями Индии, население которой в 2024 году составило 1,45 млрд человек²¹⁸. Данная ситуация, учитывая доступность высшего образования, создает практически неисчерпаемый трудовой ресурс при ограниченности количества рабочих мест.

Реализация государственного заказа на технологические решения осуществляется через специализированные программы доступа стартапов к заказам. Через Government e-Marketplace стартапы продают товары и услуги государственным ведомствам. Масштаб данного механизма подтверждается тем, что в 2025-2026 финансовом году было размещено 140,2 тыс. заказов на сумму свыше 19,1 тыс. крор рупий.²¹⁹ В сфере высокорисковых технологических решений в оборонной отрасли действует программа iDEX, в рамках которой к февралю 2025

²¹⁶ Nagaraja N., Srinivas K.T. Venture capital in Karnataka // International Journal of Management (IJM). – 2012. – Vol. 3, no. 3. – P. 246 – 257.

²¹⁷ Gupta R., Gupta B.M. Foreign MNC R&D Centers in India: A Study of their Publications, 2003-12 // DESIDOC Journal of Library & Information Technology. – 2014. – Vol. 34, no. 4. – P. 287-292. – DOI: 10.14429/djlit.34.5419.

²¹⁸ Всемирный банк. Индия: численность населения [Электронный ресурс] // World Bank Data. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=IN> (дата обращения: 12.04.2025).

²¹⁹ Government recognizes more than 55,200 startups during FY 2025-26, highest ever in a single year since launch of Startup India initiative [Электронный ресурс] // Ministry of Commerce & Industry. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2253019&lang=2®=3> (дата обращения: 18.04.2026).

года было открыто 549 проблемных задач, вовлечено 619 стартапов и подписано 430 контрактов²²⁰.

Перечисленные факторы и условия предопределили поступательное развитие технологического предпринимательства в инновационной экосистеме Бангалора и Индии в целом. При этом сохраняется ряд нерешенных социальных и экономических проблем, сдерживающих инвестиционную привлекательность региона: бедность, экологические угрозы, отсутствие развитой системы государственного стимулирования инноваций, недостаток бизнес-инкубаторов, акселераторов и иных центров продвижения ноу-хау, а также технологических парков, непосредственно интегрированных в структуру высших учебных заведений, что затрудняет трансфер инноваций. Несмотря на указанные противоречия, Индия в настоящее время остается быстрорастущей экономикой мира с постепенно увеличивающейся долей инновационных производств.

Истоки развития технологического предпринимательства в России восходят к советскому периоду, когда формирование технологических инноваций опиралось на государственное финансирование. В ходе индустриализации была выстроена система объединения науки и производства: создавались академгородки, сеть научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений, формировались научные подразделения и конструкторские бюро при промышленных предприятиях²²¹. Накопление научно-технических знаний в рамках данной политики позволило обеспечить реализацию масштабных технологических проектов, таких как создание АЭС и запуск первого искусственного спутника Земли. В начале 1970-х годов получили распространение научно-производственные объединения, состоявшие из научно-исследовательских, конструкторских, проектно-конструкторских и технологических организаций, а

²²⁰ Make in India Powers Defence Growth [Электронный ресурс] // Press Information Bureau. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2114546> (дата обращения: 12.11.2025).

²²¹ Досужева, Е. Е., Лямзин О. Л. О специфике и периодизации советского инновационного опыта // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 3(39). – С. 22-24.

также заводов и фабрик с целью сокращения научно-производственного цикла²²². Для решения задач в таких сферах, как ядерная физика и робототехника, создавались межотраслевые научно-технические комплексы, которые проводили фундаментальные и прикладные исследовательские работы, осуществляли разработку новой техники, материалов и технологий. Одновременно формировались научно-производственные комплексы, объединявшие производство и образовательные учреждения, с целью кадрового воспроизводства²²³.

В 1990-е годы, в связи с демонтажем централизованной системы государственного управления, часть научно-исследовательских организаций была вынуждена перестраивать свою деятельность под рыночные условия. При этом сохранились те структуры, которые смогли выстроить новые экономические связи, тогда как многие другие научно-исследовательские предприятия прекратили деятельность²²⁴.

Одновременно в 1990-е годы закладывались первые рыночные институты поддержки науки и инноваций:

- создание Российского фонда фундаментальных исследований²²⁵;
- запуск специализированных программ поддержки малых технологических компаний через Фонд содействия инновациям²²⁶;
- формирование научно-технологических парков²²⁷.

²²² Досуева, Е. Е., Лямзин О. Л. О специфике и периодизации советского инновационного опыта // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 3(39). – С. 22-24.

²²³ Досуева, Е. Е., Лямзин О. Л. О специфике и периодизации советского инновационного опыта // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 3(39). – С. 22-24.

²²⁴ Войт А. В. Научно-производственные объединения: специфика эффектов интеграции // Вестник университета. – 2016. – № 5. – С. 10-16.

²²⁵ Указ Президента РФ о создании Российского фонда фундаментальных исследований [Электронный ресурс] // РФФИ. – URL: https://www.rfbr.ru/storage/30_let/da01874b35feb18454f01d088e1b9be2.pdf (дата обращения: 14.04.2025).

²²⁶ Фонду содействия инновациям — 32 года [Электронный ресурс] // Фонд содействия инновациям. – URL: <https://fasie.ru/press/fund/fondu-sodeystviya-innovatsiyam-32-goda> (дата обращения: 04.02.2026).

²²⁷ Курторго Н. А., Огородникова Е. И. Становление и развитие научно-технических парков в России // Образование через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития. – 2007. – № 5. – С. 199-202.

Параллельно происходило создание в России венчурного рынка. Первые венчурные инвестиции обеспечивались внешними источниками – иностранными фондами, ориентированными на российские активы, например The U.S. Russia Investment Fund²²⁸, Baring Vostok Capital Partners²²⁹. Для данного периода было характерно приобретение долей в компаниях в связи с неразвитостью правоприменения. В начале 2000-х годов импульс венчурному рынку придало становление Рунета и появление первых цифровых компаний. Началась самоорганизация венчурного рынка через создание Российской ассоциации венчурного инвестирования²³⁰. В 2006 году была основана Российская венчурная компания²³¹ как государственный институт развития венчурного рынка. Дополнительными институтами выступили механизмы поддержки технологических проектов, включая фонд «Сколково» и Национальную технологическую инициативу. Перейдем к рассмотрению состояния венчурного рынка в 2017 – 2024 годах.

В период с 2017 по 2021 год венчурный рынок в России демонстрировал рост, после чего в 2022 – 2023 годах произошло сокращение. В 2024 году наблюдались признаки восстановления по объему инвестиций, однако рынок оставался сжатым по числу сделок и структурно смещался в сторону поздних стадий развития стартапов²³² (рисунок 2.1).

²²⁸ The U.S.-Russia Investment Fund (TUSRIF) [Электронный ресурс] // U.S. Department of State. – URL: https://1997-2001.state.gov/regions/nis/nis_trade_programs.html?safe=1 (дата обращения: 14.04.2025).

²²⁹ Инвестиционная компания Baring Vostok [Электронный ресурс] // РИА Новости. – URL: <https://ria.ru/20190215/1550930760.html> (дата обращения: 14.04.2025).

²³⁰ Российская ассоциация венчурного инвестирования [Электронный ресурс] // РАВИ. – URL: <http://www.rvca.ru/rus/about/activity> (дата обращения: 14.04.2025).

²³¹ Российская венчурная компания (РВК) [Электронный ресурс] // Российская венчурная компания (РВК). [Электронный ресурс] <https://rvk.ru/about> (дата обращения: 14.04.2025).

²³² Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // Фонд «Московский инновационный кластер», ГБУ «Агентство инноваций города Москвы». – URL: <https://i.moscow/upload/media/default/0001/22/15f42a10ad34ccf9c98e771dc2e2c3b2aae59e03.pdf> (дата обращения: 14.04.2025).

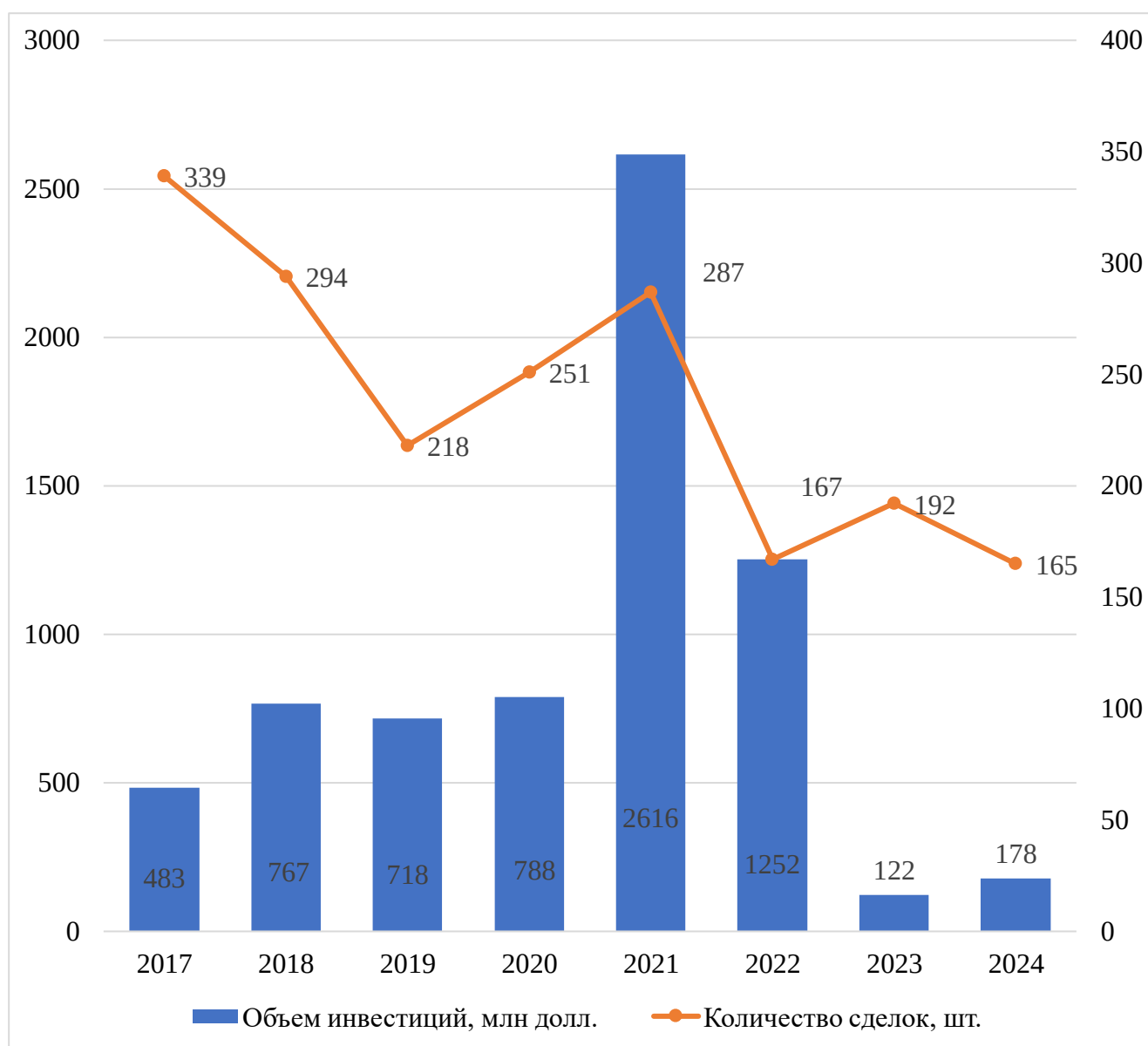


Рисунок 2.1. Динамика венчурных инвестиций в России²³³

В 2024 году российский венчурный рынок сместился к инвестированию на поздних стадиях: капитал, ограниченный в международных направлениях, концентрировался в небольшом числе уже доказавших рост компаний. Их поддерживают крупные инвесторы и корпорации, тогда как поток новых проектов на ранних стадиях обеспечивается государственными фондами²³⁴ (рисунок 2.2).

²³³ Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // Фонд «Московский инновационный кластер», ГБУ «Агентство инноваций города Москвы». – URL: <https://i.moscow/upload/media/default/0001/22/15f42a10ad34ccf9c98e771dc2e2c3b2aae59e03.pdf> (дата обращения: 14.04.2025).

²³⁴ Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // Фонд «Московский инновационный кластер», ГБУ «Агентство инноваций города Москвы». – URL:

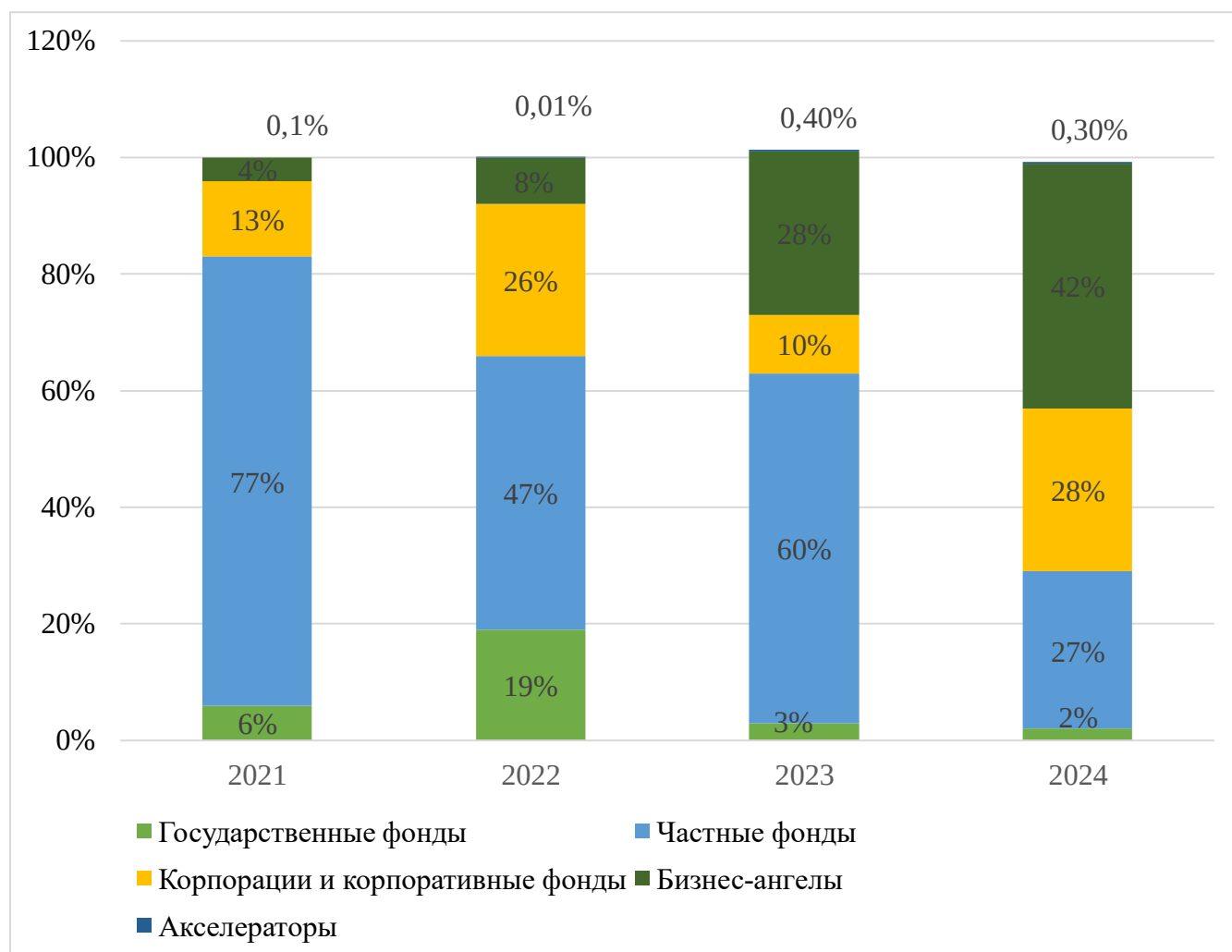


Рисунок 2.2. Структура венчурных инвестиций по типам инвесторов в России в 2024 году (объем инвестиций %)²³⁵

На венчурном рынке сохраняется интерес к промышленным и наукоемким технологиям, но масштаб в этом сегменте остается ограниченным. Причина в том, что промышленные проекты требуют длительной разработки и испытаний, значительных капитальных затрат, из-за чего инвесторы чаще концентрируются на небольшом числе зрелых компаний (рисунок 2.3)²³⁶.

<https://i.moscow/upload/media/default/0001/22/15f42a10ad34ccf9c98e771dc2e2c3b2aae59e03.pdf>
(дата обращения: 14.04.2025).

²³⁵ Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // Фонд «Московский инновационный кластер», ГБУ «Агентство инноваций города Москвы». – URL: <https://i.moscow/upload/media/default/0001/22/15f42a10ad34ccf9c98e771dc2e2c3b2aae59e03.pdf>
(дата обращения: 14.04.2025).

²³⁶ Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // Фонд «Московский инновационный кластер», ГБУ «Агентство инноваций города Москвы». – URL: <https://i.moscow/upload/media/default/0001/22/15f42a10ad34ccf9c98e771dc2e2c3b2aae59e03.pdf>
(дата обращения: 14.04.2025).

Стоит отметить, что российская модель развития технологического предпринимательства формируется в условиях внешних ограничений и технологической зависимости, что смещает фокус промышленной политики в сторону обеспечения технологического суверенитета и локализации критически важных технологий.

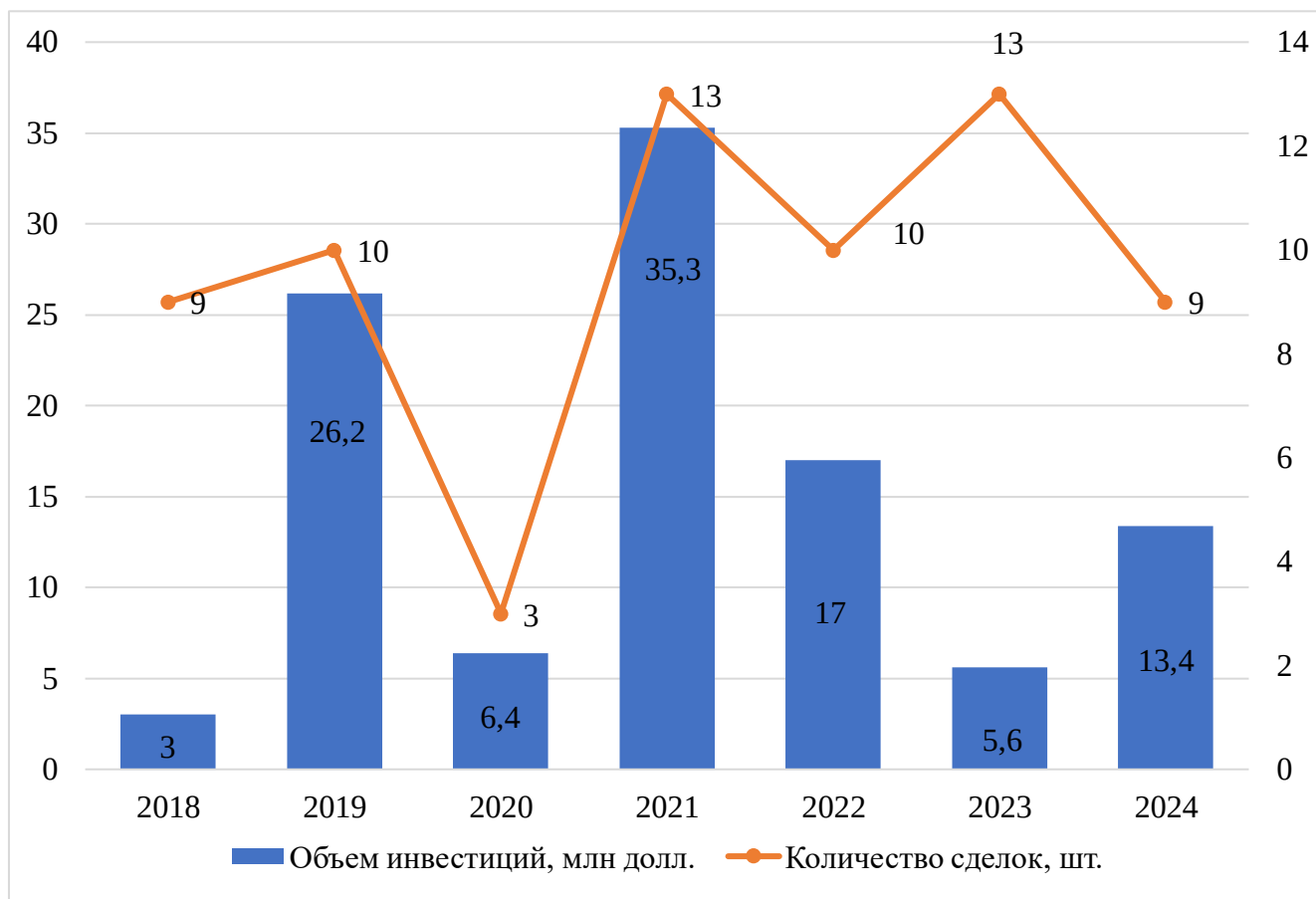


Рисунок 2.3. Динамика инвестиций в промышленные технологии в России²³⁷

Можно констатировать, что частное венчурное финансирование технологических стартапов в промышленности сталкивается с рядом барьеров на начальном этапе, включая длительный цикл разработки и испытаний, а также высокую капиталоемкость, что смещает интерес инвесторов к финансированию поздних этапов. Таким образом, в промышленном сегменте складывается ситуация,

²³⁷ Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // Фонд «Московский инновационный кластер», ГБУ «Агентство инноваций города Москвы». — URL: <https://i.moscow/upload/media/default/0001/22/15f42a10ad34ccf9c98e771dc2e2c3b2aae59e03.pdf> (дата обращения: 14.04.2025).

при которой частный венчурный капитал ориентируется на стартапы после снижения инженерно-технологических рисков.

Государственный и корпоративный заказ выступает одним из механизмов формирования спроса на технологические решения. В рамках Федерального закона № 223-ФЗ заказчики размещают в ЕИС планы закупки инновационной и высокотехнологичной продукции²³⁸. В 2024 году объем закупок заказчиков у субъектов малого и среднего предпринимательства превысил 9,6 трлн рублей, при этом малые и средние компании поставили крупным государственным заказчикам инновационную продукцию на сумму 905 млрд рублей²³⁹. Кроме того, в 2025 году малые технологические компании поставили по Федеральному закону № 223-ФЗ товаров и услуг более чем на 198 млрд рублей, что на 13 % выше уровня предыдущего года²⁴⁰.

В России также сформировался альтернативный путь развития технологического предпринимательства, основанный на корпоративной интеграции высокотехнологичных активов. В рамках данной модели созданы крупные корпоративные объединения, консолидирующие предприятия, занятые разработкой, производством и продвижением наукоемкой продукции как военного, так и гражданского назначения. К таким структурам относятся Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Государственная корпорация по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростехнологии», Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК), Объединенная судостроительная корпорация (ОСК),

²³⁸ Федеральный закон от 18.07.2011 N 223-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц" [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116964/ (дата обращения: 13.04.2026).

²³⁹ Госкомпании в 2024 году закупили у МСП товаров и услуг на рекордные 9,6 трлн рублей [Электронный ресурс] // Корпорация МСП. – URL: <https://corpmsp.ru/about/press/news/novosti-korporatsii/goskompanii-v-2024-godu-zakupili-u-msp-tovarov-i-uslug-na-rekordnye-9-6-trln-rubley/> (дата обращения: 13.04.2026).

²⁴⁰ Объем закупок госзаказчиков у малых технологических компаний в 2025 году вырос на 13% и достиг почти 200 млрд рублей [Электронный ресурс] // ФАС. – URL: <https://nao.fas.gov.ru/srv/node/2884> (дата обращения: 13.04.2026).

Российская корпорация нанотехнологий (РоснаноТех)²⁴¹. Данная модель формирует специфические механизмы развития технологического предпринимательства: концентрацию ресурсов и компетенций, доступ к испытательной и производственной базе, формирование спроса через государственный и корпоративный заказ. Дополнительными механизмами взаимодействия корпораций с технологическими стартапами выступают акселераторы: INDUSTRIX (ПАО «Газпром нефть»)²⁴², Severstal SteelTech (ПАО «Северсталь»)²⁴³, Кировского завода²⁴⁴ и госкорпорации «Росатом»²⁴⁵.

Также механизмами развития технологического предпринимательства в России выступают кластеры²⁴⁶, которые направлены на снижение барьеров для технологических компаний за счет кооперации, совместного доступа к производственной и испытательной инфраструктуре, формирования цепочек локализации и трансфера технологий, а также концентрации спроса внутри кластера. Еще одним механизмом выступает инфраструктура инновационных научно-технологических центров (ИНТЦ), направленная на коммерциализацию результатов исследований и развитие высокотехнологичных компаний. Примерами ИНТЦ выступают: ИНТЦ «Воробьевы горы», ИНТЦ «Долина Менделеева», ИНТЦ «Сириус», ИНТЦ «Композитная долина»²⁴⁷.

²⁴¹ Войт А. В. Научно-производственные объединения: специфика эффектов интеграции // Вестник университета. – 2016. – № 5. – С. 10-16.

²⁴² Акселератор INDUSTRIX [Электронный ресурс] // ПАО Газпром нефть. – URL: <https://techpartners.gazprom-neft.ru/industrix/> (дата обращения: 14.04.2025).

²⁴³ «Северсталь» и Global Venture Alliance запускают акселератор Severstal SteelTech Accelerator [Электронный ресурс] // Северсталь. – URL: <https://severstal.com/rus/media/archive/2019-03-20-severstal-i-global-venture-alliance-zapuskayut-akselerator-severstal-steeltech-accelerator> (дата обращения: 14.04.2025).

²⁴⁴ Промышленный акселератор Кировского завода [Электронный ресурс] // GoTech Innovation. – URL: https://gotechinnovation.com/ru/case_kirovgroup/ (дата обращения: 14.04.2025).

²⁴⁵ Иннохаб Росатома [Электронный ресурс] // Росатом. – URL: <https://ih.rosatom.ru> (дата обращения: 14.04.2025).

²⁴⁶ Ферова И.С. Кластерная модель развития в экономике России: 10 лет спустя // Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки. – 2023. – № 16 (9). С. 1655-1663.

²⁴⁷ Инновационные научно-технологические центры: инкубаторы новых бизнес-лидеров страны [Электронный ресурс] // Московский инновационный кластер. – URL: <https://i.moscow/innovacionnyy-nauchno-tehnologicheskiiy-centr-mgu-vorobevy-gory> (дата обращения: 02.05.2025).

Выделяются также особые экономические зоны технико-внедренческого типа, представляющие собой территории Российской Федерации, на которых действует особый режим предпринимательской деятельности, направленный на развитие инноваций. Примерами таких зон являются: ОЭЗ ТВТ «Дубна», ОЭЗ ТВТ «Санкт-Петербург», ОЭЗ ТВТ «Томск», ОЭЗ ТВТ «Технополис Москва», ОЭЗ ТВТ «Исток», ОЭЗ ТВТ «Иннополис», ОЭЗ ТВТ в Саратовской области²⁴⁸.

Таким образом, анализ зарубежного и российского опыта организации технологического предпринимательства позволяет выделить и систематизировать факторы его развития.

Таблица 2.1

**Систематизация факторов развития технологического
предпринимательства в промышленности²⁴⁹**

Фактор развития	Содержание
Трансфер научно-технических разработок в промышленность	Прикладные исследования, инженерные разработки, конструкторские решения, компетенции.
Инфраструктурное обеспечение технологического предпринимательства	Кластеры, технопарки, особые экономические зоны, ИНТЦ, индустриальные парки.
Инвестиционное обеспечение технологических разработок	Венчурный капитал, гранты, субсидии, кредиты, корпоративные инвестиции.
Обеспечение спроса на технологические решения через заказ	Государственный заказ, корпоративный заказ, договоры НИОКР.

На основе систематизации факторов можно выделить три закономерности развития технологического предпринимательства в промышленности.

Во-первых, технологическое предпринимательство развивается неравномерно, а концентрируясь на специализированных территориях. Во-вторых, технологическое предпринимательство в промышленности требует инвестиционного обеспечения процесса разработки, испытания и внедрения технологического решения. В-третьих, чем выше капиталоемкость, длительность

²⁴⁸ ОЭЗ технико-внедренческого типа [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/instrumenty_razvitiya_territoriy/osoby_e_ekonomicheskie_zony/oez_tehniko_vnedrencheskogo_tipa (дата обращения: 02.05.2025).

²⁴⁹ Составлено автором.

разработки и неопределенность результата, тем больше развитие высокорисковых технологических решений требует сочетания частной инициативы и государственной поддержки. Это подчеркивает необходимость совершенствования инструмента закупок.

Выделенные закономерности проявляются в различиях национальных механизмов развития технологического предпринимательства. Сравнение США, Израиля, Китая и Индии демонстрирует наличие общих компонентов инновационных экосистем, однако различия проявляются в доминирующих механизмах их формирования: венчурный механизм (США), механизм государственного стратегического управления (Китай) и комбинированные механизмы (Израиль, Индия). Для России характерен корпоративный механизм развития технологического предпринимательства в промышленности, основанный на государственном и корпоративном заказе, а также на интеграции стартапов в корпорации.

Анализ организационно-экономических механизмов развития технологического предпринимательства в ведущих странах показал, что в каждой стране сформировалась собственная траектория его развития, определяемая ролью государства, характером взаимодействия науки, бизнеса и промышленности. Данные различия обусловили специфику механизмов и инструментов стратегий промышленной политики, поскольку их выбор зависит от ранее сложившихся условий развития технологического предпринимательства. Вместе с тем в условиях глобальной технологической конкуренции ранее сформированные механизмы и инструменты развития технологического предпринимательства получают новое содержание и закрепляются в стратегиях промышленной политики. Поэтому дальнейший анализ целесообразно сосредоточить на выявлении специфических механизмов и инструментов, закрепленных в современных стратегиях промышленной политики и формирующих новые предпосылки для развития технологического предпринимательства в промышленности.

2.2. Стратегические ориентиры и инструменты управления технологическим развитием промышленности

В условиях глобальной технологической конкуренции и вызовов Индустрии 4.0 ведущие государства разрабатывают и обновляют стратегии промышленной политики как систему целевых ориентиров и мер промышленно-технологического развития. Стратегии промышленной политики задают рамку, в пределах которой государства формируют условия развития технологического предпринимательства. В этой связи целесообразно проведение сравнительного анализа стратегий промышленной политики ведущих стран с целью определения ключевых направлений, механизмов и инструментов развития технологического предпринимательства.

Выбор Европейского Союза, Германии, Великобритании, США, Китая, Индии в качестве объекта анализа стратегий промышленной политики основан на их ведущей роли в глобальной промышленности. По данным Организации Объединенных Наций по промышленному развитию, представленным в «Competitive Industrial Performance Index 2025», вышеперечисленные страны и Европейский союз занимают ключевые позиции в глобальной индустриальной системе и представляют разные типы структурно-технологического развития.

Европейский союз в настоящее время сохраняет потенциал в таких сферах промышленности, как фармацевтика²⁵⁰, машиностроение²⁵¹, химическое производство²⁵² и термоядерная энергетика, динамично совершенствует

²⁵⁰ Economic footprint of the pharmaceutical industry in Europe [Электронный ресурс] // PricewaterhouseCoopers. – 2024. – 22 p. – URL: <https://www.efpia.eu/media/3dqjpl3x/economic-footprint-of-the-pharmaceutical-industry-in-europe-report.pdf> (дата обращения: 10.05.2025).

²⁵¹ Mechanical engineering in the EU [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/mechanical-engineering_en (дата обращения: 23.05.2025).

²⁵² Chemicals in the EU [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/chemicals_en (дата обращения: 09.07.2025).

оптические, информационные²⁵³ и биотехнологические направления²⁵⁴. 5 мая 2021 года Европейская комиссия обновила стратегию промышленной политики Европейского союза, определив три направления: поддержание конкурентоспособности европейской промышленности, достижение цифрового лидерства и климатической нейтральности²⁵⁵. К факторам принятия данной стратегии относятся следующие: текущая и будущая стратегическая зависимость Европы от глобальных цепочек создания стоимости; необходимость обеспечения свободного движения товаров, цифровизации и перехода на экологически чистую энергию²⁵⁶.

Европейская промышленность сталкивается с рядом системных проблем. Одной из уязвимостей является растущий торговый дефицит с Китаем, который в 2024 году достиг 305,8 млрд евро²⁵⁷. Существенной проблемой остается ежегодный отток капитала из ЕС в США, достигающий порядка 300 млрд евро²⁵⁸. Дополняет данный комплекс проблем общее снижение промышленного производства: в период с июля 2023 года по июль 2024 года промышленное производство в Европейском союзе сократилось на 1,7 %. Самые резкие падения произошли в

²⁵³ Businesses in the information and communication services sector [Электронный ресурс] // Eurostat. – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Businesses_in_the_information_and_communication_services_sector (дата обращения: 09.07.2025).

²⁵⁴ Naaf A., Sale V. Measuring the Economic Footprint of the Biotechnology Industry in the European Union [Электронный ресурс] // The European Association for Bioindustries. – 2025. – 37 p. – URL: https://www.europabio.org/wp-content/uploads/2025/03/WifOR_EuropaBio2025.pdf (дата обращения: 09.07.2025).

²⁵⁵ EU industrial strategy: key learnings [Электронный ресурс] // Interreg Europe. – URL: <https://www.interregeurope.eu/policy-learning-platform/news/eu-industrial-strategy-key-learnings?> (дата обращения: 09.09.2024).

²⁵⁶ EU industrial strategy [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy_en (дата обращения: 09.09.2024).

²⁵⁷ EU trade relations with China [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/china_en (дата обращения: 12.04.2025).

²⁵⁸ Ежегодно из ЕС в США уходит около 300 млрд евро сбережений [Электронный ресурс] // ТАСС. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/20586881> (дата обращения: 13.04.2025).

традиционно промышленных странах Германии (-5,5 %), Италии (-3,3 %) и Франции (-2,3 %)²⁵⁹.

Обозначенные вызовы демонстрируют системные ограничения промышленной базы Европейского союза. Вместе с тем часть данных рисков была отражена еще в 2021 году, когда Европейская комиссия представила обновленную промышленную стратегию ЕС. Основные положения представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

**Ключевые положения обновленной промышленной стратегии
Европейского Союза²⁶⁰**

Положение	Содержание
Чрезвычайный инструмент единого рынка	Структурное решение, направленное на обеспечение доступности и свободного перемещения людей, товаров и услуг в условиях возможных кризисов.
Расширение единого рынка	Устранение барьеров, гармонизация стандартов в целях обеспечения свободного движения товаров, услуг и капитала, а также усиление цифрового контроля.
Мониторинг единого рынка	Ежегодный анализ состояния промышленных экосистем (строительство, цифровые технологии, здравоохранение).
Международные партнерства	Привлечение инвестиций.
Создание промышленных альянсов	Объединение крупных отраслевых производств для развития инновационных направлений.
Мониторинг стратегических зависимостей	Ежегодный мониторинг иностранных компонентов в производстве европейских товаров.
Публичные закупки	Использование публичных закупок для развития и приобретения инновационных решений.

Из представленных положений обновленной промышленной стратегии ЕС следует, что публичные закупки рассматриваются как один из инструментов технологического развития. Их значение обусловлено масштабом закупочной системы, объем которой составляет 14 % ВВП Европейского союза²⁶¹. В сфере

²⁵⁹ The great decline of European industry [Электронный ресурс] // Le Monde. – URL: https://www.lemonde.fr/en/economy/article/2024/09/23/the-great-breakdown-of-european-industry_6727000_19.html (дата обращения: 07.02.2025).

²⁶⁰ Составлено автором по: European industrial strategy [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy_en (дата обращения: 02.11.2024).

Public procurement of innovation [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/public-procurement/strategic-procurement/public-procurement-innovation_en (дата обращения: 02.11.2024).

²⁶¹ Public procurement [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/public-procurement_en (дата обращения: 11.09.2025).

закупок инноваций государство выступает первоначальным заказчиком технологий, которые еще не получили широкого коммерческого распространения, тем самым формируя спрос для их внедрения в промышленность.

Германия является центром промышленного производства Европейского союза. Германия (ключевая промышленная экономика в ЕС) занимает 1-е место среди 153 стран по конкурентоспособности в промышленности (0,416). Страна характеризуется высокими показателями добавленной стоимости промышленности (753 млрд долл.), объема промышленного экспорта (1,528 трлн долл.), а также совокупная доля средне- и высокотехнологичных отраслей достигает 50,1 % и 23,2 % соответственно²⁶². Имидж Германии определяется ее автомобильной, химической и фармацевтической промышленностью. Одной из особенностей производственной сферы Германии является ее региональная диверсификация, позволяющая через сеть малых и средних предприятий выстраивать цепочки создания добавленной стоимости. При этом промышленная политика Германии связана с приоритетами Европейского союза, а обновленная промышленная стратегия ЕС выступает надстройкой для национальной немецкой стратегии «Промышленная политика в эпоху нового времени: обеспечение промышленной базы, обновление благосостояния, укрепление экономической безопасности»²⁶³. Среди ключевых направлений германской стратегии особое место занимает цифровизация цепочек поставок. Так, проект Catena-X формирует единое пространство данных в автомобильной отрасли с целью создания «цифрового паспорта» продукции на всех стадиях ее жизненного цикла. Важным направлением выступает стимулирование генерации инноваций: для малых и средних предприятий действуют программы IGF и ZIM, предоставляющие доступ

²⁶² Competitive Industrial Performance Index 2025: Germany [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/DEU.pdf (дата обращения: 11.09.2025).

²⁶³ Industriepolitik in der Zeitenwende Industriestandort sichern, Wohlstand erneuern, Wirtschaftssicherheit stärken [Электронный ресурс] // Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. – URL: <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industriepolitik-in-der-zeitenwende.html> (дата обращения: 14.12.2024).

к прикладным, отраслевым и тематическим исследованиям через грантовую поддержку. Их дополняет стратегия развития стартап-экосистем, включающая 130 мер финансирования. К приоритетам германской промышленной политики относится развитие микроэлектроники, где задачей становится стимулирование исследований, разработок и локализации производственных мощностей в сфере полупроводниковых технологий.

В Германии реализуются публичные закупки инноваций, направленные на стимулирование спроса на новые продукты и услуги, а также на вовлечение стартапов в систему государственных контрактов²⁶⁴. Данное направление развивается через Центр компетенций инновационных закупок KOINNO, задачей которого является увеличение доли инноваций в общем объеме закупочной деятельности. По оценкам ОЭСР, годовой объем закупок в Германии достигает 500 млрд евро, или 12-15 % ВВП. При этом 10-15 % данного объема приходится на закупки, связанные с инновациями, что в абсолютном выражении составляет 50-75 млрд евро в год²⁶⁵. Правительство Германии запустило в 2024 году инструмент «Chancenkarte» (Карта возможностей)²⁶⁶, направленный на привлечение зарубежных высококвалифицированных специалистов. Реализация программы сопровождалась созданием цифровой платформы для упрощения подачи заявок²⁶⁷.

Великобритания относится к промышленно развитым экономикам со средней интенсивностью индустриализации. Великобритания занимает 8-е место по доле глобальной добавленной стоимости обрабатывающей промышленности (0,059) и 15-е место по доле мирового промышленного экспорта (0,101). Экспорт промышленной продукции достигает 323,5 млрд долл., а индекс качества

²⁶⁴ The Competence Center for Innovative Procurement [Электронный ресурс] // KOINNO. – URL: <https://www.koinno.de/en/> (дата обращения: 14.12.2024).

²⁶⁵ Potenzial der innovativen öffentlichen Beschaffung [Электронный ресурс] // Kompetenzzentrum innovative Beschaffung. – URL: <https://www.koinno.de/eu-foerderung/aktuelles/potenzial/> (дата обращения: 14.12.2024).

²⁶⁶ Nationales Reformprogramm 2024 [Электронный ресурс] // Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. –

URL: <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Europa/nationales-reformprogramm-2024.pdf> (дата обращения: 14.12.2024).

²⁶⁷ Chancenkarte [Электронный ресурс] // Official Information Portal. – URL: <https://chancenkarte.com/en/> (дата обращения: 14.12.2024).

промышленного экспорта равен 0,749, что выше среднемирового уровня (0,518). Страна демонстрирует также высокую технологическую структуру: доля средне- и высокотехнологичных отраслей составляет 41,5 % и 25,1 % соответственно²⁶⁸.

Современная британская промышленность характеризуется рядом конкурентных преимуществ в передовом производстве, прежде всего в аэрокосмической и автомобильной отраслях²⁶⁹. Вместе с тем британская промышленность сталкивается с рядом вызовов. Во-первых, ключевым ограничением выступает рост цен на энергоносители: стоимость электроэнергии для промышленных предприятий в Великобритании выросла на 50 %²⁷⁰. Во-вторых, негативным фактором выступает сокращение притока прямых иностранных инвестиций. С 2016 года данный показатель снижался и в 2023 году составил 0,05 % по сравнению с 0,9 % в 2022 году²⁷¹. В-третьих, в 2022 году доля выпускников инженерных, производственных и строительных специальностей составила 9,3 % от общего числа выпускников, что ниже, чем в среднем по странам «Большой семерки» (13,9 %)²⁷². В-четвертых, проблемой является региональная диспропорция, выражающаяся в том, что высокая производительность сосредоточена в Лондоне и на Юго-Востоке страны, тогда как северные и западные регионы демонстрируют отставание²⁷³. Ответом на данные вызовы выступает

²⁶⁸ Competitive Industrial Performance Index 2025: United Kingdom [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/GBR.pdf (дата обращения: 12.09.2025).

²⁶⁹ Advanced manufacturing plan [Электронный ресурс] // UK Government. – <https://www.gov.uk/government/publications/advanced-manufacturing-plan/advanced-manufacturing-plan-html-version> (дата обращения: 21.08.2025).

²⁷⁰ Why is Britain's industrial base crumbling? [Электронный ресурс] // MoneyWeek. – URL: <https://moneyweek.com/economy/uk-economy/why-is-britains-industrial-base-crumbling> (дата обращения: 21.08.2025).

²⁷¹ Ward M. Foreign Direct Investment Statistics [Электронный ресурс] // House of Commons Library. – 2025. – 29 p. – URL: <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-8534/CBP-8534.pdf> (дата обращения: 21.08.2025).

²⁷² Centre for Science, Technology and Innovation Policy [Электронный ресурс] // University of Cambridge. – URL: <https://www.ciip.group.cam.ac.uk/innovation/science-and-engineering-workforce-2025/> (дата обращения: 08.08.2025).

²⁷³ Regional and subregional labour productivity, UK: 2023 [Электронный ресурс] // Office for National Statistics UK. – URL: <https://www.ons.gov.uk/economy/economicoutputandproductivity/productivitymeasures/bulletins/regionalandsubregionallabourproductivityuk/2023> (дата обращения: 08.08.2025).

«Современная промышленная стратегия Великобритании», опубликованная 23 июня 2025 года. В ней исследовательский интерес представляет ряд положений, систематизированных в таблице 2.3.

Таблица 2.3

**Приоритетные направления и отдельные меры промышленной политики
Великобритании²⁷⁴**

Направления	Содержание мер
Энергия	— увеличение размера компенсации затрат на электроэнергию с 60 % до 90 %; — поддержка развития корпоративных соглашений о закупке электроэнергии как механизма долгосрочной стабилизации цен; — запуск услуги «Ускоритель подключений» для приоритетного обеспечения доступа к энергосетям стратегических проектов.
Торговля	— подтверждение курса на свободную торговлю в противовес протекционизму.
Инновации	— финансирование исследований и разработок на основе 10-летних государственных инвестиционных бюджетов; — запуск ускоренной программы НИОКР с объемом финансирования в размере 500 миллионов фунтов стерлингов; — создание нового подразделения «Суверенный искусственный интеллект» в структуре правительства с бюджетом до 500 млн фунтов стерлингов; — использование покупательской способности государства через публичные закупки; — формирование сети центров внедрения робототехники; — разрешение приобретать пакеты акций на сумму до 60 млн фунтов стерлингов.
Цифровая инфраструктура	— создание Национальной библиотеки данных; — создание инфраструктуры для обмена данными.
Развитие навыков	— запуск программы обучения, предусматривающей повышение квалификации и переобучение на протяжении всей трудовой жизни; — формирование отраслевых партнерств с ведущими технологическими компаниями (NVIDIA, Google и Microsoft); — открытие колледжей технического мастерства для решения проблемы нехватки инженерных кадров.
Инфраструктура	— создание зон развития ИИ в стратегически важных местах.

²⁷⁴ Составлено автором по: The UK's Modern Industrial Strategy [Электронный ресурс] // UK Government. – 2025. – 160 p. – URL: <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy> (дата обращения: 08.08.2025).

Industrial Strategy: Advanced Manufacturing Sector Plan [Электронный ресурс] // UK Government. – 2025. – 84 p. – URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68920a3366bdd4490c61098f/industrial_strategy_advanced_manufacturing_sector_plan_accessible.pdf (дата обращения: 08.08.2025).

Таким образом, особенностью промышленной политики Великобритании является ее ориентация на инновационное развитие в условиях сохранения свободного рынка. В системе представленных мер закупки являются инструментом использования покупательской способности государства для поддержки развития новых технологий. Ежегодный объем закупок в Великобритании составляет 385 млрд фунтов стерлингов, что соответствует трети всех государственных расходов²⁷⁵. В Великобритании закупочная система рассматривается как инструмент реализации промышленной стратегии, которая получила развитие в рамках расширения доступа к государственным контрактам для поставщиков разных размеров, в первую очередь, малые предприятия и стартапы. Отдельное внимание заслуживает область использования цифровых платформ. Цифровая реализация закупок обеспечивается платформой Find a Tender, через которую поставщики находят информацию о закупках. Также правительство Великобритании разрабатывает платформу оценки и снижения рисков, связанных с искусственным интеллектом, которая поможет малому бизнесу проверить, насколько безопасно он использует ИИ²⁷⁶.

США занимают 5-е место в мире по конкурентоспособности промышленного производства, обладают крупнейшими после Китая объемами добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности (2,31 трлн долл.), существенной долей в мировой добавленной стоимости производства (0,479). США занимают 3-е место в мире по промышленному экспорту и демонстрируют высокую долю средних технологических секторов (42,5 %) и значимую часть высокотехнологических отраслей (19,8 %)²⁷⁷.

²⁷⁵ Public Procurement: Growing British industry, jobs and skills [Электронный ресурс] // Gov. UK. – URL: <https://www.gov.uk/government/consultations/public-procurement-growing-british-industry-jobs-and-skills-consultation-on-further-reforms-to-public-procurement/public-procurement-growing-british-industry-jobs-and-skills-html> (дата обращения: 08.08.2025).

²⁷⁶ UK government launches new AI safety platform for businesses [Электронный ресурс] // Financial Times. – URL: <https://www.ft.com/content/8a54932d-d9a9-4a69-969d-89d8b2de149f> (дата обращения: 08.08.2025).

²⁷⁷ Competitive Industrial Performance Index 2025: United States of America [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/USA.pdf (дата обращения: 12.09.2025).

Современная промышленная политика США противоположна британскому подходу тем, что имеет протекционистский характер. Промышленность США обладает рядом преимуществ. Во-первых, диверсифицированная отраслевая структура, включающая базовые отрасли производства (сталелитейную, автомобильную)²⁷⁸ и высокотехнологический сектор²⁷⁹. Во-вторых, развитие промышленности опирается на инновационную экосистему, включающую университеты и венчурные фонды²⁸⁰. В-третьих, масштабный внутренний рынок (16 трлн долларов составляет потребительский рынок²⁸¹) и высокий экспортный потенциал (в 2024 году объем экспорта товаров и услуг составил 3 191,6 млрд долларов²⁸²). Наряду с преимуществами существует ряд долгосрочных рисков. В первую очередь, зависимость от полезных ископаемых компонентов, экспортируемых Китаем²⁸³. Кадры в обрабатывающей промышленности демонстрируют количественное снижение, отчасти из-за старения населения, в течение следующих 10 лет 1,9 миллиона рабочих мест в сфере производства останутся незанятыми²⁸⁴.

²⁷⁸ Annual Survey of Manufactures: 2021 [Электронный ресурс] // U.S. Census Bureau. – URL: <https://www.census.gov/content/dam/Census/library/publications/2023/econ/Annual%20Survey%20of%20Manufactures%202021.pdf> (дата обращения: 08.08.2025).

²⁷⁹ American Aerospace & Defense Industry Continues Economic Dominance [Электронный ресурс] // Aerospace Industries Association. – URL: <https://www.aia-aerospace.org/news/american-aerospace-defense-industry-continues-economic-dominance/> (дата обращения: 20.06.2025).

²⁸⁰ Attacks on the U.S. Innovation Ecosystem Are an Attack on a Wellspring of American Prosperity [Электронный ресурс] // Center for American Progress. – URL: <https://www.americanprogress.org/article/attacks-on-the-u-s-innovation-ecosystem-are-an-attack-on-a-wellspring-of-american-prosperity/> (дата обращения: 23.07.2025).

²⁸¹ Playing To Win In The U.S. Market [Электронный ресурс] // Forbes. – URL: <https://www.forbes.com/sites/forbeseq/2023/08/18/playing-to-win-in-the-us-market/> (дата обращения: 30.04.2025).

²⁸² U.S. International Trade in Goods and Services, December and Annual 2024 [Электронный ресурс] // U.S. Bureau of Economic Analysis. – URL: <https://www.bea.gov/news/2025/us-international-trade-goods-and-services-december-and-annual-2024> (дата обращения: 30.04.2025).

²⁸³ Re-Imagining America's Defense Industrial Base [Электронный ресурс] // The National Interest. – URL: <https://nationalinterest.org/feature/re-imagining-americas-defense-industrial-base> (дата обращения: 05.06.2025).

²⁸⁴ Coykendall J., Hardin K., Morehouse J., Shepley S. 2025 Manufacturing industry Outlook [Электронный ресурс] // Deloitte Insights. – URL: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing-industrial-products/manufacturing-industry-outlook.html> (дата обращения: 05.06.2025).

Стратегия промышленного развития США не имеет выражения в едином стратегическом документе. Американская модель управления промышленным комплексом сводилась к формированию среды, способствующей повышению производительности, конкуренции и регламентации деятельности промышленных и технологических компаний. В период президентства Д. Байдена современная промышленная стратегия стала выражаться в четырех принятых законах: «Плане спасения Америки», «Двухпартийном законе об инфраструктуре», «Законе о чипах и науке» и «Законе о снижении инфляции».

Выступая с докладом о промышленной политике в Белом доме, директор Национального экономического совета США Брайан Диз отметил²⁸⁵, что частная промышленная инициатива не аккумулирует инвестиции в стратегических секторах экономики и не обеспечивает на должном уровне национальную безопасность. Поэтому необходимо широкое государственное участие в инвестиционных проектах тех секторов, которые станут основой роста экономики. Рассмотрим некоторые положения доклада.

Первым приоритетом государственных инвестиций является развитие транспортной инфраструктуры.

Вторым ключевым направлением является развитие технологических инноваций. В США закупки инноваций реализуются через федеральную систему исследований, разработок и контрактов, в рамках которой государственный спрос используется для поддержки технологических компаний²⁸⁶. Государственные инвестиции сосредоточены на расширении доступа к высокоскоростному интернету, формировании цифровой экономики, развитии технических компетенций учащихся в школах, а также на переподготовке сотрудников на рабочих местах. Отдельным направлением объявляется локализация всей

²⁸⁵ Remarks on Executing a Modern American Industrial Strategy by NEC Director Brian Deese [Электронный ресурс] // U.S. White House. – URL: <https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/speeches-remarks/2022/10/13/remarks-on-executing-a-modern-american-industrial-strategy-by-nec-director-brian-deese/> (дата обращения: 20.12.2024).

²⁸⁶ SBIR/STTR – America’s Seed Fund [Электронный ресурс] // SBIR. – URL: <https://www.sbir.gov> (дата обращения: 22.08.2025).

производственной цепочки микроэлектроники через предоставление грантов и налоговых льгот по принципу: «Америка инвестировала в Огайо, а жители Огайо инвестировали в Америку».

В период президентства Д. Трампа промышленная политика США приобрела выраженный протекционистский характер посредством введения тарифов на импорт стали, алюминия²⁸⁷ и широкого спектра других товаров.

В рамках управления рисками правительством США был разработан стандарт «AI Risk Management Framework»²⁸⁸, в рамках которого компании выстраивают систему оценки рисков при использовании искусственного интеллекта. Так, появляются первые цифровые платформы по управлению рисками в сфере ИИ (Drata²⁸⁹). В условиях глобальной конкуренции внимание привлекает главный соперник США – Китай, который формирует собственную модель технологического развития и выступает прямым конкурентом США в борьбе за лидерство в сфере инноваций.

Анализ стратегий промышленной политики Великобритании и США выявляет также особую роль цифровых платформ управления рисками, которые становятся самостоятельным организационно-экономическим инструментом промышленной политики. Великобритания демонстрирует это через разработку платформы оценки рисков при использовании искусственного интеллекта, ориентированной на малый бизнес. США формируют институциональную основу управления рисками через стандартизацию подходов, в частности посредством «AI Risk Management Framework», что стимулирует появление частных цифровых платформенных решений в сфере оценки и управления рисками.

²⁸⁷ Fact Sheet: President Donald J. Trump Restores Section 232 Tariff [Электронный ресурс] // The White House. – URL: <https://www.whitehouse.gov/fact-sheets/2025/02/fact-sheet-president-donald-j-trump-restores-section-232-tariffs/> (дата обращения: 22.08.2025).

²⁸⁸ Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) [Электронный ресурс] // National Institute of Standards and Technology. – URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-1.pdf> (дата обращения: 20.12.2024).

²⁸⁹ Mitigate AI Risk with the NIST AI RMF [Электронный ресурс] // Drata. – URL: <https://drata.com/product/nist-ai-risk-management> (дата обращения: 20.12.2024).

Китай представляет собой крупнейшую промышленную экономику. По доле в мировой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности и мировом промышленном экспорте Китай занимает 1-е место, при этом добавленная стоимость в производстве достигает 4,82 трлн долл., а экспорт 3,211 трлн долл. Доля средне- и высокотехнологичных отраслей в промышленности составляет 30,4 % и 31,2 % соответственно²⁹⁰.

За последнее десятилетие Китай продемонстрировал значительные успехи в области технологического развития. Согласно Глобальному инновационному индексу, в 2014 году Китай занимал 29-е место среди 143 стран²⁹¹, однако к 2024 году поднялся на 11-ю позицию²⁹². В области патентной активности Китай также достиг выдающихся результатов, заняв первое место по количеству поданных патентных заявок в 2024 году. В последние годы правительство Китая придает первостепенное значение науке и технологиям, что отражается в структуре государственного бюджета. С 2018 по 2023 год расходы на научные исследования и разработки увеличивались в среднем на 6,4 % в год²⁹³. По итогам 2023 года общие затраты Китая на НИОКР составили примерно 458,5 млрд долл.²⁹⁴. Кроме того, Китай возглавляет мировой рейтинг по количеству научно-технических кластеров в 2023 и 2024 годах, опережая США²⁹⁵. В 2024 году Китай также стал лидером по количеству новых стартапов с миллиардной оценкой, обойдя Соединенные

²⁹⁰ Competitive Industrial Performance Index 2025: China [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/CHN.pdf (дата обращения: 12.09.2025).

²⁹¹ The Global Innovation Index 2014 The Human Factor in Innovation [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2014. – URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2014.pdf (дата обращения: 11.07.2025).

²⁹² China ranking in the Global Innovation Index 2024 [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2024. – URL: <https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2024/cn.pdf> (дата обращения: 11.07.2025).

²⁹³ Китай в 2024 году делает ставку на промышленные инновации [Электронный ресурс] // Российская газета. – URL: <https://rg.ru/2024/03/29/potencial-dlia-razvitiia.html> (дата обращения: 12.07.2025).

²⁹⁴ Кулагин В., Мишустин Г. Китай в 2023 году потратил на НИОКР более \$458 млрд [Электронный ресурс] // Ведомости. – URL: <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2024/03/06/1023890-kitai-potrati-na-niokr-bolee-458-mlrd> (дата обращения: 12.07.2025).

²⁹⁵ «Глобальный инновационный индекс»: лидируют Китай и США [Электронный ресурс] // Новости ООН. – URL: <https://news.un.org/ru/story/2024/08/1455701> (дата обращения: 12.07.2025).

Штаты²⁹⁶. Согласно предварительным данным Национального бюро статистики Китая, в первом полугодии 2025 года темп роста реального ВВП Китая составил 5,3 % в годовом выражении²⁹⁷.

Следует упомянуть и о вызовах китайской экономики. Высокая доля государственных предприятий в промышленном секторе не только позволяет проводить политику правительства Китая последовательно, но и способствует формированию избыточных производственных мощностей, что служит основой для снижения эффективности экономики²⁹⁸. Дополнительно следует учитывать, что половина промышленных предприятий Китая занята в производстве с низкой добавленной стоимостью и низким уровнем оплаты труда, при этом обрабатывающая промышленность характеризуется высокой трудоемкостью, низким техническим уровнем. Некогда прежние преимущества в Китае начинают ослабевать. Наблюдается проблема с рождаемостью и старением населения. В 2023 году Индия обогнала Китай по численности населения. ООН прогнозирует, что разрыв в численности населения между Индией и Китаем будет только увеличиваться²⁹⁹. Ответом на данные вызовы стало использование китайским правительством широкого инструментария поддержки экономики.

Так, становление платформенной экономики в Китае обусловлено масштабными инвестициями в ИКТ-инфраструктуру, вступлением страны в ВТО, распространением цифровых технологий среди населения. Возникший в конце 1990-х годов спрос на дистанционное потребление услуг создал условия для

²⁹⁶ Моисеева А.К., Тюрчев К.С., Куценко Е.С. Единороги в 2024 году: больше, дороже, умнее [Электронный ресурс] // Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. – URL: <https://issek.hse.ru/news/951771910.html> (дата обращения: 12.07.2025).

²⁹⁷ National Economy Made Steady Improvement Despite Challenges in the First Half Year [Электронный ресурс] // National Bureau of Statistics of China. – URL: https://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202507/t20250715_1960408.html (дата обращения: 12.07.2025).

²⁹⁸ Don't forget the downsides of China's innovation push [Электронный ресурс] // The Economist. – URL: <https://www.economist.com/leaders/2025/08/28/dont-forget-the-downsides-of-chinas-innovation-push> (дата обращения: 30.08.2025).

²⁹⁹ India overtakes China as the world's most populous country [Электронный ресурс] // United Nations. – 2023. – URL: <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/PB153.pdf> (дата обращения: 12.07.2025).

появления интернет-стартапов. Государственная политика Китая в данный период сочетала допуск иностранного венчурного капитала и вывод компаний на зарубежные биржи с использованием механизма Variable Interest Entity, что обеспечило приток инноваций и превращение Китая в один из мировых центров венчурного капитала³⁰⁰.

Для стимулирования развития промышленного сектора в Китае применяется широкий спектр налоговых инструментов, насчитывающий 120 льготных мер. В частности, для поддержки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ предприятиям предоставляется возможность уменьшить налогооблагаемую базу на сумму, вдвое превышающую объем понесенных затрат³⁰¹. Дополнительно предусмотрены налоговые льготы законом «О налоге на доходы предприятий» на приобретение современного научно-исследовательского оборудования, снижение ставок налога на прибыль, а также механизмы возврата налога на добавленную стоимость.

Денежно-кредитная политика направлена на поддержку отечественного производства посредством предоставления субсидий, кредитов под низкие проценты. Особое место занимает венчурная поддержка бизнеса. Например, венчурный фонд Шэньчжэня специализируется на инвестировании в промышленность, фонд GGV Capital China – в цифровые технологии, а фонд Matrix Partners China – в финансовые технологии.

Основными инструментами, стимулирующими инновационную деятельность предприятий, являются бюджетные ассигнования, государственные закупки, субсидирование процентных ставок по кредитам и инвестиции в акционерный капитал через Инновационный фонд Китая. В 2024 году Государственный совет КНР утвердил трехлетний план действий в сфере

³⁰⁰ Вареца Р. А. Сравнительный анализ государственной политики в области развития цифровых платформ в Китайской Народной Республике и Российской Федерации // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2025. – № 2. – С. 272–281.

³⁰¹ Гершман М.А., Клыпин А.В., Иванова И.А., Бредихин С.В. Научно-техническая политика Китая: курс на глобальное лидерство // Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ. – 2022. – 4. с.

государственных закупок на 2024-2026 годы³⁰², направленный на упорядочение рынка закупок и содействие промышленному развитию. В документе обозначена необходимость усиления функций государственных закупок в поддержке научно-технологических инноваций, малых и средних предприятий, а также модернизации цифровой платформы государственных закупок.

Передача результатов научных исследований в производство осуществляется через специализированные институты трансфера технологий: университетские центры трансфера технологий, НИИ, региональные индустриальные парки, зоны развития высоких технологий, технологические бюро, консалтинговые агентства.

Во внешнеэкономической деятельности основными инструментами, способствующими развитию высокотехнологического производства, являются иностранные инвестиции, регулируемые Законом «Об иностранных инвестициях» (от 15 марта 2019 года) и специальные экономические зоны. Действуя в синергии, данные инструменты усиливают привлекательность национальной экономики для зарубежного капитала. В целях оптимизации привлечения капитала был разработан каталог, который определяет приоритетные направления для инвестирования. Основной задачей привлечения иностранных инвестиций является модернизация существующих производств и организация новых производственных мощностей внутри Китая. Еще одним инструментом привлечения иностранных технологий в Китай является создание совместных предприятий с иностранными компаниями, при этом условия сотрудничества включают передачу технологий и прав на интеллектуальную собственность в пользу китайской стороны³⁰³.

Одним из ключевых факторов технологического развития Китая является воспроизводство кадров, которое осуществляется через создание новых учебных

³⁰²China releases action plan to improve government procurement [Электронный ресурс] // The State Council of the People's Republic of China. – URL: https://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/202407/04/content_WS66866f3cc6d0868f4e8e8dc1.html (дата обращения: 30.08.2025).

³⁰³McBride J., Chatzky A. Is 'Made in China 2025' a Threat to Global Trade? [Электронный ресурс] // Council on Foreign Relations. – URL: <https://www.cfr.org/backgrounder/made-china-2025-threat-global-trade> (дата обращения: 12.07.2025)

учреждений. Важным аспектом снижения молодежной безработицы становится механизм партнерства между бизнесом и образовательными учреждениями.

Китай активно развивает свои территории в рамках программы «Сделано в Китае – 2025», которая направлена на производство высокотехнологичного оборудования и модернизацию промышленности. Каждая провинция страны имеет свою специализацию.

В провинции Гуандун создается национальная площадка для интеллектуального производства и цифровизации. В Цзянсу строят инновационные центры и продвигают экологически чистое производство. В Хубэе развивают интеллектуальное производство и международное сотрудничество. В Дунгуане, Уси и Ухане реализуются кластерные производственные проекты. В городском округе Уси акцентируется внимание на интернет-приложениях и разработке интеллектуального оборудования, а город Ухань запускает проекты по интеллектуальному и зеленому производству³⁰⁴.

Индия занимает 37-е место среди 153 стран в рейтинге конкурентоспособности промышленности, но по доле в мировой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности страна находится на 6-м месте. Объем добавленной стоимости обрабатывающей промышленности составляет 484 млрд долл., а промышленный экспорт достигает 379,6 млрд долл. Индия демонстрирует также повышение доли средне- (22,8 %) и высокотехнологичных (14,8 %) отраслей. Индекс качества промышленного экспорта (0,675) также превосходит среднемировой показатель (0,518), указывая на рост сложности экспортируемой продукции³⁰⁵.

Индию называют одним из благоприятных мест для размещения производств. ВВП демонстрирует рост – 7,8 % в годовом выражении за апрель-

³⁰⁴ Ma H., Wu X., Yan L., Huang H., Wu H., Xiong J., Zhang J. Strategic Plan of Made in China 2025 and Its Implementations // Analysing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments. – 2018. – 23 p. – DOI: 10.4018/978-1-5225-3468-6.ch001.

³⁰⁵ Competitive Industrial Performance Index 2025: India [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/IND.pdf (дата обращения: 12.09.2025).

июнь 2025 года³⁰⁶. Население страны составляет 1,46 млрд человек³⁰⁷. Медианный возраст населения в стране — 28,8 лет³⁰⁸. Несмотря на высокие макроэкономические показатели, Индия имеет ряд проблем: бедность населения, территориальная диспропорция, низкий уровень организации здравоохранения и образования, низкоэффективная промышленность, проблемы окружающей среды³⁰⁹. Ответом на данные вызовы является экономическая политика, основанная на концепции «Делийского консенсуса», суть которой заключается в развитии инноваций в совокупности с устранением социальных диспропорций.

В 2014 году правительство Индии разработало концепцию «Самодостаточная Индия», в рамках которой была подготовлена программа «Делай в Индии», направленная на повышение эффективности промышленности³¹⁰. Администрация Н. Моди поставила задачу изменить механизм экономического роста Индии за счет запуска национальных, региональных и отраслевых программ поддержки. Особенность технологической и промышленной культуры Индии заключается в том, что инновации создаются на уровне домохозяйств. В связи с этим была запущена программа Startup India, направленная на снижение налоговой нагрузки, расширение возможностей участия стартапов в частных и публичных закупках, упрощение административных процедур, включая ускоренную патентную экспертизу³¹¹. В индийской стратегии промышленного развития государственные

³⁰⁶ India's dead economy delivers GDP shock to Trump [Электронный ресурс] // The Economic Times. – URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/indicators/indias-dead-economy-delivers-gdp-shock-to-trump/articleshow/123585637.cms> (дата обращения: 30.08.2025).

³⁰⁷ UN report: India's population hits 1.46 billion, fertility drops below replacement rate; experts warn of alarming urban TFR decline [Электронный ресурс] // India Times. – URL: <https://www.indiatimes.com/trending/un-report-indias-population-hits-146-billion-fertility-drops-below-replacement-rate-experts-warn-of-alarming-urban-tfr-decline-660856.html> (дата обращения: 30.08.2025).

³⁰⁸ India's Median Age [Электронный ресурс] // World Economics. – URL: <https://www.worldeconomics.com/Processors/Demographics-Countries-MedianAge.aspx?Country=India> (дата обращения: 30.08.2025).

³⁰⁹ Щедров И.Ю. Технологическая политика Индии // Российский совет по международным делам. – 2023. – 56 с.

³¹⁰ Make in India [Электронный ресурс] // India Brand Equity Foundation. – URL: <https://www.ibef.org/economy/make-in-india> (дата обращения: 30.08.2025).

³¹¹ Startup India Programme [Электронный ресурс] // Press Information Bureau Government of India Ministry of Commerce & Industry. – URL: <https://www.pib.gov.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=147661> (дата обращения: 23.07.2025).

закупки выступают инструментом формирования спроса на продукцию локальных производителей и стимулирования их участия в поставках государственным заказчикам³¹². В рамках программы Startup India закупки используются как канал вывода стартапов на рынок государственного спроса. Для стартапов предусмотрены послабления при участии в закупках, включая освобождение от требований к предварительному опыту, обороту и обеспечительному платежу³¹³. Цифровизация закупок обеспечивается платформами через Central Public Procurement Portal и Government e-Marketplace.

Также была запущена программа «Atal Innovation Mission», направленная на развитие образовательной инфраструктуры³¹⁴. Для решения проблемы медленного освоения технологий правительство запустило программу Skill India, целью которой являются переподготовка и дополнительное обучение населения, а также была запущена образовательная цифровая платформа³¹⁵. Одной из особенностей инновационной культуры Индии является широкая представленность индийских диаспор в англоязычных странах. Диаспоры выступают каналом передачи знаний и технологий. В целях использования данного потенциала были созданы инициативы «Глобальная индийская сеть знаний» и «Глобальный консультативный совет при премьер-министре»³¹⁶.

Поддержка локального производства в Индии реализуется через программу поэтапного развития производства, стимулирующую выпуск электронных компонентов путем повышения базовой таможенной пошлины на импорт

³¹² Guidelines on Public Procurement [Электронный ресурс] // Ministry of Commerce & Industry. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1563772®=3&lang=2> (дата обращения: 23.07.2025).

³¹³ Public Procurement [Электронный ресурс] // Startup India. – URL: https://www.startupindia.gov.in/content/sih/en/public_procurement.html#1545892390216 (дата обращения: 24.07.2025).

³¹⁴ Atal Innovation Mission (AIM) [Электронный ресурс] // Government of India. – URL: <https://aim.gov.in/overview.php> (дата обращения: 23.07.2025).

³¹⁵ Skill India Digital [Электронный ресурс] // Ministry of Skill Development & Entrepreneurship, Government of India. – URL: <https://www.skillindiadigital.gov.in/home> (дата обращения: 23.07.2025).

³¹⁶ Щедров И.Ю. Технологическая политика Индии // Российский совет по международным делам. – 2023. – 56 с.

соответствующих компонентов³¹⁷. Министерство тяжелой промышленности реализует программу быстрого внедрения и производства электромобилей в Индии (FAME India)³¹⁸. Данная программа нацелена на снижение энергетической зависимости Индии от импорта, так как страна импортирует 85 % нефти³¹⁹, что делает ее уязвимой к колебаниям цен на нефть и геополитическим рискам. В рамках данной программы осуществляется субсидирование части стоимости электромобилей для потребителей. По прогнозам, к 2030 году в Индии на дорогах будет около 50 млн электромобилей, а объем рынка достигнет 48,6 млрд долл³²⁰. Таким образом, Индия ориентирована на укрепление своей позиции как нового глобального центра производства.

Россия вынуждена строить промышленную стратегию в условиях внешних санкций и технологической зависимости. При этом Россия обладает рядом преимуществ в промышленной сфере, к которым относятся крупнейшие залежи углеводородов. Россия также располагает квалифицированной рабочей силой, высоким уровнем человеческого капитала и развитой оборонно-промышленной базой, которая является драйвером внутреннего производства. Дискуссии о проблемах российской промышленности возникли не после начала пандемии COVID-19 и СВО, а в связи с переходом мирового производства от Индустрии 3.0 к Индустрии 4.0. Вызовом для России в данных условиях выступает технологическая зависимость от импорта. Так, в легкой промышленности доля

³¹⁷ Phased Manufacturing Programme (PMP) [Электронный ресурс] // Press Information Bureau, Government of India. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2115171> (дата обращения: 23.07.2025).

³¹⁸ FAME India Phase II Scheme [Электронный ресурс] // Press Information Bureau, Ministry of Heavy Industries, Government of India. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2112237> (дата обращения: 23.07.2025).

³¹⁹ Demand for Grants 2025-26 Analysis Petroleum and Natural Gas [Электронный ресурс] // PRS legislative Research. – URL: <https://prsindia.org/budgets/parliament/demand-for-grants-2025-26-analysis-petroleum-and-natural-gas> (дата обращения: 23.07.2025).

³²⁰ Субсидии и FAME: как в Индии поддерживают развитие рынка электрокаров [Электронный ресурс] // РБК. – URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/66ba2adb9a7947d65cc0abfa> (дата обращения: 23.07.2025).

импортного оборудования достигает 90 %³²¹. Существенной проблемой остается дефицит инженерных кадров³²², а также региональная диспропорция промышленного развития. Последнее проявляется в концентрации промышленного роста в Центральном федеральном округе и Поволжье при параллельном отставании Сибири и Дальнего Востока³²³. Показатели инновационного развития России остаются низкими по сравнению с рассмотренными выше странами (таблица 2.4).

Таблица 2.4

Сравнение показателей инновационного развития России и зарубежных стран по итогам 2025 года (по данным Global Innovation Index)³²⁴

Критерий	Страна	Показатель
Оценка инноваций (интегральный балл GI)	США	61.7
	Великобритания	59.1
	Китай	56.6
	Германия	55.5
	Индия	38.2
	Россия	30.3
Валовые расходы на НИОКР, % от ВВП	США	3.4%
	Германия	3.1%
	Великобритания	2.8%
	Китай	2.6%
	Россия	0.9%
	Индия	0.6%
Патентная интенсивность (патенты резидентов на 1 млрд долл. ППС ВВП)	Китай	44.1
	Германия	10.8
	США	9.9
	Великобритания	4.2
	Индия	3.4
	Россия	3.2

³²¹ Легкая промышленность: от проблем к возможностям [Электронный ресурс] // Strategy.ru. – URL: <https://strategy.ru/research/expert/legkaya-promyshlennost-ot-problem-k-vozmozhnostyam-109/> (дата обращения: 24.07.2025).

³²² Кадровый баланс: почему российским компаниям не хватает инженеров [Электронный ресурс] // Forbes. – URL: <https://www.forbes.ru/mneniya/532897-kadrovyy-balans-pocemu-rossijskim-kompaniam-ne-hvataet-inzenerov> (дата обращения: 24.07.2025).

³²³ Родин О.А., Кленова Т.В. Высокотехнологичные и наукоемкие отрасли в экономике РФ: структурные тенденции и региональные диспропорции // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – № 5-2, (104). – DOI:10.24412/2500-1000-2025-5-2-375-380.

³²⁴ Составлено автором по: Global Innovation Index 2025: Innovation at a Crossroads 18th Edition [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2025. – 295 p. – URL: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/assets/89507/global-innovation-index-2025-en.pdf> (дата обращения: 24.09.2025).

Продолжение таблицы 2.4

Экспорт высокотехнологичной продукции, % от общего объема торговли	Китай	23.9
	Германия	13.6
	США	10
	Великобритания	8.4
	Индия	5.1
	Россия	2.4

Таким образом, центральное противоречие современного промышленного развития России заключается в том, что при наличии ресурсов и инновационного потенциала сохраняется технологическая зависимость. В условиях обозначенного противоречия государство с начала 1990-х годов использует различные программы и концепции трансформации промышленности, которые остаются популярными инструментами проектирования будущего промышленности в условиях сменяющих друг друга экономических кризисов³²⁵. Современный промышленно-технологический курс выражен в ряде стратегических документов:

- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
- Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года»;
- Государственная программа «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

Указанные документы задают рамку государственной политики в сфере промышленного и технологического развития, определяя приоритеты модернизации, импортозамещения и укрепления технологического суверенитета. Анализ документов позволяет выделить совокупность инструментов промышленной политики, представленную в таблице 2.5.

³²⁵ Вареца Р.А. Технологическое предпринимательство через призму государственной экономической политики России // Россия в фокусе перемен: институты, механизмы, технологии развития: Сборник трудов по результатам VI Всероссийской научно-практической конференции в рамках XLIV Научной сессии экономического факультета Недели науки-2023 Южного федерального университета: в 2 томах, Ростов-на-Дону, 20–26 мая 2023 года. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2023. – С. 109 – 113.

Инструменты промышленной политики, формирующие условия для развития технологического предпринимательства в России³²⁶

Категория	Инструменты
Финансовая поддержка	— внедрение принципа «право на риск»; — создание института кредитования под залог интеллектуальной собственности; — введение режима «патентная коробка»; — введение механизма закупки высокотехнологичной продукции госкомпаниями и компаниями с государственным участием; — лизинг производственных сооружений и зданий; — крауд-платформы, институт бизнес-ангелов, эндаумент-фонды; — субсидирование НИОКР; — гранты; — налоговые вычеты, налоговые кредиты; — финансирование через облигации; — адресные государственные закупки.
Кадровая политика	— расширение программ университетского технологического предпринимательства, акселераторов и стартап-студий; — создание системы долгосрочной мотивации ученых (от олимпиад до создания лабораторий); — развитие форм «цифрового резидентства»; — популяризация в системе высшего образования технологического предпринимательства.
Инфраструктурная поддержка	— инновационные научно-технологические центры; — тренировочные полигоны, экспериментальные цеха, площадки опытного внедрения инновационных решений; — фонды коммерциализации НИОКР; — биржи мощностей; — цифровые платформы (маркетплейсы) для взаимодействия крупных заказчиков и разработчиков высокотехнологичной продукции; — реестры малых технологических компаний.
Экспортная поддержка	— трансграничные технологические платформы; — платформы контрактных разработок; — индустриальные зоны по производству высокотехнологичной продукции в дружественных странах.

Таким образом, место инструментов в системе стратегических документов и программ промышленного развития России представлено на рисунке 2.4. Инструменты промышленной политики создают условия для технологического развития, однако охватывают отдельные направления поддержки и не в полной мере обеспечивают целостное сопровождение технологического решения на этапах

³²⁶ Составлено автором.

его разработки и промышленного внедрения. В этих условиях закупки могут рассматриваться как один из инструментов, позволяющих связать меры поддержки со спросом заказчиков. Место закупок в рассмотренных стратегических документах раскрывается через введение механизма закупки отдельных видов высокотехнологичной продукции, созданной на основе собственных разработок, государственными корпорациями и компаниями с государственным участием. Дополнительно Концепция предусматривает создание цифровых платформ для взаимодействия крупных заказчиков и разработчиков высокотехнологичной продукции, а также специальных механизмов поддержки закупок отечественной высокотехнологичной продукции. В России появляются новые организационно-правовые инструменты, направленные на учет рисков при реализации технологических решений, например, таких как «право на риск», однако их функциональная направленность остается ограниченной. Данный инструмент допускает принятие решений в условиях неопределенности и определяет его правовой статус риска. Но в условиях закупок технологических решений, правового признания риска недостаточно. Это связано с тем, что заказчику технологического решения необходимо выбрать наиболее эффективное вариант их нескольких альтернативных решений. Закупка технологического решения предполагает выбор между альтернативными вариантами, разработка которых сопровождается более высокими рисками по сравнению с приобретением стандартной продукции. В традиционных закупках приобретаемая продукция уже обладает подтвержденными характеристиками, тогда как технологическое решение может иметь неподтвержденные технические, производственные, коммерческие параметры. В связи с этим для эффективного выбора победителя требуются специальные методы оценки рисков, позволяющие сопоставить альтернативные решения. Аналогичная проблема в части использования методов оценки рисков при выборе победителя проявляется в грантовых конкурсах поддержки технологических решений. Например, в Фонде содействия инновациям экспертиза грантовых проектов остается неполной в части применения методов оценки рисков.



Рисунок 2.4. Инструменты достижения технологического лидерства в системе стратегических документов и программ промышленного развития России³²⁷

³²⁷ Составлено автором.

В программах «Умник»³²⁸ и «Студенческий стартап»³²⁹ оценка рисков полностью отсутствует. В программе «Старт-1»³³⁰ упомянуты только контрагентские риски. Программы «Развитие-Станкостроение»³³¹, «Интернационализация»³³² и «Коммерциализация»³³³ ограничиваются критерием анализа риска внедрения и выхода продукта на рынок. В итоге процедуры конкурсного отбора не предусматривают комплексной оценки вероятности выживания стартапа, что снижает эффективность распределения ресурсов.

Для рассмотренных государств характерна ориентация на локализацию передовых технологий, снижение зависимости от внешних поставок, стимулирование исследований и разработок, цифровизация промышленности. При этом общим вызовом выступает дефицит инженерно-технических кадров и необходимость адаптации образовательных систем к условиям Индустрии 4.0. Обобщение особенностей стратегий промышленной политики ведущих стран и роли закупок в их реализации представлено в таблице 2.6.

³²⁸ Положение о конкурсе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: <https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20УМНИК-2025.pdf> (дата обращения: 08.12.2025).

³²⁹ Положение о конкурсе «Студенческий стартап» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: <https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20СтС-7.pdf> (дата обращения: 08.12.2025).

³³⁰ Положение о конкурсе «Старт-1» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: [https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Старт-1%20\(очередь%201\)_на%20сайт.pdf](https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Старт-1%20(очередь%201)_на%20сайт.pdf) (дата обращения: 08.12.2025).

³³¹ Положение о конкурсе «Развитие-Станкостроение» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: https://fasie.ru/upload/Pol_R-st-3.pdf (дата обращения: 08.12.2025).

³³² Положение о конкурсе «Интернационализация» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Международные%20программы_на%20сайт.pdf (дата обращения: 08.12.2025).

³³³ Положение о конкурсе «Коммерциализация-импортозамещение (очередь XIX)» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Коммерциализация-19_на%20сайт.pdf (дата обращения: 08.12.2025).

Таблица 2.6

Ключевые особенности и роль закупок в стратегиях промышленной политики ведущих стран³³⁴

Страна	Особенность стратегии промышленной политики	Роль закупок в стратегии
Европейский Союз	Ориентация на сохранение единого рынка, а также на снижение стратегических зависимостей.	Использование публичных закупок для формирования раннего спроса на инновационные решения в рамках единого европейского рынка.
Германия	Опора на промышленную базу, региональную диверсификацию производства и цифровизацию цепочек создания стоимости.	Закупки инноваций используются для увеличения доли новых продуктов и услуг в публичном заказе и вовлечения стартапов.
Великобритания	Сохранение условий открытого рынка с адресной поддержкой стратегических отраслей.	Закупки применяются как рыночный инструмент промышленной политики, позволяющий государству поддержать приоритетные отрасли без перехода к директивной модели.
США	Проведение протекционистской политики с целью локализации и защиты критических производственных цепочек.	Федеральные закупки обеспечивают стратегические секторы экономики заказами на технологические решения.
Китай	Директивная модель промышленной политики, основанная на планировании, территориальной специализации, масштабной государственной поддержке.	Государственные закупки используются как директивный инструмент поддержки технологических приоритетов.
Индия	Ориентация на превращение страны в глобальный производственный центр за счет демографического потенциала, развития стартап-экосистем и локализации производства.	Использование закупок как механизма включения стартапов и локальных производителей в систему государственных контрактов.
Россия	Реализация промышленной политики в условиях санкционных ограничений, технологической зависимости, импортозамещения.	Использование закупок высокотехнологичной продукции как инструмента реализации задач технологического суверенитета.

Закупки выступают организационно-экономическим инструментом промышленной политики, поскольку реализуют спрос на новые решения, но эффективность их зависит от качества процедуры отбора. В связи с этим перспективным направлением является разработка организационно-

³³⁴ Составлено автором.

экономического механизма закупок технологических решений, в котором цифровая платформа с инструментом оценки рисков технологического решения выступает основой реализации закупки. Для промышленности данный механизм обеспечит более обоснованный отбор решений, а для экономики – повышение результативности расходов на технологическое развитие.

2.3. Контрактная система в сфере закупок технологических решений как механизм поддержки субъектов промышленности

Для определения возможностей совершенствования систем закупок в целях управления развитием технологического предпринимательства в промышленности проведен анализ действующих организационно-экономических механизмов закупок. Он включает рассмотрение нормативных оснований закупочных процедур, способов формирования потребности заказчика, порядка привлечения участников, критериев оценки заявок, стадий отбора, роли цифровой платформы и ограничений действующей системы. Актуальность совершенствования систем частных и государственных закупок усиливается на фоне роста затрат на инновационную деятельность в обрабатывающей промышленности. Данный подход позволяет выявить, какие элементы существующих закупок могут быть использованы при организации отбора технологических решений, а также определить ограничения рассматриваемых систем закупок при работе с технологическими решениями. По данным ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, в 2024 году объем затрат на инновационную деятельность в обрабатывающей промышленности превысил 1,8 трлн рублей, увеличившись на 30 % в постоянных ценах³³⁵. Существенная часть затрат концентрируется в высоко- и среднетехнологических секторах, при этом структура расходов характеризуется высокой долей

³³⁵ Затраты на инновации растут [Электронный ресурс] // ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. – URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1090838378.pdf> (дата обращения: 12.10.2025).

капиталоемких направлений³³⁶. Рост финансирования означает повышение «цены ошибки» при отборе технологических решений и необходимость более строгой оценки и мониторинга рисков на стадиях разработки, испытаний и производства.

В современной практике закупок в Российской Федерации, в том числе в сфере технологических разработок, применяется система оценки заявок, основанная на критериях, предусмотренных законодательством. Согласно статье 32 Федерального закона от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» оценка заявок участников осуществляется по следующим критериям:

- цена контракта или сумма единиц товара, работы, услуги;
- расходы на эксплуатацию и ремонт товаров, использование результатов работ;
- качественные, функциональные и экологические характеристики объекта;
- квалификация участников закупки (наличие финансовых ресурсов, оборудования, материалов, опыта работы, деловой репутации, квалификации).

Каждому из данных критериев присваивается значимость в общей оценке заявки, совокупная величина которой составляет 100 %. Порядок определения значимости критериев и применения методов оценки заявок установлен постановлением Правительства Российской Федерации от 31.12.2021 № 2604 «Об оценке заявок на участие в закупке товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». В соответствии с данным постановлением минимальное количество критериев оценки должно составлять не менее двух, одним из которых является цена контракта. Значимость критерия «расходы на эксплуатацию и ремонт» не должна превышать значимость критерия «цена контракта».

В рамках оценки заявок применяется балльная система, в которой каждому критерию присваивается определенное количество баллов в зависимости от степени соответствия предложения участника установленным требованиям.

³³⁶ Затраты на инновации растут [Электронный ресурс] // ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. – URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1090838378.pdf> (дата обращения: 12.10.2025).

Например, при оценке квалификации участников учитываются такие показатели, как наличие опыта выполнения аналогичных контрактов, наличие ресурсов и специалистов. Таким образом, данная система оценки не в полной мере учитывает инновационный потенциал продукта, поскольку основное внимание уделяется формальным критериям, что ограничивает, в первую очередь, участие в закупках стартапов. Таким образом, действующая система оценки заявок основывается на критериях и балльной системе, обеспечивающей прозрачность процедуры. Однако в контексте закупок технологических решений существует необходимость в ином инструменте оценки, способном учитывать риски.

Также закупки технологических решений в форме выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ проводятся в рамках правового регулирования контрактной системы (Федеральный закон № 44-ФЗ). Несмотря на формальное наличие правовых механизмов, способствующих поддержке инновационной деятельности, их фактическая реализация характеризуется рядом институциональных ограничений.

На этапе инициирования закупки заказчик формулирует потребность посредством жестко структурированного технического задания. Объект закупки описывается как конечный результат в виде отчета, модели, патента или программного продукта. При этом отсутствует практика формулирования функционального задания, ориентированного на решение прикладной задачи в условиях неопределенности.

Выбор способа закупки основывается на консервативных формах конкурсного отбора: открытом конкурсе, аукционе, закупке у единственного поставщика и иных процедурах. При этом даже конкурсы в рамках Федерального закона № 44-ФЗ предполагают приоритет ценового критерия.

Процесс исполнения контракта завершается сдачей отчетной документации, прототипа, образца. Однако в большинстве случаев не предусматриваются этапы пилотирования и опытной эксплуатации, а также отсутствуют механизмы адаптации результата под нужды конечного пользователя.

Таким образом, действующая закупочная процедура на этапе формирования технического задания недостаточно учитывает инженерно-технологические риски, а на этапе исполнения контракта не предусматривает полноценных стадий разработки, опытной эксплуатации и адаптации решения под потребности заказчика. Стоит подчеркнуть, что критерии выбора технологического решения не включают количественную оценку инженерно-технологических рисков. В результате сравнение альтернатив смещается к цене, тогда как вероятность недостижения требуемых технических параметров, а также риски внедрения и последующей коммерциализации остаются неучтенными, что обосновывает необходимость внедрения алгоритмизированного инструмента оценки рисков в процедуры государственных закупок.

Данный вывод дополняется результатами исследования Высшей школы экономики³³⁷, в котором подчеркивается, что система закупок в России обладает нереализованным потенциалом как инструмент ускорения инновационного развития. Эмпирическая основа исследования включает анализ данных о закупках НИОКР и проведение опроса заказчиков. Результаты анализа демонстрируют, что институциональная среда определяет активность заказчика НИОКР: организации, осуществляющие закупки по 223-ФЗ, чаще приобретают технологические решения, чем заказчики, действующие в рамках 44-ФЗ, для которых характерны жесткие правила закупочных процедур. Также отмечается дифференциация по уровням власти: федеральные и региональные заказчики проявляют наибольшую активность в закупке технологических решений, чем муниципальные заказчики. Стимулами названы наличие информации о правилах закупок, методические рекомендации и критерии инновационности. К барьерам отнесены высокая стоимость технологических решений, трудности их классификации, недостаток информации о рынке и ограниченные возможности оценки их качества.

³³⁷ Vilkova M.N., Zavorohina A.P., Kashin D.V., Petrova P.A., Podrogenko J.P., Tillashayhov D.R. Public procurement of innovations: case of Russia. – 2025. – 34 p. – DOI: 10.13140/RG.2.2.27122.62400.

Дополнительно в исследовании С.С. Цыганкова³³⁸ анализируется роль закупок в национальной инновационной политике России с позиций нарративной экономики. В качестве причин названы некоторые институциональные проблемы: отсутствие единой методологической базы, несогласованность нормативных документов, нарастающая регуляторная политика. В другом исследовании³³⁹ демонстрируется, что в российской системе закупок не создан эффективный механизм спроса на новые технологии, поскольку существующие процедуры применяются формально, критерии инновационности разрознены, а часть закупок в действительности не имеет отношения к созданию или внедрению новых технологий.

В зарубежной практике закупки технологических решений представлены специальными организационно-экономическими механизмами, в которых закупочная процедура строится как последовательность этапов: формирование технологической задачи, разработка решения, испытание прототипа и последующий выбор наиболее эффективного варианта. В Европейском союзе данный подход реализуется в рамках программы «Horizon Europe», предусматривающей софинансирование проектов по процедурам предпродажных закупок (Pre-Commercial Procurement, PCP) и государственных закупок инновационных решений (Public Procurement of Innovative Solutions, PPI)³⁴⁰.

Предпродажные закупки (Pre-Commercial Procurement, PCP) направлены на приобретение научно-исследовательских и опытно-конструкторских услуг. Данный инструмент применяется в случае отсутствия готового рыночного решения и необходимости разработки решения «под задачу». Предпродажные закупки строятся как многостадийный конкурсный процесс с несколькими поставщиками и последовательным «отсевом»: первая фаза – концепция (проектное решение);

³³⁸ Tsygankov S. Russian Public Procurement and National Innovation Policy // GSOM emerging markets conference 2022. – 2022. – P. 14.

³³⁹ Tsygankov S., Syropyatov V., Volchik V. Institutional governance of innovations: Novel insights of leadership in Russian public procurement // *Economies*. – 2021. – Vol. 9, № 4. – 16 p. – DOI: 10.3390/economies9040189.

³⁴⁰ Research and innovation: The New European Innovation Agenda [Электронный ресурс] // European Commission. Innovation procurement. – URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda/innovation-procurement_en (дата обращения: 11.09.2024).

вторая фаза – прототипирование и испытание прототипа; третья фаза – тестирование ограниченной серии в реальных условиях³⁴¹. В практическом гайде указывается ориентир по распределению бюджета по фазам: 10-15 % (1-я фаза), 30-40 % (2-я фаза), 50-60 % (3-я фаза)³⁴². Отбор технологических решений строится по критерию MEAT, который интерпретируется как наилучшее соотношение «качество – цена»³⁴³. Модель государственных закупок инновационных решений (Public Procurement of Innovative Solutions, PPI) используется в тех случаях, когда проблема решается за счет существующих технологических решений, представленных на рынке³⁴⁴.

Выбор между двумя инструментами осуществляется через процедуру исследования рынка и анализа технологических пробелов. Если подходящие решения отсутствуют, применяется инструмент предпродажных закупок РСР. Если решения существуют, но требуют доработки и адаптации под требования заказчика, используется инструмент государственных закупок инновационных решений PPI. Процесс закупки включает следующие этапы: определение цели и горизонта реализации проекта (краткосрочного, среднесрочного, долгосрочного), разработку процедур и фильтров отбора инициатив, сопоставление потребностей проекта с доступными ресурсами и возможностями организации, разработку бизнес-кейса (описания проекта) и проведение исследования рынка.

³⁴¹ European Commission. What is a PCP phase? [Электронный ресурс] // Research and innovation: European Assistance for Innovation Procurement – FAQ.– URL: <https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda/innovation-procurement/eafip/faq> (дата обращения: 11.09.2024).

³⁴² Bos L. Public Demand Driven Innovation: Innovation Procurement (PCP and PPI) in Horizon 2020. Updated version for WP2017 calls [Электронный ресурс]: презентация // European Commission. – 2016. – с. 38. – URL: https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2016-37/pcp_and_ppi_in_h2020_wp17update_16966.pdf (дата обращения: 11.09.2024).

³⁴³ Morisson A., Pattinson M. Innovation in Less-Developed Regions - Interreg Europe Policy Brief // Interreg Europe Policy Learning Platform. – 2021. – 17 p.

³⁴⁴ Research and innovation: The New European Innovation Agenda [Электронный ресурс] // European Commission. Innovation procurement. – URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda/innovation-procurement_en (дата обращения: 11.09.2024).

Следующим примером выступает инновационное партнерство – процедура закупки, закрепленная в директиве Европейского союза, предназначенная для ситуаций, когда на рынке отсутствуют товары, услуги и работы, способные удовлетворить потребности заказчика³⁴⁵. Процедура инновационного партнерства включает несколько этапов. На первом этапе заказчик формулирует свои требования к продукту и приглашает потенциальных участников к подаче заявок. Далее проводятся переговоры с претендентами, по итогам которых формируется пул партнеров. Обязательным условием допуска является наличие у заявителя ресурсов и опыта разработки технологических решений. Контракт в рамках инновационного партнерства заключается с несколькими участниками, при этом каждая организация обязана вести самостоятельную исследовательскую деятельность. По мере достижения промежуточных этапов заказчик вправе сократить число партнеров, прекращая сотрудничество с менее успешными. Завершающий контракт на поставку разрабатываемого продукта заключается с участником, продемонстрировавшим лучшие результаты.

Рассмотрим закупки с опережающими обязательствами (Forward Commitment Procurement, FCP), реализуемые в Великобритании. Данный подход заключается в соглашении, при котором заказчик обязуется приобрести товар или услугу в будущем на основании заранее определенных условий³⁴⁶. Этот инструмент направлен на решение проблем, связанных со сбытом. В отличие от традиционных подходов FCP предлагает инструмент «управляемого спроса». На первом этапе заказчик идентифицирует потребность и выявляет неудовлетворенный спрос с привлечением конечных пользователей. На втором этапе осуществляется предварительный анализ рынка: проводятся консультации с пользователями,

³⁴⁵ Директива 2014/24/ЕС Европейского парламента и Совета от 26 февраля 2014 года «О государственных закупках» (с отменой Директивы 2004/18/ЕС) [Электронный ресурс] // Official Journal of the European Union. – 2014. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32014L0024> (дата обращения: 14.09.2024).

³⁴⁶ Delivering best value through innovation: Forward Commitment Procurement – Practical Pathways to Buying Innovative Solutions [Электронный ресурс] // Department for Business, Innovation & Skills. – URL: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a78d3e8e5274a2acd18a194/11-1054-forward-commitment-procurement-buying-innovative-solutions.pdf> (дата обращения: 19.10.2024).

уточняется спецификация, выявляются возможные ограничения. Заключительный этап предполагает разработку решения и его последующую закупку. При этом FCP допускает поэтапный отказ от проекта без существенных издержек, если рыночные условия не соответствуют целям закупки.

В США закупка технологических решений реализуется через совокупность федеральных программ, грантовых и контрактных инструментов. Первыми из них являются программы «Инновационные исследования в малом бизнесе» (Small Business Innovation Research, SBIR) и «Передача технологий малому бизнесу» (Small Business Technology Transfer, STTR), предназначенные для поддержки выполнения НИОКР малыми предприятиями³⁴⁷ и реализуемые федеральными ведомствами³⁴⁸. Обе программы имеют фазовую структуру, финансирование осуществляется в форме грантов и контрактов. Первая фаза направлена на технико-экономическое обоснование и проверку концепции. Вторая фаза продолжается при условии достижения на первой фазе поставленных целей. Коммерциализация полученных результатов происходит на третьей фазе, но без дополнительного финансирования из этих программ. Отбор заявок в SBIR и STTR происходит по формальным требованиям к организации³⁴⁹ и на основе экспертной оценки. Состав критериев зависит от ведомства. Например, Национальный институт здравоохранения использует девятибалльную шкалу экспертной оценки³⁵⁰.

The Broad Agency Announcement (BAA) – это инструмент финансирования, используемый National Science Foundation (NSF) для привлечения предложений по

³⁴⁷Understanding SBIR and STTR. [Электронный ресурс] // National Institutes of Health, SEED. – URL: <https://seed.nih.gov/small-business-funding/small-business-program-basics/understanding-sbir-sttr#Application-types-and-program-phases> (дата обращения: 19.10.2024).

³⁴⁸Participating Federal Agencies [Электронный ресурс] // U.S. Small Business Administration. – URL: <https://www.sbir.gov/participating-agencies> (дата обращения: 19.10.2024).

³⁴⁹National Institutes of Health, SEED. Eligibility Criteria [Электронный ресурс] //Small Business Program Basics. – URL: <https://seed.nih.gov/small-business-funding/small-business-program-basics/eligibility-criteria> (дата обращения: 19.10.2024).

³⁵⁰Scoring System and Procedure [Электронный ресурс] // National Institutes of Health. – URL: https://grants.nih.gov/grants/peer/guidelines_general/scoring_system_and_procedure.pdf (дата обращения: 23.10.2024).

исследованиям и образованию в области науки и техники³⁵¹. Данный инструмент направлен на работу в условиях отсутствия технического задания, когда ожидаются разные научно-технические подходы к достижению конечного результата по контракту. Заявки оцениваются по критериям, установленным заказчиком³⁵², а также посредством научно-технической экспертизы. По результатам отбора проекты получают контракт или грант.

Выявленное в исследовании А. Хлакса, Б. Монтейро, П. Боэша³⁵³, позволяет рассматривать закупки как ключевой инструмент формирования спроса на инновации и решения общественно значимых задач. Выделяется ряд системных барьеров европейской модели закупок: склонность заказчиков избегать решений, связанных с неопределенностью и рисками, избыточную бюрократизацию процедур, дефицит компетенций в управлении инновациями. В рамках исследования О. Кьяппинелли, Л.М. Джуффриды и Дж. Спаньоло³⁵⁴ обобщены эмпирические и теоретические исследования по ЕС и США, демонстрирующие, что потенциал РРІ реализуется через стимулирование инкрементальных технологических решений. Проблемы локализуются на стороне публичного заказчика: дефицит компетенций, жесткость процедур, слабое управление рисками и неопределенностью. В исследовании Л. Хоммена и М. Рольфстама³⁵⁵ результативность закупок технологических решений определяется характером взаимодействия заказчиков и производителей, стадией технологического развития и типом инструмента закупки. К проблемам отнесены неспособность заказчиков

³⁵¹ Broad Agency Announcements [Электронный ресурс] // National Science Foundation. – URL: <https://www.nsf.gov/funding/broad-agency-announcements> (дата обращения: 24.10.2024).

³⁵² Federal Acquisition Regulation. Part 35 – Research and Development Contracting. 35.016 Broad agency announcement [Электронный ресурс] // Acquisition.gov. – URL: https://www.acquisition.gov/far/part-35#FAR_35_016 (дата обращения: 27.10.2024).

³⁵³ Monteiro B., Hlacs A., Boéchat P. Public procurement for public sector innovation: Facilitating innovators' access to innovation procurement // OECD Working Papers on Public Governance. – 2024. – No. 80. – DOI: 10.1787/9aad76b7-en.

³⁵⁴ Chiappinelli O., Giuffrida L. M., Spagnolo G. Public procurement as an innovation policy: where do we stand? // International Journal of Industrial Organization. – 2025. – Vol. 100. – 20 p. – DOI: [10.2139/ssrn.4343668](https://doi.org/10.2139/ssrn.4343668).

³⁵⁵ Hommen L., Rolfstam M. Public procurement and innovation: towards a taxonomy // Journal of Public Procurement. – 2008. – Vol. 8, no. 3. – P. 17–56. – DOI: 10.1108/JOPP-08-03-2008-B001.

формулировать функциональные требования, координационные трудности, недостаточное управление технологическими рисками. В работе С. Т. Хауэлла³⁵⁶ программа SBIR рассматривается с позиции эффективности грантовой помощи малым технологическим компаниям по данным Министерства энергетики США. Выявлено, что грант на начальной стадии увеличивает патентную активность, вероятность привлечения венчурного капитала, вероятность появления выручки и выживаемость фирм, тогда как крупные гранты оказывают минимальное влияние на поздних этапах программы на дальнейшую разработку технологии. Одной из проблем закупок технологических решений является двусторонняя асимметрия информации: заказчик на момент объявления закупки не располагает полным представлением о множестве возможных решений, тогда как исполнитель в условиях ограниченного понимания специфики внедрения может неверно интерпретировать приоритеты заказчика и иные параметры запроса. В работе А.Б. Симонова с соавторами³⁵⁷ подчеркивается, что асимметрия информации значима для рынка технологических решений: потребители не способны достоверно оценить реальные характеристики инновации и вынуждены судить о качестве по косвенным признакам (цене и др.), что приводит к выбору дешевых, но менее эффективных решений. Таким образом, сравнение российской и зарубежной практики позволяет выделить различие в механизме закупочной процедуры. В рамках российской системы закупок осуществляется выбор исполнителя, а зарубежные системы предусматривают поэтапный отбор технологического решения через разработку и испытания с последующим выбором варианта, релевантного потребностям заказчика.

Одним из направлений совершенствования процедуры закупки является использование уровней технологической готовности TRL как основы отбора технологических решений. Стадийный отбор предполагает последовательное

³⁵⁶ Howell S. Financing Innovation: Evidence from R&D Grants // American Economic Review. – 2017. – Vol. 107, no. 4 – P. 1136–1164. – DOI: 10.1257/aer.20150808.

³⁵⁷ Симонов А.Б., Рогачев А.Ф., Кетько Н.В. Моделирование влияния информационной асимметрии на рынки традиционных и инновационных продуктов // Друкеровский вестник. – 2022. – № 2. – С. 259 – 269. – DOI: 10.17213/2312-6469-2022-2-259-269.

взаимодействие заказчика и исполнителя, поскольку на каждом этапе необходимо фиксировать степень готовности решения, результаты разработки и испытаний. В этой связи цифровая платформа может выступать инструментом организации взаимодействия участников закупки. Поэтому дальнейший анализ направлен на определение функций цифровой платформы, позволяющих рассматривать ее как инструмент организации взаимодействия участников закупки технологических решений.

Цифровые платформы, являясь одним из элементов Индустрии 4.0, создают возможность алгоритмизации процессов и частичной автоматизации оценки рисков проектов на основе данных при сохранении экспертного контроля. В эпоху Индустрии 4.0 цифровые платформы становятся одной из доминирующих организационных форм, поскольку развитие телекоммуникационных технологий сделало возможной дистанционную координацию взаимодействия пользователей и машин за счет использования данных, программного обеспечения и сетей³⁵⁸. В результате ресурсы, находящиеся за пределами фирмы, могут использоваться и контролироваться удаленно, что смещает центр создания и удержания стоимости: он переносится с традиционной фирмы и ее цепочек поставок к цифровой платформе³⁵⁹. Г.Г. Паркер, М.В. Ван Олстайн, С.П. Чудари³⁶⁰ называют это явление «платформенной революцией». В сфере бизнеса быстрое развитие новых цифровых технологий, таких как большие данные, облачные вычисления, блокчейн и искусственный интеллект, изменило методы создания стоимости на предприятиях и придало новый импульс преобразованию традиционных предприятий в цифровые платформы. Для комплексного анализа цифровой платформы необходимо рассмотреть содержание данного понятия.

³⁵⁸ Gawer A. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age // *Innovation: Management, Policy and Practice*. – 2021. – Vol.24, no. 1. – P.110-124. – DOI: 10.1080/14479338.2021.1965888.

³⁵⁹ What is different about digital strategy? From quantitative to qualitative change // *Strategy Science*. – 2019. – Vol. 4, no.4. – P. 253 – 261. – DOI: 10.1287/stsc.2019.0099.

³⁶⁰ Parker G.G., Alstyne M.W., Choundary S.P. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy - And How to Make Them Work for You // W. W. Norton & Company. – 2016. – 6 p.

Подходы к определению цифровой платформы³⁶¹

Подход	Определение
Экосистемный	Стабильное ядро, окруженное переменными элементами, играющими роль посредников между различными группами пользователей ³⁶² .
Инфраструктурный	Способ развития инфраструктуры информационных технологий, включающий социальные сети, мобильные вычисления и платформы электронной коммерции ³⁶³ .
Программный	Расширяемая кодовая база, созданная на основе программируемых систем, которая обеспечивает взаимодействие между программными системами с помощью общего модуля и интерактивного интерфейса ³⁶⁴ .
Правовой	Информационная система и (или) сайт в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и (или) программы для электронных вычислительных машин, обеспечивающие технические, организационные, информационные и иные возможности для взаимодействия неограниченного круга лиц, в том числе в целях обмена информацией и ее распространения, продажи товаров, выполнения работ, оказания услуг ³⁶⁵ .
Рыночный	Двусторонний рынок, на котором по меньшей мере две различные группы агентов (или стороны) взаимодействуют через посредника – платформу, при этом поведение каждой группы агентов напрямую влияет на полезность или прибыль другой группы агентов ³⁶⁶ .
Технологический	Расширяемая технологическая основа, на базе которой третьи стороны могут создавать приложения, расширяющие возможности платформы ³⁶⁷ .

Синтез рассмотренных подходов позволяет определить цифровую платформу применительно к закупкам технологических решений как

³⁶¹ Составлено автором по материалам исследования.

³⁶² Ватолина О. В., Ничепорук А. В. Сущность и понятие цифровых платформ // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2025. – № 1 (76). – С. 85 – 96. – DOI: 10.38161/1996-3440-2025-1-85-96.

³⁶³ Ahmed A., Bhatti S.H., Gölgeci I., Arslan. A. Digital platform capability and organizational agility of emerging market manufacturing SMEs: The mediating role of intellectual capital and the moderating role of environmental dynamism // Technological Forecasting and Social Change. – 2022. – Vol. 177. – 44 p. – DOI: 10.1016/j.techfore.2022.121513.

³⁶⁴ Tiwana A., Konsynski B., Bush A.A. Research commentary—platform evolution: coevolution of platform architecture, governance, and environmental dynamics // Information Systems Research. – 2010. – Vol. 21, no. 4. – P. 675 – 687. – DOI: 10.1287/isre.1100.0323.

³⁶⁵ Федеральный закон от 31 июля 2025 г. № 289-ФЗ «Об отдельных вопросах регулирования платформенной экономики в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Президент России. Банк документов: № 52331– URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/52331> (дата обращения: 11.08.2025).

³⁶⁶ Jullien B., Pavan A., Rysman M. Two-Sided Markets, Pricing, and Network Effects // CEPR Discussion Paper No. DP16480. – 2022. – 100 p. – URL: <https://hal.science/hal-03629451/document> (дата обращения: 12.03.2023).

³⁶⁷ Arnold L., Jöhnk J., Vogt F., Urbach N. IIoT platforms' architectural features – a taxonomy and five prevalent archetypes // Electron Markets. – 2022.– Vol. 32, no. 3 – P. 13. – DOI: 10.1007/s12525-021-00520-0.

информационно-технологическую среду взаимодействия заказчиков и разработчиков, обеспечивающую сбор данных о технологических решениях, оценку рисков и их сопоставление. Поскольку цифровые платформы различаются по характеру взаимодействия участников и выполняемым функциям, необходимо обратиться к их классификации.

Транзакционные цифровые платформы представляют собой многосторонние посреднические структуры обмена, организуемые оператором на базе использования информационно-коммуникационных технологий, что порождает сетевые эффекты и влияет на объем коммуникаций посредством установления уровня и структуры цен³⁶⁸. Внутрифирменные платформы – это модульные архитектуры, используемые для создания серии продуктов, что обеспечивает повторное использование компонентов. Примером внутренних платформ может служить автомобильный сектор, где для производства различных моделей автомобилей часто используется единая архитектура модулей. Платформы цепочек поставок расширяют внутрифирменную систему до сети партнеров: отдельные модули разрабатываются и производятся несколькими поставщиками³⁶⁹. Отраслевые цифровые платформы направлены на привлечение широкого круга участников. Примеры таких платформ можно найти в операционных системах для компьютеров или смартфонов. Отдельный тип представлен IoT-платформами, действующими как промежуточное программное обеспечение, подключающее устройства и киберфизические системы, управляющее ими, а также стандартизирующее обмен и предоставление данных³⁷⁰. Другой тип представлен цифровой платформой CML-Bench™, обеспечивающей выполнение инженерных и

³⁶⁸ Устюжанина Е.В., Дементьев В.Е., Евсюков С.Г. Транзакционные цифровые платформы: задача обеспечения эффективности // Экономика и математические методы. – 2021. – Т. 57, № 1. – С. 5-18. – DOI 10.31857/S042473880013023-4.

³⁶⁹ Hartigh E., Stolwijk C. C. M., Ortt J. R., Punter L. M. Configurations of digital platforms for manufacturing: An analysis of seven cases according to platform functions and types // Electronic Markets. – 2023. – Vol. 33, no. 30. – 30 p. – DOI: 10.1007/s12525-023-00653-4.

³⁷⁰ Pauli T., Fieft E., Matzner M. Digital Industrial Platforms // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, no. 2. – P. 181–190. – DOI: 10.1007/s12599-020-00681-w.

расчетных работ на различных стадиях подготовки и проведения численного моделирования, виртуальных испытаний и обработки результатов вычислений³⁷¹.

Таким образом, транзакционные платформы институционализируют взаимодействие экономических агентов и ценообразование, тем самым формируя рынок. Внутрифирменные платформы и платформы цепочек поставок выполняют функцию координации. Отраслевые платформы, IoT-платформы, а также платформа CML-Bench выполняют инновационную функцию.

Анализ цифровых платформ, используемых в закупках технологических решений, показывает, что их основная роль заключается в информационном сопровождении закупочного процесса. Платформа Tenders Electronic Daily в Европейском союзе обеспечивает публикацию объявлений и результатов конкурсных процедур³⁷². Единой точкой подачи и оценки заявок по инструментам РСР, РРІ в рамках программы «Horizon Europe» выступает EU Funding & Tenders Portal³⁷³. Цифровая платформа «UK Research and Innovation» в Великобритании является витриной конкурсов, через которую осуществляется онлайн-подача заявок. Далее заявки оценивают независимые эксперты на основе балльного рейтинга, а затем формируется совокупный балл для ранжирования и принятия решения по финансированию³⁷⁴. В США цифровая платформа SBIR.gov агрегирует конкурсы, требования и материалы заявителей. Подача и рассмотрение заявок осуществляются на цифровых сервисах соответствующих ведомств. Закупки технологических решений в России представлены на платформе Единой

³⁷¹ Боровков А. И., Рябов Ю.А. Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки // Цифровая трансформация экономики и промышленности: сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 20–22 июня 2019 года. – 2019. – С. 234–245. – DOI: 10.18720/IEP/2019.3/25.

³⁷² TED – Tenders Electronic Daily [Электронный ресурс] // European Union. – URL: <https://ted.europa.eu/en> (дата обращения: 15.10.2024).

³⁷³ EU F&T Portal [Электронный ресурс]. European Commission. – URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home> (дата обращения: 15.10.2024).

³⁷⁴ Innovation Funding Service – Single Sign-On endpoint [Электронный ресурс] // Innovate UK. – URL: <https://auth.apply-for-innovation-funding.service.gov.uk/idp/profile/SAML2/Redirect/SSO?execution=e2s1> (дата обращения: 19.10.2024).

информационной системы: доступ поставщиков обеспечивается через Единый реестр участников закупок, а проведение процедур осуществляется на аккредитованных электронных торговых площадках. Применительно к системам закупок цифровые платформы не сводятся к одному типу в рамках рассмотренной классификации, а сочетают характеристики транзакционной, координационной и инновационной платформ.

Для определения новых возможностей и ограничений использования цифровых платформ в закупках целесообразно рассмотреть существующие платформенные решения. В качестве объекта анализа выбраны цифровые платформы открытых инноваций, краудсорсинговых конкурсов, поиска технологических решений, поскольку они обеспечивают постановку проблемы заказчиком, сбор альтернативных предложений, коммуникацию с участниками и процедуру выбора решения.

InnoCentive³⁷⁵ представляет собой цифровую платформу открытых инноваций, в рамках которой заказчик формулирует проблему и публикует ее для сообщества. Участники регистрируются, подают варианты решений, после чего заказчик отбирает победителя и либо приобретает права на результат, либо инициирует переговоры о дальнейшей разработке и условиях передачи прав. Платформа направлена на поиск компетенций: заказчик получает возможность привлечь технологические решения, а исполнители – доступ к оплачиваемым задачам. Особенностью InnoCentive является организация конкуренции идей и решений, где оценка предложений носит экспертный характер: заказчик сопоставляет решения по соответствию задаче, срокам, стоимости и готовности. Таким образом, цифровая платформа InnoCentive рассматривается автором как витрина задач и сбора предложений.

Платформа краудсорсинговых конкурсов HeroX³⁷⁶ направлена на запуск и администрирование конкурсных процедур: заказчик описывает задачу,

³⁷⁵ InnoCentive [Электронный ресурс] // Цифровая платформа InnoCentive. – URL: <https://www.innocentive.com> (дата обращения: 12.10.2025).

³⁷⁶ HeroX [Электронный ресурс] // Цифровая платформа HeroX. – URL: <https://www.herobox.com> (дата обращения: 13.10.2025).

формулирует критерии успеха и устанавливает правила участия (формат подачи, сроки, вознаграждение). Далее платформа обеспечивает прием заявок, их систематизацию, коммуникацию с участниками, а также процедуру оценивания. Оценка строится на балльной модели: заказчик задает перечень критериев, после чего эксперты выставляют баллы по каждому критерию по поступившим заявкам, формируя итоговое ранжирование. Особенность цифровой платформы HeroX заключается в организации прозрачной процедуры конкурса.

Платформа Yet2³⁷⁷ представляет собой сервис поиска технологических решений, ориентированный на сопровождение сделок по передаче технологий и коммерциализации разработок. Платформа помогает организаторам формировать технологический запрос, осуществлять поиск предложений, а также сопровождать сделки. Оценивание поступающих предложений носит экспертный характер и базируется на сопоставлении их соответствия запросу и зрелости решения.

Платформа GovTech Poland³⁷⁸ функционирует как механизм проблемно-ориентированного взаимодействия государства и поставщиков: публичный заказчик описывает проблему, после чего участники предлагают варианты решений. Механизм GovTech Poland направлен на снижение барьеров участия малых компаний. Его особенностью является анонимность оценки предлагаемых решений. Таким образом, практика демонстрирует, что на большинстве существующих цифровых платформ оценка технологических решений не включает количественного измерения инженерно-технологических рисков, а также отбора по уровням готовности TRL.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показал, что каждая страна формирует собственную модель развития технологического предпринимательства. Для России, учитывая значимую роль государства и крупных промышленных компаний, наиболее актуальным является корпоративный механизм развития

³⁷⁷ Yet2 [Электронный ресурс] // Цифровая платформа Yet2. – URL: <https://www.yet2.com> (дата обращения: 13.10.2025).

³⁷⁸ GovTech Poland [Электронный ресурс] // Цифровая платформа GovTech Poland. – URL: <https://www.gov.pl/web/govtech> (дата обращения: 13.10.2025).

технологического предпринимательства, что усиливает необходимость совершенствования закупок.

Таблица 2.8

Функции цифровых платформ в системах закупок технологических решений³⁷⁹

Функция платформы	Содержание
Координационная	Обеспечивает согласование действий заказчика, разработчиков, экспертов и оператора платформы на этапах размещения задачи, подачи заявок.
Информационная	Обеспечивает размещение и структурирование информации об объекте закупки, условиях участия, требованиях к участникам, сроках, статусах процедуры.
Коммуникационная	Создает цифровую среду для обмена сообщениями и сопровождения взаимодействия между участниками закупки.
Аналитическая	Обеспечивает обработку и интерпретацию накопленных данных для обоснования управленческих решений ³⁸⁰ .

Вместе с тем в существующей практике систем закупок цифровые платформы и оценка рисков технологических решений используются в разных назначениях: закупки задают порядок выбора исполнителя, цифровые платформы выступают информационным окном, а оценка рисков технологических решений применяется вне конкурсных процедур. В этой связи новым решением является разработка закупки технологических решений на базе цифровой платформы, которая выступает инструментом поддержки принятия решений на стадии отбора по TRL и оценки инженерно-технологических рисков на основе TSSL.

Таким образом, стратегии и механизмы промышленной политики современных государств, рассмотренные во второй главе, нацелены на создание условий для развития технологического предпринимательства и вовлечение новых технологических решений в промышленное производство. В государственной программе «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» в качестве одной из задач государственного управления в сфере исследований и разработок

³⁷⁹ Составлена автором по: Hartigh E., Stolwijk C. C. M., Ortt J. R., Punter L. M. Configurations of digital platforms for manufacturing: An analysis of seven cases according to platform functions and types // *Electronic Markets*. – 2023. – Vol. 33, no. 30. – 30 p. – DOI: 10.1007/s12525-023-00653-4.

³⁸⁰ Вареца Р. А. Эволюция пространственно-территориального размещения промышленности: от индустрии 3.0 к 5.0 // *Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)*. – 2024. – Т. 31, № 4(88). – С. 43-53. – DOI: 10.54220/v.rsue.1991-0533.2024.88.4.004.

закреплен ориентир на «сокращение потерь и инвестиционных рисков в экономике, обеспечение прослеживаемости всех стадий «жизненного цикла» знаний, получаемых в процессе научных исследований, формирование сквозной и сбалансированной поддержки разработки технологий в зависимости от уровня их готовности³⁸¹». То есть указанная задача задает ориентир на создание прикладного инструмента отбора наиболее экономически эффективных технологических решений. Вместе с тем в существующей практике систем закупок цифровые платформы и оценка рисков технологических решений используются в разных назначениях: закупки задают порядок выбора исполнителя, цифровые платформы выступают информационным окном, а оценка рисков технологических решений применяется вне конкурсных процедур. В этой связи новым решением является разработка механизма закупки технологических решений на базе цифровой платформы, которая выступает инструментом поддержки принятия решений на стадии отбора по TRL и оценки инженерно-технологических рисков на основе TSSL.

³⁸¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»» [Электронный ресурс] // Правительство Российской Федерации. – URL: <http://government.ru/docs/all/121449/> (дата обращения: 22.08.2025).

3. РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМОВ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

3.1. Апробация модели оценки TSSL на примере субъекта технологического предпринимательства в промышленности

Комплексный подход к поддержке принятия решений в сфере технологического предпринимательства предполагает сочетание отбора технологических решений и их оценки. В этой связи TSSL рассматривается как инструмент поддержки принятия решений, поскольку позволяет представить состояние объекта анализа через систему количественных показателей, включающую вероятности критических рисков. Предложенный инструмент оценки выживаемости технологического решения (TSSL) применяется для комплексного обоснования наиболее конкурентоспособного технологического решения в динамике его трансформации от TRL 4 до TRL 8, тем самым обеспечивая отбор технологических проектов, обладающих потенциалом перехода к стадии промышленного освоения. Применение TSSL выявляет направления концентрации ресурсов на наиболее жизнеспособных разработках, своевременному выявлению критических рисков и повышению обоснованности решений в сфере поддержки высокотехнологического развития промышленности.

Апробация инструмента TSSL (Technology Solution Survival Level) выполнена на данных промышленной инновационной компании ООО «Конструкторское бюро «Метроспецтехника». ООО «КБ «Метроспецтехника» – промышленная инновационная компания, зарегистрированная в г. Ростове-на-Дону, осуществляющая деятельность в области научных исследований и разработок в сфере естественных и технических наук, а также в области разработки и производства радиоэлектронного и электротехнического оборудования. Особенностью бизнес-модели компании является совмещение функций инженерного центра с производственно-внедренческой деятельностью. Выбор ООО «КБ «Метроспецтехника» в качестве базы апробации инструмента TSSL

обусловлен наличием у предприятия признаков субъекта технологического предпринимательства в промышленности:

- разрабатывает технологические решения в сфере радиоэлектронного и электротехнического оборудования;
- реализует полный цикл создания и производства технологического решения;
- осуществляет продажу, внедрение и установку технологического решения;
- разрабатывает технологические решения в условиях риска и неподтвержденности их технических, производственных и коммерческих параметров.

Апробация инструмента TSSL выполнена применительно к процессу комплексной оценки инженерно-технологических и коммерческих рисков на примере программно-технического комплекса – цифрового датчика сверххранного обнаружения дыма. Данное устройство представляет собой промышленное сенсорное устройство, предназначенное для раннего обнаружения аэрозольных продуктов горения в составе автоматизированных систем противопожарной защиты. Функциональное назначение технологического решения включает:

- сверххранное обнаружение дыма на основе анализа амплитудно-частотных характеристик аэрозольных частиц;
- вычисление концентрации дыма по показателям затухания светового потока;
- обеспечение устойчивой работы в условиях повышенного уровня электромагнитных помех;
- поддержание стабильности порогов обнаружения за счет алгоритмической обработки относительных изменений оптической плотности;
- дистанционный контроль работоспособности сенсорных элементов.

Технические параметры изделия включают:

- питание от источника постоянного тока напряжения – 24 В (DC);
- длительность измерительного цикла – не более 0,2 секунды;
- программируемые пороги обнаружения – от 0,005 дБ/м;

- программируемые температурные пороги срабатывания;
- диапазон эксплуатации при промышленном применении: от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$.

Технологическая архитектура цифрового датчика сверхраннего обнаружения дыма предопределяет его специфический риск-профиль. Отличительная особенность данного дымового извещателя заключается в применении цифровой обработки сигналов от нескольких территориально разнесенных оптических сенсоров, анализе амплитудно-частотных характеристик аэрозольных частиц и алгоритмической интерпретации полученных данных.

Данный датчик обладает рядом технологических особенностей, непосредственно связанных с рисками:

- зависимость точности обнаружения дыма от стабильности оптических характеристик сенсорных элементов, что формирует риск деградации сенсоров;
- риск программных ошибок и некорректной классификации сигналов при цифровой обработке данных;
- риск снижения устойчивости работы в условиях повышенных электромагнитных помех, характерных для подвижного состава метрополитена;
- риск дефектности партий, приводящий к росту гарантийных обязательств и затрат на рекламации.

Как было обосновано, технологическое решение характеризуется совокупностью инженерно-технологических рисков, которые при возникновении отказов и отклонений в процессе производства могут трансформироваться в коммерческие риски, связанные с гарантийным обслуживанием и ростом эксплуатационных издержек. В рамках апробации TSSL выявленные риски переводятся в перечень факторов риска, подлежащих количественной оценке в расчетной матрице. Первым расчетным этапом является формирование наблюдаемых свидетельств (Evidence E), отражающих фактическое проявление каждого фактора риска по данным испытаний, производственного контроля и эксплуатации изделия (таблица 3.1).

Таблица 3.1

**Показатели испытаний, производственного контроля и эксплуатации
цифрового датчика сверхранного обнаружения дыма³⁸²**

№	Фактор риска	Показатель	Значение	Ед. изм.
1	Пропуск/задержка обнаружения дыма	Пропуски обнаружения дыма	2	шт.
		Задержка обнаружения	18	шт.
		Средняя задержка	6	сек.
		Максимальная задержка	19	сек.
		Дымовые испытания	480	шт.
2	Ложные срабатывания	Ложные срабатывания	42	шт.
		Пыль	18	шт.
		Пар	15	шт.
		Аэрозоли	7	шт.
		Прочее	2	шт.
3	Деградация сенсоров	Деградация сенсоров	5	шт.
		Замены по деградации	2	шт.
		Сигналы деградации	7	шт.
4	Дефекты ПО	Критические дефекты ПО	1	шт.
		Инциденты алгоритма	6	шт.
		Релизы	2	шт.
		Хотфиксы	3	шт.
5	ЭМС	ЭМС-испытания	Пройдено с замечаниями	—
		Замечания ЭМС	4	шт.
		Полевые инциденты по ЭМС	1	шт.
6	Отказы сенсора	Сигналы отказа сенсора	9	шт.
		Подтвержденные отказы	3	шт.
		Ложные сигналы	4	шт.
		неисправности		
7	Питание	Инциденты питания	3	шт.
		Испытания питания	Пройдено	—
		Замечания по питанию	1	шт.

³⁸² Составлено автором на основе данных ООО «КБ «Метроспецтехника».

Продолжение таблицы 3.1

8	Качество изделий	Выпущено изделий	300	шт.
		Дефекты ОТК	9	шт.
		Уровень брака	3	%
9	Приемка продукции	Замечания при приемке	6	шт.
		Критические замечания	2	шт.
		Итерации доработки	2	шт.
10	Поставки комплектующие	Задержки поставок	2	шт.
		Средняя задержка	11	дн.
		Максимальная задержка	18	дн.
		Замены компонентов	3	шт.
11	Гарантийные обращения	Гарантийные обращения	7	шт.
		Возвраты	1	шт.
		Среднее время восстановления	4	дн.

Для каждого фактора риска рассчитывается нормированная метрика Evidence E в виде относительного показателя (вероятности события либо интенсивности на единицу экспозиции), что обеспечивает сопоставимость факторов. Для оценки устойчивости алгоритма обнаружения дыма используются показатели частоты пропусков и задержек в рамках проведенных испытаний. Для количественной оценки факторов риска используются эмпирические показатели, рассчитанные на основе данных испытаний, эксплуатации и производственного контроля. Вероятность возникновения события определяется как отношение количества зафиксированных случаев события к общему числу наблюдений:

$$E_i = \frac{N_i}{N_{obs}}, \quad (25)$$

E_i – нормированное наблюдаемое свидетельство по i-му фактору риска

N_i – количество зафиксированных случаев проявления фактора риска;

N_{obs} – общее количество наблюдений.

Пропуски определяются как отношение числа зафиксированных случаев пропуска обнаружения дыма к общему количеству дымовых испытаний:

$$E_{miss} = \frac{N_{miss}}{N_{smoke}} = \frac{2}{480} = 0,00417 (\approx 0,417 \%)$$

Полученное значение демонстрирует, что в анализируемом периоде пропуск обнаружения дыма имел место менее чем в 0,5 % испытаний.

Дополнительно рассчитывается доля случаев задержки обнаружения:

$$E_{delay} = \frac{N_{delay}}{N_{smoke}} = \frac{18}{480} = 0,0375 (\approx 3,75 \%)$$

Таким образом, при отсутствии систематических пропусков алгоритм демонстрирует наличие задержек обнаружения в 3,75 % случаев, что указывает на возможную нестабильность динамики распознавания сигнала в отдельных сценариях. Данные показатели используются далее для формализации события E_1 в процедуре байесовского обновления. Поскольку процедура нормирования носит типовой характер и отличается подстановкой исходных значений, для иллюстрации был приведен расчет одного фактора. Расчеты по остальным факторам выполнены по аналогии и представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Результаты расчета нормированных метрик Evidence E по факторам риска³⁸³

№	Фактор риска	Абсолютный показатель	База нормирования	Нормированная метрика E_i	Значение E_i
1	Пропуск дыма	2	480 испытаний	$E_{miss} = \frac{N_{miss}}{N_{smoke}}$	0,00417 (0,417%)
	Задержка обнаружения	18	480 испытаний	$E_{delay} = \frac{N_{delay}}{N_{smoke}}$	0,0375 (3,75 %)
2	Ложные срабатывания	42	172 800 датчик-часов	$E_{false} = \frac{N_{false}}{N_{field}}$	0,000243
3	Деградация сенсоров	5	80 датчиков	$E_{drift} = \frac{N_{drift}}{N_{field}}$	0,0625 (6,25%)
4	Сбои ПО	7	80 датчиков	$E_{soft} = \frac{N_{soft}}{N_{field}}$	0,0875 (8,75%)

³⁸³ Составлено автором по результатам расчетов на основе данных ООО «КБ «Метроспецтехника».

Продолжение таблицы 3.2

5	Инциденты ЭМС	1	80 датчиков	$E_{ems} = \frac{N_{ems}}{N_{field}}$	0,0125 (1,25%)
6	Подтвержденные отказы сенсора	3	80 датчиков	$E_{fail} = \frac{N_{fail}}{N_{field}}$	0,0375 (3,75%)
7	Инциденты питания	3	80 датчиков	$E_{power} = \frac{N_{power}}{N_{field}}$	0,0375 (3,75%)
8	Дефекты ОТК	9	300 изделий	$E_{def} = \frac{N_{def}}{N_{prod}}$	0,03 (3%)
9	Замечания при приемке	6	300 изделий	$E_{accept} = \frac{N_{acc}}{N_{prod}}$	0,02 (2%)
10	Задержки поставок	2	6 месяцев (период)	$E_{delay} = \frac{N_{delay}}{T}$	0,33 в месяц
11	Гарантийные обращения	7	300 изделий	$E_{warranty} = \frac{N_w}{N_{prod}}$	0,023 (2,3 %)

После расчета наблюдаемых свидетельств E_i следующим этапом является байесовское обновление вероятности риска. В соответствии с методикой каждый фактор риска рассматривается как бинарная гипотеза: A_i – риск актуален для технологического решения, $\neg A_i$ – риск неактуален. Для каждого фактора риска задается априорная вероятность P_i^0 , отражающая исходную оценку актуальности риска до учета новых данных. При этом априорная вероятность $P_i^0 = P(A_i)$ в работе рассматривается как параметр, отражающий предварительное экспертное суждение о вероятности актуальности риска. Параметр рассматривается как величина, заданная в интервале $[0;1]$. В прикладной части исследования для упрощения расчетной процедуры используются репрезентативные сценарные значения 0,20, 0,25 и 0,30, принадлежащие наиболее плотному интервалу данного априорного распределения и отражающие низкую исходную вероятность актуальности риска. После задания P_i^0 наблюдаемое свидетельство E_i интерпретируется через пороговые уровни нормального и критического состояния для определения $P(E_i | A_i)$ и $P(E_i | \neg A_i)$. Для интерпретации наблюдаемых событий Evidence E_i экспертно задаются два пороговых уровня. Уровень E^{norm} отражает состояние, при

котором проявление риска носит единичный характер. Уровень E^{crit} отражает состояние, при котором частота проявления риска становится значимой для надежности технологического решения.

Для фактора риска пропуска обнаружения дыма установлены следующие пороговые значения:

$$E_{miss}^{norm} = 0,001,$$

$$E_{miss}^{crit} = 0,01.$$

Для задержки обнаружения дыма установлены следующие пороговые значения:

$$E_{delay}^{norm} = 0,01,$$

$$E_{delay}^{crit} = 0,05.$$

На основе заданных порогов рассчитывается показатель критичности t , означающий положение наблюдаемого события Evidence E_i между нормальным и критическим уровнями:

$$t_i = \left(\frac{E_i - E_{norm,i}}{E_{crit,i} - E_{norm,i}}, 0,1 \right). \quad (2)$$

Для пропуска обнаружения дыма:

$$t_{miss} = \frac{0,00417 - 0,001}{0,01 - 0,001} = 0,352.$$

Для задержки обнаружения дыма:

$$t_{delay} = \frac{0,0375 - 0,01}{0,05 - 0,01} = 0,6875.$$

Поскольку рассматриваемый фактор риска включает два параметра – пропуск обнаружения дыма и задержку обнаружения, для расчета используется наиболее критичное значение:

$$t = \max(t_{miss}, t_{delay}) = 0,6875. \quad (3)$$

Правдоподобия задаются монотонной калибровкой функций, переводящей t_i в диапазон вероятностей $(0,1 \dots 0,9)$:

$$P(E | A_i) = 0,1 + 0,8t_i, \quad P(E | \neg A_i) = 0,9 - 0,8t_i. \quad (4)$$

При $t = 0,6875$ получаем:

$$P(E|A) = 0,65, \quad P(E|\neg A) = 0,35.$$

До учета результатов испытаний априорная вероятность задается как $P^0 = 0,25$. После учета наблюдений она уточняется по формуле Байеса:

$$\begin{aligned} P^1 &= \frac{P(E|A_i) P^0}{P(E|A_i) P^0 + P(E|\neg A_i)(1 - P^0)} = \\ &= \frac{0,65 \cdot 0,25}{0,65 \cdot 0,25 + 0,35(1 - 0,25)} = 0,382. \end{aligned} \quad (6)$$

Таким образом, после учета фактических данных испытаний апостериорная вероятность P^1 риска пропуска или задержки обнаружения дыма составляет 0,382.

Дополнительно в рамках матрицы расчета TSSL определяются сценарные значения апостериорной вероятности риска. Сценарный расчет необходим для оценки чувствительности результата к изменениям исходной априорной вероятности P^0 . При этом наблюдаемое свидетельство E , показатель критичности t , правдоподобия $P(E_i|A_i)$ и $P(E_i|\neg A_i)$ и байесовский фактор B остаются неизменными, а варьируется только априорная вероятность риска.

Для фактора риска пропуска или задержки обнаружения дыма при байесовском факторе $B = 1,857$ и сценарных значениях априорной вероятности $P^0 = 0,20$, $P^0 = 0,25$, $P^0 = 0,30$ получены следующие апостериорные значения:

$$P_{low}^1 = 0,317, \quad P_{base}^1 = 0,382, \quad P_{high}^1 = 0,443.$$

На следующем этапе апостериорная вероятность P^1 интегрируется с параметрами FMEA. Для каждого фактора риска задаются I (воздействие риска на технологическое решение) и D (сложность обнаружения риска до его появления). Для фактора риска пропуска и задержки обнаружения дыма экспертно заданы следующие значения:

$$I = 10,$$

$$D = 5.$$

Тогда номер приоритетного риска рассчитывается следующим образом:

$$RPN = P^1 \cdot I \cdot D. \quad (7)$$

Подставляя значения, получаем:

$$RPN = 0,382 \cdot 10 \cdot 5 = 19,12.$$

Поскольку максимальное значение RPN составляет 100, далее рассчитывается нормированная оценка риска:

$$r = \frac{RPN}{100} = \frac{19,12}{100} = 0,1912. \quad (8)$$

Весовой коэффициент данного рисковогго события определяется по формуле нормирования значения воздействия риска:

$$w = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (9)$$

Для рассматриваемого риска при $I_i=10$ и $\sum I_i = 78$ весовой коэффициент составляет:

$$w = \frac{10}{78} = 0,1282.$$

Следовательно, взвешенный вклад фактора риска в агрегированный риск технологического решения равен:

$$v = w \cdot r = 0,1282 \cdot 0,1912 = 0,0245. \quad (10)$$

Таким образом, фактор риска пропуска или задержки обнаружения дыма формирует взвешенный вклад в агрегированный риск технологического решения в размере 0,0245.

Аналогичные расчеты выполнены по остальным факторам риска и представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Таблица расчета TSSL³⁸⁴

Параметры расчета	Prior P^0	Evidence E	$P(E A)/$ $P(E \neg A)$	Post P^1	I	D	w	RPN	r_i	v_i	P
Рисковое событие											
Риск пропуска/ задержки обнаружения дыма	0,25	0,00417/ 0,0375	0,65/ 0,35	0,382	10	5	0,1282	19,12	0,1912	0,0245	0,317/ 0,382/ 0,443

³⁸⁴ Составлено автором по результатам расчетов на основе данных ООО «КБ «Метроспецтехника».

Продолжение таблицы 3.3

Риск ложных сигналов	0,25	0,000243	0,386 / 0,614	0, 173	6	3	0,0769	3,12	0,0312	0,0024	0,136/ 0,173/ 0,212
Риск деградации сенсоров	0,25	0,0625	0,667/ 0,333	0,400	7	7	0,0897	19,60	0,1980	0,0178	0,333/ 0,444/ 0,462
Риск сбоя ПО	0,25	0,0875	0,775/ 0,225	0,534	8	6	0,1026	25,66	0,2566	0,0263	0,463/ 0,534/ 0,596
Риск инцидента ЭМС	0,25	0,0125	0,340/ 0,660	0,147	7	7	0,0897	7,20	0,0720	0,0065	0,114/ 0,147/ 0,181
Риск отказа сенсора	0,25	0,0375	0,900/ 0,100	0,750	9	6	0,1154	40,50	0,4050	0,0467	0,692/ 0,750/ 0,794
Риск сбоя питания	0,25	0,0375	0,900/ 0,100	0,750	8	5	0,1026	30,00	0,3000	0,0308	0,692/ 0,750/ 0,794
Риск дефекта ОТК	0,20	0,03	0,500/ 0,500	0,200	6	3	0,0769	3,60	0,0360	0,0028	0,160/ 0,200/ 0,240
Риск замечаний при приемке	0,20	0,02	0,367/ 0,633	0,127	6	2	0,0769	1,52	0,0152	0,0012	0,099/ 0,127/ 0,155
Риск задержки поставок	0,30	0,33	0,367/ 0,633	0,199	5	2	0,0641	1,99	0,0199	0,0013	0,155/ 0,199/ 0,246
Риск гарантийных обязательств	0,30	0,0233	0,456/ 0,544	0,264	6	4	0,0769	6,34	0,0634	0,0049	0,209/ 0,264/ 0,320

Далее осуществляется расчет агрегированного риска технологического решения:

$$R_C = \sum_i v_i = \sum_i (w_i \cdot r_i). \quad (11)$$

По результатам расчета:

$$R_C = 0,0245 + 0,0024 + 0,0178 + 0,0263 + 0,0065 + 0,0467 + 0,0308 + 0,0028 + 0,0012 + 0,0013 + 0,0049 = 0,1652.$$

Следовательно, итоговый уровень выживаемости технологического решения определяется как величина, комплементарная агрегированному риску:

$$S = (1 - R_C) \cdot 100\%. \quad (12)$$

Подставляя полученное значение агрегированного риска, получаем:

$$S = (1 - 0,1652) \cdot 100\% = 83,48 \, \%.$$

Таким образом, уровень выживаемости цифрового датчика сверххранного обнаружения дыма по результатам апробации TSSL составляет 83,48 %.

Для определения приоритетных направлений доработки рассчитывается доля вклада каждого фактора риска в агрегированный риск:

$$C_i = \frac{v_i}{R_c} \cdot 100\%. \quad (26)$$

Данный показатель позволяет определить, какие факторы риска оказывают наибольшее влияние на итоговый уровень выживаемости технологического решения. Результаты расчета представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4.

Вклад каждого фактора риска в итоговую выживаемость³⁸⁵

Фактор риска	v_i	Доля вклада, %
Отказы сенсора	0,0467	28,27
Сбои питания	0,0308	18,64
Сбои ПО	0,0263	15,92
Пропуск/задержка обнаружения дыма	0,0245	14,83
Деградация срабатывания	0,0178	10,77
Инциденты ЭМС	0,0065	3,93
Гарантийные обязательства	0,0049	2,97
Дефекты ОТК	0,0028	1,69
Ложные срабатывания сигналов	0,0024	1,45
Задержки поставок	0,0013	0,79
Замечания при приемке	0,0012	0,73
Итого	0,1652	100,00

Результаты ранжирования показывают, что наибольший вклад в агрегированный риск технологического решения формируют риск отказа сенсора – 28,27 %, риск сбоя питания – 18,64 %, риск сбоя ПО – 15,92 %, риск пропуска и задержки обнаружения дыма – 14,83 %. Суммарно данные факторы риска формируют 77,66 % агрегированного риска. Следовательно, приоритетные

³⁸⁵ Составлено автором по результатам расчетов на основе данных ООО «КБ «Метроспецтехника».

направления повышения устойчивости проекта связаны с улучшением надежности сенсорного узла, системы питания, верификацией программно-алгоритмической части и снижением вероятности пропусков и задержек обнаружения дыма.

Результаты расчета позволяют определить приоритетные направления доработки технологического решения, сконцентрировать ресурсы на наиболее проблемных элементах и повысить обоснованность решений о продолжении разработки. Полученные результаты подтверждают применимость TSSL в качестве инструмента отбора технологических решений, поскольку он позволяет сопоставлять альтернативы по структуре рисков, выявлять концентрацию критических факторов и определять решения с более низкой рисковой нагрузкой.

3.2. Механизм отбора технологических решений «Тендер на инновацию» в системе закупок

Обеспечение развития технологического предпринимательства выражается в создании механизма отбора технологических решений, позволяющего определить разработки, обладающие наибольшим экономическим потенциалом для дальнейшей закупки. Стоит подчеркнуть, что процесс принятия решений в рассмотренных ранее системах закупок определяется ценовыми параметрами, балльной системой оценки. Данные параметры достаточны для закупки стандартных товаров и услуг, но недостаточны применительно к технологическим решениям, поскольку они разрабатываются в условиях неопределенности, особенно на ранних этапах, когда данные о работоспособности решения отсутствуют. По мере создания прототипов и получения результатов испытаний неопределенность преобразуется в измеряемые риски³⁸⁶. Оценка рисков требует специального инструментария и участия профильных экспертов, недостаток

³⁸⁶ Варца, Р. А. Матрица выбора технологий оценки рисков на этапах жизненного цикла стартапов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2025. – № 3. – С. 36 – 49. – DOI: 10.17308/econ.2025.3/13264.

которых наблюдается на рынке специалистов в области оценки рисков³⁸⁷. В связи с этим существует необходимость формирования в сфере закупок контрактной системы отбора технологических решений. Она должна включать механизм отбора, инструмент оценки рисков и информационно-технологическую среду.

В сферу закупок предлагается включить «Тендер на инновацию», в рамках которого осуществляется отбор наиболее эффективного технологического решения на основе поэтапного сопоставления альтернативных решений по мере их продвижения через уровни технологической готовности TRL 4, TRL 6 и TRL 8 с использованием матрицы TSSL.

«Тендер на инновацию» опирается на инструмент инновационного партнерства, рассмотренный во второй главе, особенность которого заключается в том, что отбор совмещен с процессом разработки: отобранные исполнители ведут параллельную разработку, а заказчик на основе промежуточных результатов отбирает наиболее приемлемые для него решения. Данный подход в рамках «Тендер на инновацию» дополняется разбивкой процесса разработки на этапы в соответствии с уровнями технологической готовности и их оценкой с использованием матрицы TSSL.

«Тендер на инновацию» включает следующих субъектов: заказчиков, исполнителей. Заказчиками и исполнителями могут выступать государственные органы, корпоративные компании, промышленные предприятия, стартапы, инжиниринговые компании, научные организации, заинтересованные в разработке технологического решения. Заказчик формулирует проблему, условия внедрения, ограничения, критерии ожидаемого эффекта. Исполнители предлагают различные концепции решения одной проблемы, что обеспечивает заказчику возможность сравнивать альтернативы по эффекту и способам реализации. На каждом уровне TRL альтернативные технологические решения сопоставляются в матрице TSSL по единому набору факторов риска. Предпочтение получает технологическое

³⁸⁷ Исследование уровня зрелости риск-менеджмента в российских компаниях: отчет [Электронный ресурс] // Группа ДРТ; при поддержке Ассоциации риск-менеджеров «Русское общество управления рисками». – 2025. – 38 с. – URL: <https://storage.delret.ru/research/uroven-zrelosti-upravleniya-riskami-2025.pdf> (дата обращения: 28.08.2025).

решение, которое имеет более низкие значения рисков вкладов по факторам и сохраняет более высокий уровень TSSL относительно альтернатив. Решения, по которым сохраняются критические риски или наблюдаются ухудшения показателей, исключаются из дальнейшей воронки отбора либо отправляются на доработку. Итоговый выбор определяется на уровне TRL 8: приоритетным для закупки признается технологическое решение с наименьшим совокупным риском и наиболее высоким уровнем выживаемости в воронке отбора.

На этапе объявления тендера заказчик публикует описание научно-технической проблемы, включающее условия внедрения, ограничения, ожидаемый эффект (KPI). Устанавливаются требования к составу заявки, правила участия, включая порядок обращения с конфиденциальной информацией и результатами НИОКР. Для обеспечения сопоставимости предложений утверждается регламент: единый план испытаний, шаблоны предоставления данных, критерии приемки по уровням TRL, порядок финансирования, лимиты доработки и условия прекращения работ. Далее осуществляется сбор и предварительный отбор альтернативных концепций решения заявленной научно-технической проблемы. Исполнители подают заявки, содержащие описание подхода к решению проблемы, предварительный план работ, оценку необходимых ресурсов.

На следующем этапе проводится проверка заявок, включающая оценку их полноты, достаточности компетенций команды, обеспеченности ресурсами, наличия доказательной базы, а также подтверждение согласия с условиями конфиденциальности и режимом использования результатов. Принятие решения о допуске или отклонении осуществляется конкурсной комиссией заказчика. Заявки, не прошедшие данный этап отбора, отклоняются. Далее следует этап заключения контрактов с несколькими участниками на выполнение работ по разработке и проверке решения в ходе испытаний. Финансирование осуществляется на этапах разработки лабораторного образца, полнофункционального образца и продукта в составе системы. Разработка технологического решения осуществляется по уровням TRL. В ходе создания лабораторного образца (TRL 4) выполняются испытания по утвержденному плану и оформляются протоколы испытаний.

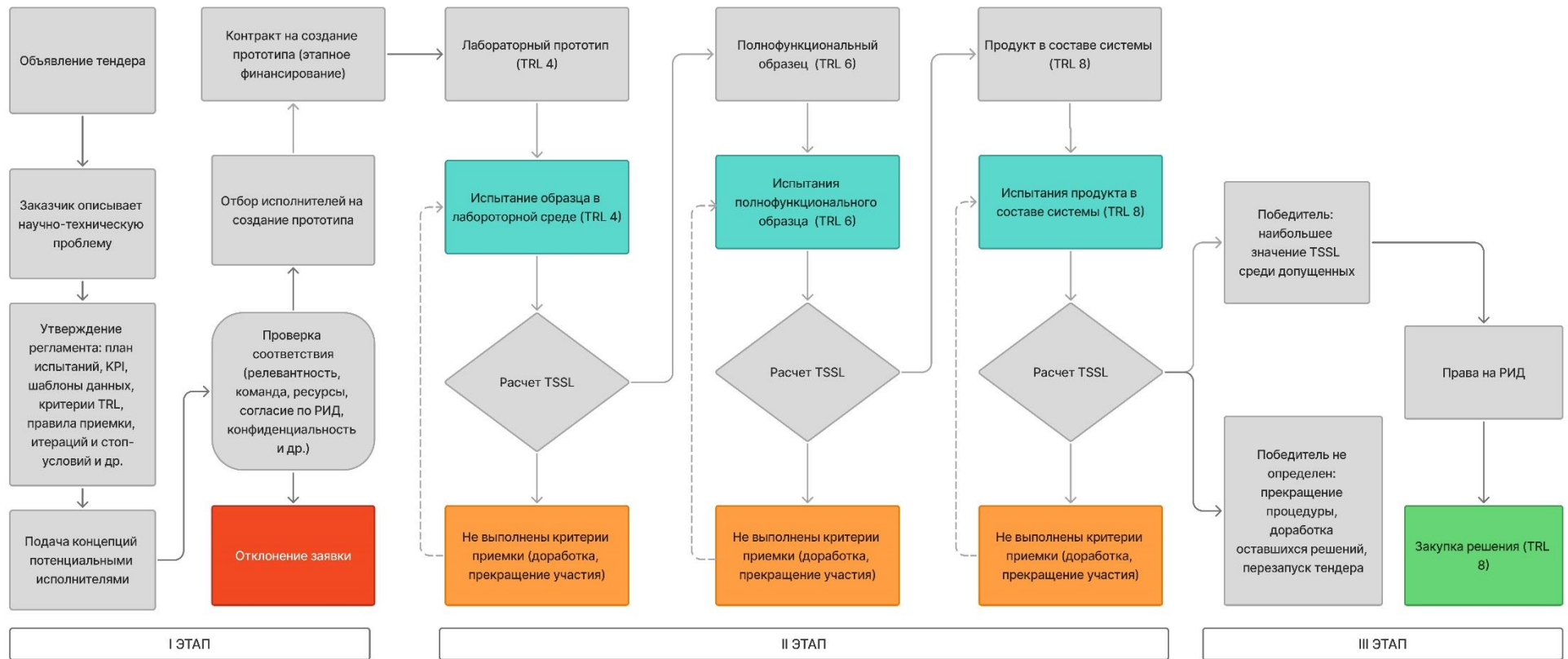


Рисунок 3.1. Этапы разработки технологических решений в системе закупок «Тендер на инновацию»³⁸⁸

³⁸⁸ Составлено автором, визуализация выполнена в Figma.

На основе полученных данных осуществляется промежуточный расчет матрицы TSSL, отражающей структуру рисков по каждому технологическому решению. По результатам расчета матрицы определяется дальнейший статус решений: решения с более низкими значениями рисков переходят на следующий уровень TRL, а решения с более высокими значениями рисков направляются на доработку либо исключаются из процедуры отбора.

На следующем этапе участники, прошедшие TRL 4, создают полнофункциональный образец (TRL 6) и проводят испытания в релевантной среде. По результатам испытаний формируется обновленная матрица TSSL, в которой фиксируются изменения вкладов рисков по каждому решению. Решения, характеризующиеся более низкой рисковой нагрузкой относительно других решений, сохраняются в воронке отбора и переходят к следующему этапу. Решения с сохраняющимися или возрастающими значениями рисков направляются на доработку либо исключаются из дальнейшего участия.

Победителем признается участник, технологическое решение которого по итогам финального расчета матрицы TSSL характеризуется минимальным значением совокупного риска и, соответственно, максимальным уровнем выживаемости среди альтернатив.

Далее осуществляется закупка технологического решения. Поскольку к этому моменту характеристики решения подтверждены испытаниями, заказчик переходит к заключению договора на поставку. До заключения договора определяется режим прав на результаты НИОКР (лицензирование, выкуп прав либо совместное владение).

Стоит отметить, что «Тендер на инновацию» также имеет ряд ограничений. Прежде всего, эффективность процедуры зависит от качества исходных данных, используемых при расчете TSSL. Второй вызов обусловлен вычислительной сложностью при большом количестве заявок.

Информационно-технологической средой «Тендера на инновацию» выступает цифровая платформа, направленная на обеспечение накопления данных

об испытаниях технологических решений по уровням TRL, протоколирование результатов и расчет матрицы TSSL.

Оператором цифровой платформы может выступать управляющая компания, обеспечивающая техническое функционирование платформы, администрирование процедур, хранение данных и т.д. Алгоритм работы платформы представлен на рисунке 3.2.

Платформа обеспечивает организационное, информационное и аналитическое сопровождение процедуры, объединяя подачу заявок, проведение испытаний, накопление данных и инструмент TSSL. Связь платформы и TSSL заключается в том, что платформа формирует цифровую среду для сбора и систематизации данных о технологических решениях, а TSSL выступает встроенным инструментом оценки рисков. Цифровая платформа выполняет три функции, которые продемонстрированы в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Функции цифровой платформы «Тендер на инновацию»³⁸⁹

№	Функция	Содержание
1	Агрегация данных	Платформа аккумулирует информацию о стартапах, исследовательских организациях, технологиях, формируя единое информационное пространство.
2	Алгоритмизация оценки рисков	Использование инструмента TSSL позволяет рассчитывать вероятность выживаемости технологических решений.
3	Диверсификация победителей	Цифровая платформа позволяет распределять заказ между несколькими победителями.

На первом этапе, инициации тендера, заказчик размещает на цифровой платформе описание научно-технической проблемы, условия внедрения, ограничения, ожидаемый эффект, критерии приемки, требования к составу заявки. На следующем этапе потенциальные исполнители регистрируются на платформе и подают заявки на решение научно-технической проблемы.

После проведения отбора для каждого из допущенных участников формируются проектные треки и заключаются контракты. В ходе последующей реализации проекта участники размещают на платформе результаты разработки и испытаний по этапам технологической готовности TRL 4, TRL 6, TRL 8.

³⁸⁹ Составлено автором.

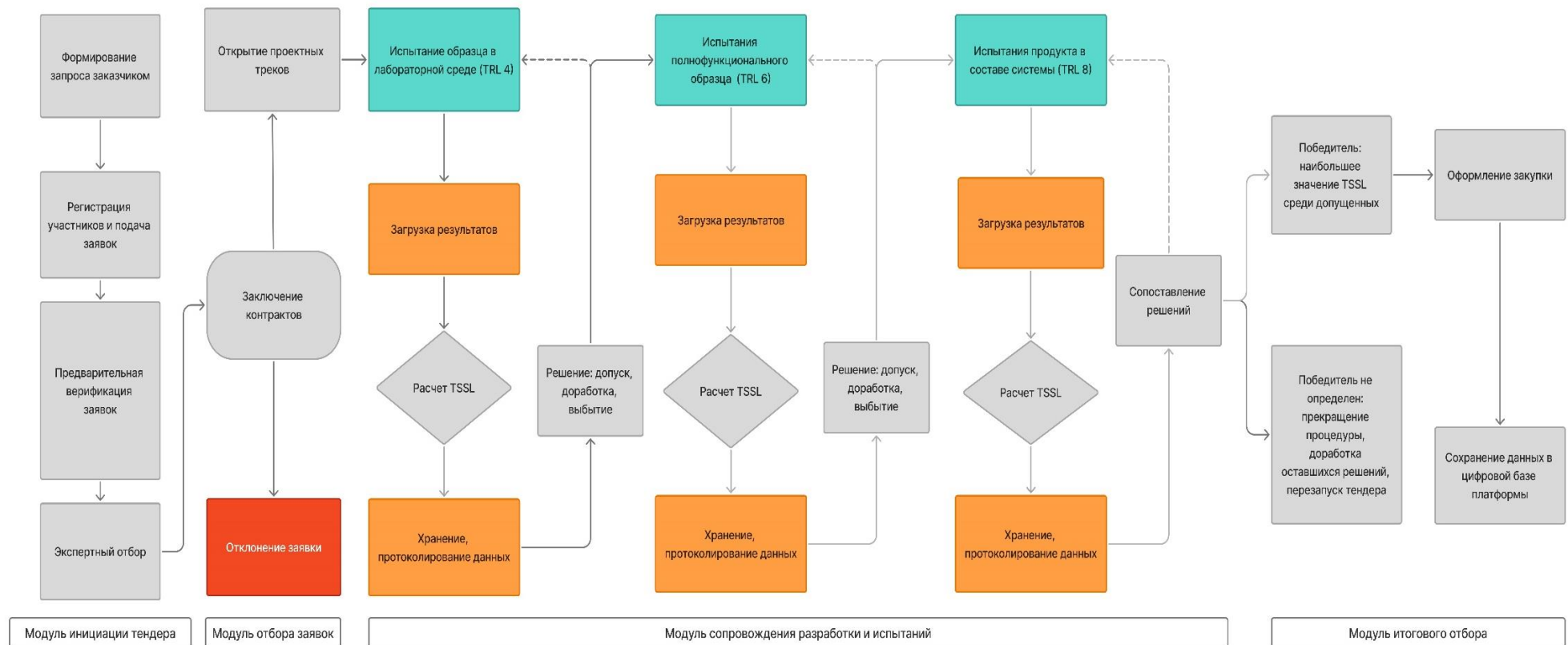


Рисунок 3.2. Алгоритм работы цифровой платформы «Тендер на инновацию»³⁹⁰

³⁹⁰ Составлено автором, визуализация выполнена в Figma.

На основе загруженных данных цифровая платформа осуществляет расчет матрицы TSSL на каждом этапе технологической готовности. Платформа формирует цифровое досье по проекту. По результатам расчета матрицы TSSL принимается одно из трех решений: о допуске участника к следующему этапу, о направлении решения на доработку либо о прекращении участия в процедуре.

После завершения этапа TRL 8 цифровая платформа формирует итоговое сопоставление технологических решений по значению TSSL. Сквозным процессом на всех этапах выступает аналитическое сопровождение, обеспечивающее сбор и сохранение данных о реализованных технологических решениях, типовых рисках и итогах предыдущих тендеров.

Таким образом, «Тендер на инновацию» обладает рядом отличительных характеристик. Во-первых, он предусматривает поэтапный отбор и доведение решения до внедрения. Во-вторых, отсев участников осуществляется в процессе разработки и испытаний. В-третьих, решение о победителе принимается на основе матрицы TSSL. В-четвертых, допускается поддержка нескольких подходов на стадиях разработки и испытаний с последующим сокращением пула участников по результатам промежуточных этапов. Совокупность указанных характеристик и ограничений позволяет обобщить авторский подход в виде организационно-экономического механизма развития технологического предпринимательства. Организационная составляющая данного механизма включает постановку научно-технической проблемы, регламентацию процедур отбора, координацию взаимодействия заказчиков, исполнителей, научных и инфраструктурных организаций, цифровое сопровождение процесса, а также проведение испытаний по уровням технологической готовности. Экономическая составляющая механизма выражается в определении наиболее эффективного технологического решения среди альтернативных вариантов, предложенных для решения заданной научно-технической или производственно-технической проблемы.

Роль «Тендер на инновацию» заключается в обеспечении развития технологического предпринимательства в промышленности посредством вовлечения технологических компаний, научных и инжиниринговых организаций

в решение прикладных задач промышленного развития. Это достигается за счет конкурсного допуска альтернативных подходов к решению научно-технических или производственно-технических проблем, промежуточной оценки результатов, перераспределения ресурсов в пользу более эффективных решений и доведения перспективных разработок до стадии внедрения.

Для заказчика участие в «Тендер на инновацию» обусловлено потребностью в решении научно-технической или производственно-технической проблемы, готового аналога которой на рынке нет. В такой ситуации заказчику требуется механизм, позволяющий выявить исполнителей, способных предложить различные подходы к решению проблемы, а также сопоставить эти подходы с учетом результатов испытаний и оценки инженерно-технологических рисков. Например, промышленное предприятие может столкнуться с задачей разработки нового датчика, материала, но не обладать данными о том, какой подход обеспечит требуемый результат. В этом случае «Тендер на инновацию» позволяет заказчику сравнить альтернативные решения по результатам испытаний и применения матрицы TSSL. Следовательно, мотивация заказчика состоит в покупке наиболее эффективного технологического решения.

Для разработчиков технологических решений участие в «Тендер на инновацию» связано с возможностью входа в закупки с технологической концепцией. Малая технологическая компания, стартап или инжиниринговая организация получает возможность пройти этапы разработки, испытаний, получить финансирование и в дальнейшем выйти на последующую закупку разрабатываемого решения.

Интерес государства в реализации «Тендер на инновацию» связан с повышением эффективности расходования бюджетных ресурсов, направляемых на поддержку технологических разработок. Участие организаций, предоставляющих испытательную инфраструктуру, обеспечивает загрузку их лабораторий, измерительной, диагностической и опытно-производственной базы за счет проведения испытаний.

3.3. Внедрение механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему управления промышленным развитием

На предыдущих этапах промышленного развития государственное участие было сосредоточено на отраслевом регулировании, прямом распределении ресурсов и административном контроле. В условиях четвертой промышленной революции его роль смещается в сторону координации взаимодействия участников, обеспечения функционирования цифровой инфраструктуры, стандартизации процедур, управления данными и рисками. В рамках стратегии промышленной политики механизм закупки технологических решений «Тендер на инновацию» предлагается внедрить в систему стратегического управления научно-технологическим и промышленным развитием на основе нормативно-целевого подхода (рисунок 3.3). Национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года, закрепленные в Указе Президента РФ от 07.05.2024 № 309, определяют достижение технологического лидерства в качестве одного из ключевых ориентиров государственной политики. В рамках указанной цели установлен приоритет по «обеспечению технологической независимости и формированию новых рынков по таким направлениям, как биоэкономика, сбережение здоровья граждан, продовольственная безопасность, беспилотные авиационные системы, средства производства и автоматизации, транспортная мобильность (включая автономные транспортные средства), экономика данных и цифровая трансформация, искусственный интеллект, новые материалы и химия, перспективные космические технологии и сервисы, новые энергетические технологии (в том числе атомные)»³⁹¹. В условиях ограниченности ресурсов и высокой рискованности разработок в указанных областях необходим механизм, позволяющий осуществлять отбор наиболее перспективных технологических решений и обеспечивать эффективное использование ресурсов,

³⁹¹ Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2024 г. № 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/events/president/news/73986> (дата обращения: 22.08.2025).



Рисунок 3.3. «Тендер на инновацию» в системе стратегических документов и программ промышленного развития России³⁹²

³⁹² Составлено автором.

направляемых на их разработку. Мероприятия, направленные на достижение технологического лидерства, охватывают несколько взаимосвязанных направлений.

В Концепции технологического развития Российской Федерации до 2030 года сформирован ряд положений, создающих институциональную основу для внедрения механизма «Тендер на инновацию». Во-первых, на уровне принципов закреплена поддержка технологических решений на конкурентной основе, а также право на риск, допускающее возможность недостижения результатов работ в условиях высокой неопределенности. Во-вторых, на уровне механизмов реализации Концепции предусмотрены этапность финансирования разработок, возможность выделения стадий разработки, включение работ по уровням готовности технологий, а также цифровизация процессов поддержки инноваций через создание цифровых платформ взаимодействия субъектов технологического развития. В-третьих, Концепция содержит положения о развитии инфраструктуры исследований, тестирования и испытаний. В развитие Концепции предлагается включить механизм отбора технологических решений.

Государственная программа «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» формирует программно-целевой уровень реализации механизма. В рамках одной из задач программы, ориентированной на «сокращение потерь и инвестиционных рисков в экономике, обеспечение прослеживаемости всех стадий «жизненного цикла» знаний, получаемых в процессе научных исследований, формирование сквозной и сбалансированной поддержки разработки технологий в зависимости от уровня их готовности»³⁹³, механизм закупки технологических решений «Тендер на инновацию» направлен на их отбор посредством применения инструмента оценки TSSL. Также программа определяет задачу «вовлечения научных и образовательных организаций, малых технологических компаний в технологическое обновление отраслей экономики и в создание новых рынков

³⁹³ Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»» [Электронный ресурс] // Правительство Российской Федерации. – URL: <http://government.ru/docs/all/121449/> (дата обращения: 22.08.2025).

товаров и услуг ...»³⁹⁴. В этой части «Тендер на инновацию» обеспечивает участие вышеперечисленных субъектов инновационной деятельности в решении прикладных технических задач, причем предметом отбора является потенциал технологического ответа на сформулированную проблему.

С целью внедрения механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему управления промышленным развитием необходимо провести комплекс мероприятий, направленных на правовое, организационное, цифровое и инфраструктурное обеспечение.

На уровне Федерального закона от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» целесообразно закрепить возможность применения специального механизма отбора технологических решений как одной из мер стимулирования промышленной деятельности.

В Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» предлагается внести изменения, предусматривающие специальный порядок закупки разрабатываемых технологических решений в «Тендер на инновацию». Для этого необходимо расширить категориальный аппарат закона: «технологическое решение», «Тендер на инновацию», «инженерно-технологические риски» и т.д. Порядок должен включать многоэтапный отбор технологических решений, возможность заключения договоров с несколькими исполнителями на ранних этапах разработки, проведение промежуточной оценки результатов, прекращение участия технологического решения в отборе, а также выбор для внедрения в производство.

В Федеральном законе от 28.12.2024 № 523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» необходимо уточнить порядок применения положений о праве на обоснованный риск в «Тендер на инновацию», закрепив учет инженерно-технологических рисков при разработке, испытании технологических

³⁹⁴ Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»» [Электронный ресурс] // Правительство Российской Федерации. – URL: <http://government.ru/docs/all/121449/> (дата обращения: 22.08.2025).

решений. Результаты оценки рисков должны использоваться при принятии решений о продолжении финансирования, доработке технологического решения, прекращении его участия в отборе либо определении победителя.

В соответствии с положением о Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 2008 г. № 438, Минпромторг России осуществляет функции по выработке и реализации государственной политики в сфере промышленности. В связи с чем предлагается реализация «Тендер на инновацию» на базе данного министерства.

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации реализует Государственную программу «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности», цели и задачи которой направлены на развитие конкурентоспособности промышленности, создание инновационной промышленности и формирование современной технологической базы. При этом программа не содержит механизма, обеспечивающего конкуренцию технологических предпринимателей при разработке технологических решений. «Тендер на инновацию» предлагается включить в указанную программу как механизм стимулирования конкуренции между технологическими предпринимателями разработок через заказ.

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации координирует цифровую платформу Государственную информационную систему промышленности (ГИСП), которая обеспечивает информационное сопровождение мер поддержки, цифровое взаимодействие участников и доступ предприятий к сведениям об имеющихся финансовых, организационных и инфраструктурных инструментах. В рамках дальнейшего развития ГИСП предлагается создать специализированную цифровую платформу «Тендер на инновацию», предназначенную для организации взаимодействия заказчиков и исполнителей при разработке технологических решений, а также для сопровождения оценки инженерно-технологических рисков, управление которой осуществлять управляющая компания.

Предлагается использовать инфраструктуру Южного федерального университета в качестве испытательной базы для технологических решений. Южный федеральный университет располагает лабораторным, измерительным, диагностическим и опытно-производственным оборудованием.

Для цифрового сопряжения данной инфраструктуры с платформой «Тендер на инновацию» предлагается создать модуль «Инфраструктура ЮФУ», который выступает функциональным блоком процедуры отбора технологических решений с возможностью их экспериментальной проверки на доступном лабораторном, измерительном, диагностическом и опытно-производственном оборудовании университета. Через данный модуль для каждого разрабатываемого технологического решения может формироваться перечень необходимых испытаний, определяться требуемое оборудование, составляться график его использования, фиксироваться результаты испытаний, а также обеспечиваться доступ к ресурсам университета (лабораториям, оборудованию, помещениям и др.), а также возможность формирования плана испытаний, бронирования инфраструктуры.

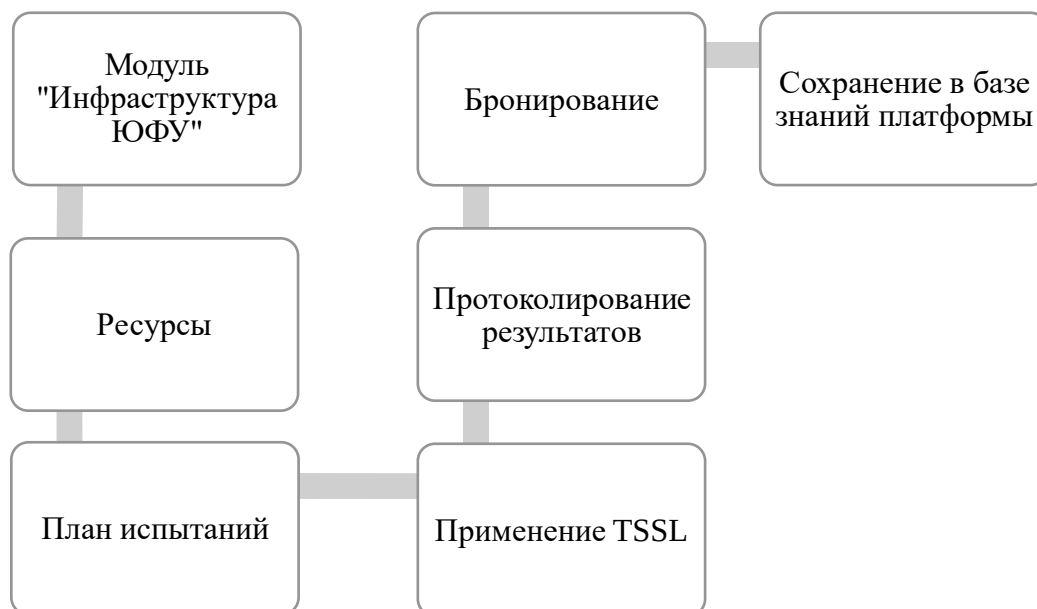


Рисунок 3.4. Инфраструктура ЮФУ в системе цифровой платформы «Тендер на инновацию»³⁹⁵

³⁹⁵ Составлено автором.

Внедрение механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему управления промышленным развитием в условиях ограниченного доступа к импортным технологиям и оборудованию позволит направить потенциал технологических предпринимателей на формирование новых высокотехнологических направлений, основанных на отечественных инженерных и предпринимательских компетенциях. Систематизация изменений, необходимых для внедрения механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему промышленной политики Российской Федерации, представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Комплекс изменений для внедрения механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему промышленной политики Российской Федерации³⁹⁶

Уровень	Объект изменения	Изменения
Нормативный	Федеральный закон № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации», Федеральный закон № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» Федеральный закон № 523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации».	Закрепление возможности применения механизма закупки «Тендер на инновацию» как меры стимулирования промышленной деятельности. Введение специального порядка закупки технологических решений в положении о закупке заказчика. Уточнение порядка применения права на обоснованный риск и учета инженерно-технологических рисков при разработке, проведении испытаний и принятии решений о дальнейшем развитии технологического решения.
Организационный	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.	Определение Минпромторга координатором механизма закупки «Тендер на инновацию».
Цифровой	Государственная информационная система промышленности.	Создание на базе ГИСП цифровой платформы «Тендер на инновацию».
Инфраструктурный	Лаборатории, испытательные площадки, опытные производства, полигоны, инфраструктура Южного федерального университета.	Обеспечение инфраструктурной поддержки технологических разработок за счет доступа к лабораторному, измерительному, диагностическому и опытно - производственному оборудованию.

³⁹⁶ Составлено автором.

Таким образом, в третьей главе был апробирован инструмент TSSL на примере технологического решения компании ООО «Метроспецтехника», что позволило продемонстрировать возможность количественной оценки инженерно-технологических рисков и их декомпозиции по отдельным рисковым событиям в статике.

Предложен механизм конкурентного отбора технологических решений в рамках закупочных процедур, основанный на использовании уровней технологической готовности TRL 4, TRL 6, TRL 8. В рамках отбора технологические решения оцениваются по уровню инженерно-технологических рисков на основе матрицы TSSL, что обеспечивает поддержку принятия решений при выборе наиболее эффективного технологического решения.

Разработан организационно-экономический механизм развития технологического предпринимательства в промышленности, основанный на внедрении механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему управления промышленным развитием. Ожидаемый эффект его реализации заключается в повышении конкурентоспособности отечественных предприятий по отношению к иностранным технологическим компаниям и тем самым в укреплении технологического суверенитета национальной экономики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ промышленных революций позволил установить, что становление технологического предпринимательства обусловлено накоплением технико-экономических изменений. Каждая промышленная революция изменяла технологическую базу производства, содержание предпринимательской деятельности и роль государства в промышленном развитии.

Установлено, что технологическое предпринимательство формируется при наличии трех условий: рыночной среды, создающей спрос на технологические решения, территориально и сконцентрированная производственная среда, бизнес-модели, согласованной с производственно-эксплуатационной средой применения технологии и позволяющей преобразовывать технологический потенциал в экономическую ценность. Усложнение технологий и производственных систем приводило к тому, что объект предпринимательской деятельности все в большей степени смещался к технологическим решениям. Вследствие этого изменялась роль государства, которое расширяло функции в регулировании, координации и поддержке условий их разработки, внедрения и воспроизводства.

Технологическое предпринимательство в промышленности сформировалось как вид предпринимательской деятельности в процессе промышленного развития и смены промышленных революций, а его обособление произошло в условиях третьей промышленной революции. Его становление было обусловлено совокупностью факторов, к числу которых относятся переход от ремесленной деятельности к машинному производству, тиражирование технологий, автоматизация производства, закрепление знаний и управленческих функций в алгоритмах, цифровых моделях и данных. Ключевым условием стало смещение экономической ценности в сторону инженерных и научных решений.

Риск в технологическом предпринимательстве выступает его внутренним элементом, принижающим объект, способ создания ценности, условия и среду реализации. Именно через выявление, оценку и снижение рисков обеспечивается продвижение инженерно-технического решения к стадии промышленного

освоения и коммерческой реализации. Следовательно, риски представляют собой ту сторону сущности технологического предпринимательства, через которую государство может воздействовать на его развитие в промышленной сфере. В связи с чем предложен подход и разработана методика к оценке инженерно-технологических рисков технологических решений, обеспечивающий поддержку принятия решений при выборе наиболее эффективных решений в промышленности. Предложенный инструмент объединяет вероятностный аппарат байесовских сетей, параметры FMEA и систему весовых коэффициентов, что обеспечивает возможность ранжирования факторов риска.

Анализ организационно-экономических механизмов развития технологического предпринимательства в ведущих странах показал, что в каждой стране сформировалась собственная траектория его развития, определяемая ролью государства, характером взаимодействия науки, бизнеса и промышленности. Данные различия обусловили специфику механизмов и инструментов стратегий промышленной политики, поскольку их выбор зависит от ранее сложившихся условий развития технологического предпринимательства. Вместе с тем в условиях глобальной технологической конкуренции ранее сформированные механизмы и инструменты развития технологического предпринимательства получают новое содержание и закрепляются в стратегиях промышленной политики.

США формируют новую промышленную политику через пакет законов и стандарты риск-менеджмента в сфере использования искусственного интеллекта, дополняя рынок элементами протекционизма. Великобритания сохраняет ориентацию на свободный рынок, но с государственным участием, направленным на снижение цен на электроэнергию для промышленных предприятий и формирование цифровой инфраструктуры. Европейский союз и Германия ориентируются на цифровизацию и локализацию промышленности. Китай и Индия наращивают производственный потенциал посредством государственно-частного партнерства, льгот, кластеров, технопарков.

Закупки выступают организационно-экономическим инструментом промышленной политики, поскольку реализуют спрос на новые решения, но

эффективность их зависит от качества процедуры отбора. Сравнение иностранных моделей инновационных закупок с российской практикой демонстрирует, что соответствующие процедуры строятся поэтапно, допускают конкуренцию подходов, а цифровые платформы выступают витринами конкурсов. В России модель закупки технологических решений основывается на рейтинговой системе с приоритетом цены, но недооценивается риск-профиль инновационных проектов. Следовательно, в сфере закупок инноваций необходим переход от «описательной» цифровизации (агрегация конкурсов, документооборот) к аналитической функции цифровой платформы. В связи с этим перспективным направлением является разработка организационно-экономического механизма закупок технологических решений, в котором цифровая платформа с инструментом оценки рисков технологического решения выступает основой реализации закупки. Для промышленности данный механизм обеспечит более обоснованный отбор решений, а для экономики – повышение результативности расходов на технологическое развитие.

Разработан организационно-экономический механизм поддержки процессов развития технологического предпринимательства в промышленности, основанный на внедрении в сферу закупок контрактной системы отбора эффективных технологических решений «Тендер на инновацию» и предполагающий реализацию стратегии изменений в институционально-правовой среде и инструментах государственного управления промышленным развитием страны. Реализация данного механизма обеспечивает конкуренцию между технологическими предпринимателями, что способствует повышению конкурентных преимуществ отечественных предприятий по отношению к иностранным технологическим компаниям и тем самым укрепляет технологический суверенитет национальной экономики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 18.07.2011 N 223-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц" [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116964/ (дата обращения: 13.04.2026).
2. Федеральный закон от 31 июля 2025 г. № 289-ФЗ «Об отдельных вопросах регулирования платформенной экономики в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Президент России. Банк документов: № 52331 – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/52331> (дата обращения: 11.08.2025).
3. Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2024 г. № 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/events/president/news/73986> (дата обращения: 22.08.2025).
4. Указ Президента РФ о создании Российского фонда фундаментальных исследований [Электронный ресурс] // РФФИ. – URL: https://www.rfbr.ru/storage/30_let/da01874b35feb18454f01d088e1b9be2.pdf (дата обращения: 14.04.2025).
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»» [Электронный ресурс] // Правительство Российской Федерации. – URL: <http://government.ru/docs/all/121449/> (дата обращения: 22.08.2025).
6. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска ГОСТ р 58771-2019 // Контур Норматив. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=398736> (дата обращения: 13.04.2025).
7. Аганбегян А. Г. «Кремниевые долины» – зоны инноваций в США, Китае, ЕС, России и других странах // Экономика науки. – 2023. – № 9(2). – С. 8–19. – DOI: 10.22394/2410-132X-2023-9-2-8-19.
8. Акселератор INDUSTRIX [Электронный ресурс] // ПАО Газпром нефть. – URL: <https://techpartners.gazprom-neft.ru/industrixx/> (дата обращения: 14.04.2025).
9. Антипина Е. В. Инновационная концепция предпринимательства Й. Шумпетера: теоретические аспекты // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2014. – № 10 (76). – С. 29 – 39.
10. Балашова М.А., Цвигун И.В., Юсупова М.Н. О создании технопарков в целях развития инновационного производства страны: опыт Китая // Российско-

китайские исследования. — 2023. — Т. 7, № 1. — С. 36–48. — DOI 10.17150/2587-7445.2023.7(1).36- 48.

11. Барыкин А.Н., Искрянников В.О. Белые пятна теории и практики технологического предпринимательства // Менеджмент инноваций. — 2010. — № 3. — С. 202 - 213.

12. Белоусов Ю.В. Цифровая экономика: понятие и тенденции развития // Вестник Института экономики Российской академии наук. — 2021. — № 1. — С.26-43. — DOI: 10.24412/2073-6487-2021-1-26-43.

13. Бичурина В. А. Управление развитием института технологического предпринимательства: диссертация, кандидата экономических наук: 08.00.05 / [Место защиты: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»]. — Санкт-Петербург, 2021. — с. 189.

14. Боровков А. И., Рябов Ю.А. Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки // Цифровая трансформация экономики и промышленности: сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 20–22 июня 2019 года. — 2019. — С. 234-245. — DOI: 10.18720/PER/2019.3/25.

15. Боровская М. А., Кирик В. А., Берая Н. О. Теория интегративного развития личности в экономике знаний: гуманитарно-цифровая парадигма и методы диагностики // Ценности и смыслы. — 2025.— № 5 (99). — С. 156-178. — DOI: 10.24412/2071-6427-2025-5-156-178.

16. Боровская М.А., Масыч М.А., Федосова Т.В. Инструменты финансового сопровождения научно-технологического трансфера // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. — 2024. — № 1 (221). — С. 84–97. DOI: 10.18522/2687-0770-2024-1-84-97.

17. Булдыгин С. С. Концепция промышленной революции: от появления до наших дней // Вестник Томского государственного университета. — 2017. — № 420. — С. 91–95. — DOI: 10.17223/15617793/420/12.

18. Варавва М. Ю., Лазарева О.С. Развитие сферы услуг как условие формирования сервисной экономики в России // Символ науки: международный научный журнал. — 2016. — № 4-1(16). — С. 35-39.

19. Вареца Р. А. Инструменты развития технологического предпринимательства в промышленности // Креативная логистика: стратегии и технологии: Материалы международной научно-практической конференции. XX Южно-Российский логистический форум, Ростов-на-Дону, 25–26 октября 2024 года. — 2024. — С. 221-224.

20. Вареца Р. А. Матрица выбора технологий оценки рисков на этапах жизненного цикла стартапов // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. — 2025. — № 3. — С. 36-49. — DOI: 10.17308/econ.2025.3/13264.

21. Вареца Р. А. Роль технологического предпринимательства в сфере промышленности в современных условиях // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2024. – Т. 24, вып. 2. С. 138–146. – DOI:10.18500/1994-2540-2024-24-2-138-146.

22. Вареца Р. А. Сравнительный анализ государственной политики в области развития цифровых платформ в Китайской Народной Республике и Российской Федерации // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2025. – № 2. – С. 272–281.

23. Вареца Р.А. Технологическое предпринимательство через призму государственной экономической политики России. // Россия в фокусе перемен: институты, механизмы, технологии развития: Сборник трудов по результатам VI Всероссийской научно-практической конференции в рамках XLIV Научной сессии экономического факультета Недели науки-2023 Южного федерального университета: в 2 томах, Ростов-на-Дону, 20–26 мая 2023 года. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2023. – С. 109 – 113.

24. Вареца Р. А. Типология предпринимательства в условиях развития индустрии 4.0 в России // Общество, экономика и право: вызовы современности и тенденции развития: электронный сборник статей по материалам V Международной научно-практической конференции, Волжский, 22 декабря 2023 года. – Волжский: Волжский институт экономики, педагогики и права, 2024. – С. 178-182.

25. Вареца Р. А. Эволюция пространственно-территориального размещения промышленности: от индустрии 3.0 к 5.0 // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2024. – Т. 31, № 4(88). – С. 43-53. – DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2024.88.4.004.

26. Ватолина О. В., Ничепорук А. В. Сущность и понятие цифровых платформ // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2025. – № 1 (76). – С. 85 – 96. – DOI: 10.38161/1996-3440-2025-1-85-96.

27. Вольчик В.В., Маслюкова Е.В. Влияние формальных и неформальных институтов на инновационное развитие экономики // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2022. – Т. 15, № 5. – С. 77–94. – DOI: 10.15838/esc.2022.5.83.4.

28. Войт А. В. Научно-производственные объединения: специфика эффектов интеграции // Вестник университета. – 2016. – № 5. – С. 10-16.

29. Всемирный банк. Индия: ВВП (текущие долл. США) [Электронный ресурс] // World Bank Group/Data. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=IN> (дата обращения 16.04.2025).

30. Всемирный банк. Индия: численность населения [Электронный ресурс] // World Bank Data. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=IN> (дата обращения: 12.04.2025).

31. Гершман М.А., Клыпин А.В., Иванова И.А., Бредихин С.В. Научно-техническая политика Китая: курс на глобальное лидерство // Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ. – 2022. – 4. с.

32. Горбашко Е. А., Медведев В. В. Базовые принципы и логико-функциональная модель модерации взаимодействия участников региональной инновационной системы // Экономика и управление. – 2024. – Т. 30, № 8. – С. 946–952. DOI: [10.35854/1998-1627-2024-8-946-952](https://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-8-946-952).

33. Госкомпании в 2024 году закупили у МСП товаров и услуг на рекордные 9,6 трлн рублей [Электронный ресурс] // Корпорация МСП. – URL: <https://corpmsp.ru/about/press/news/novosti-korporatsii/goskompanii-v-2024-godu-zakupili-u-msp-tovarov-i-uslug-na-rekordnye-9-6-trln-rublei/> (дата обращения: 13.04.2026).

34. Григорьев К. Э., Канев В С., Полетайкин А. Н. Интегрированная с API байесовская модель управления рисками на базовых станциях сотовой связи // Вестник СибГУТИ. – 2024. – Т. 18, № 4. – С. 62–76. – DOI: 10.55648/1998-6920-2024- 18-4-62-76.

35. Грудачев А. Я. К 150-летию создания ленточного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 11. – С. 155-157.

36. Глобальный инновационный индекс: лидируют Китай и США [Электронный ресурс] // Новости ООН. – URL: <https://news.un.org/ru/story/2024/08/1455701> (дата обращения: 12.07.2025).

37. Директива 2014/24/ЕС Европейского парламента и Совета от 26 февраля 2014 года «О государственных закупках» (с отменой Директивы 2004/18/ЕС) [Электронный ресурс] // Official Journal of the European Union. – 2014. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32014L0024> (дата обращения: 14.09.2024).

38. Дмитриева С.В. Индустрия 4.0 и цифровая трансформация в промышленном комплексе: внедрение современных технологий и инноваций для повышения производительности и конкурентоспособности // Инновации и инвестиции. – 2023. – №6. – С. 400 – 404.

39. Долгова О.И., Никитаева А.Ю. Имитационное моделирование бизнес-процессов промышленных компаний в условиях Индустрии 4.0. // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 26–40. – DOI: 10.18721/JE.16402.

40. Досужева, Е. Е., Лямзин О. Л. О специфике и периодизации советского инновационного опыта // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 3(39). – С. 22-24.
41. Ежегодно из ЕС в США уходит около 300 млрд евро сбережений [Электронный ресурс] // ТАСС. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/20586881> (дата обращения: 13.04.2025).
42. Завод «Лиотех» лишился китайского совладельца [Электронный ресурс] // NGS.ru. – URL: <https://ngs.ru/text/economics/2013/04/02/1065727/> (дата обращения: 02.05.2025).
43. Затраты на инновации растут [Электронный ресурс] // ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. – URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1090838378.pdf> (дата обращения: 12.10.2025).
44. Захарова Н.В., Лабудин А.В. Особенности венчурного инвестирования в Великобритании // Управленческое консультирование. – 2019. – № 12. – С. 59–69. – DOI: 10.22394/1726-1139-2019-12-59-69.
45. Захарова Н.В., Лабудин А.В. Новый этап инновационного развития Израиля: прогресс или потеря лидерства? // Управленческое консультирование. – 2023. – № 5(173). – С. 18-27. – DOI: 10.22394/1726-1139-2023-5-18-27.
46. Инвестиционная компания Baring Vostok [Электронный ресурс] // РИА Новости. – URL: <https://ria.ru/20190215/1550930760.html> (дата обращения: 14.04.2025).
47. Иннохаб Росатома [Электронный ресурс] // Росатом. – URL: <https://ih.rosatom.ru> (дата обращения: 14.04.2025).
48. Инновационные научно-технологические центры: инкубаторы новых бизнес-лидеров страны [Электронный ресурс] // Московский инновационный кластер. – URL: <https://i.moscow/innovacionnyy-nauchno-tehnologicheskiiy-centr-mgu-vorobevy-gory> (дата обращения: 02.05.2025).
49. Исследование уровня зрелости риск-менеджмента в российских компаниях: отчет [Электронный ресурс] // Группа ДРТ; при поддержке Ассоциации риск-менеджеров «Русское общество управления рисками». – 2025. – 38 с. – URL: <https://storage.delret.ru/research/uroven-zrelosti-upravleniya-riskami-2025.pdf> (дата обращения: 28.08.2025).
50. Кадровый баланс: почему российским компаниям не хватает инженеров [Электронный ресурс] // Forbes. – URL: <https://www.forbes.ru/mneniya/532897-kadrovyy-balans-pocemu-rossijskim-kompaniam-ne-hvataet-inzenerov> (дата обращения: 24.07.2025).
51. Как перегнуть звук за один Мах [Электронный ресурс] // Эксперт. – URL: <https://expert.ru/tekhnologii/kak-peregnat-zvuk-za-odin-makh/> (дата обращения: 30.04.2025).

52. Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег: [перевод с английского] / Джон Кейнс. – Москва: Эксмо, 2022. – 960 с.

53. Китай в 2024 году делает ставку на промышленные инновации [Электронный ресурс] // Российская газета. – URL: <https://rg.ru/2024/03/29/potencial-dlia-razvitiia.html> (дата обращения: 12.07.2025).

54. Клейнер Г. Микроэкономика знаний и мифы современной теории // Высшее образование в России. – 2006. – № 9. – С. 32-34.

55. КНР увеличила затраты на научные исследования и опытно-конструкторские работы на 10% [Электронный ресурс] // Интерфакс. – URL: <https://www.interfax.ru/world/921303> (дата обращения: 13.12.2023).

56. Княгинина Г.В. Эволюция подходов к определению понятий «Неопределенность» и «Риск» // Новый университет. Серия «Экономика и право». – 2011. – №. 3 (3). – С. 5-9.

57. Конькова Е.Д., Кузменко Ю.Г. К вопросу об особенностях трансформации предпринимательства в российской сфере услуг // Проблемы современной экономики. – 2015. – № 2 (54). – С. 322 – 325.

58. Корзюк Д.И., Текучёва С.Н. Сущность технологического предпринимательства // International journal of Proffesinal Science. – 2018. – № 3. – С. 14 - 24.

59. Кулагин В., Мишустин Г. Китай в 2023 году потратил на НИОКР более \$458 млрд [Электронный ресурс] // Ведомости. – URL: <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2024/03/06/1023890-kitai-potratil-na-niokr-bolee-458-mlrd> (дата обращения: 12.07.2025).

60. Куторго Н. А., Огородникова Е. И. Становление и развитие научно-технических парков в России // Образование через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития. – 2007. – № 5. – С. 199-202.

61. Легкая промышленность: от проблем к возможностям [Электронный ресурс] // Strategy.ru. – URL: <https://strategy.ru/research/expert/legkaya-promyshlennost-ot-problem-k-vozmozhnostyam-109/> (дата обращения: 24.07.2025).

62. Макареня Т. А., Кузьминов А. Н. Влияние агломерационных свойств и характеристик на развитие электронной промышленности // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 12, № 3. – С. 47-54. – DOI:10.36871/ek.ur.p.r.2025.03.12.006.

63. Малыгина В. Д., Антошина К. А. Интегрированная торговая политика на рынке продуктов персонифицированного питания // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2019. – № 1. – С. 92–103. – DOI: 10.34130/2070-4992-2019-1-92-103.

64. Марьясис Д.А. Государство и инновации: опыт Израиля // Инновации. – 2016. – № 7 (213) – С. 87-95.

65. Моисеева А.К., Тюрчев К.С., Куценко Е.С. Единороги в 2024 году: больше, дороже, умнее [Электронный ресурс] // Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. – URL: <https://issek.hse.ru/news/951771910.html> (дата обращения: 12.07.2025).

66. Моя идея гениальна: почему 90% стартапов проваливаются // РБК Pro. – URL: <https://pro.rbc.ru/demo/658e555f9a79472d8b1901b4> (дата обращения: 01.04.2025).

67. Муха Д. В. Влияние Индустрии 4.0 на глобальные цепочки создания стоимости, бизнес-модели и прямые иностранные инвестиции // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. – 2021. – Вып. 13. – С. 75–84. – DOI: 10.21122/2309-6667-2021-13-75-84.

68. Обанкротившийся завод «Лиотех» продали за 1,7 миллиарда рублей в Новосибирской области [Электронный ресурс] // Om1.ru. – URL: https://www.nsk.om1.ru/news/society/356010-obankrotivshijsja_zavod_liotekh_prodali_za_17_milliarda_rublejj_v_novosibirskoj_oblasti/ (дата обращения: 02.05.2025).

69. Объем закупок госзаказчиков у малых технологических компаний в 2025 году вырос на 13% и достиг почти 200 млрд рублей [Электронный ресурс] // ФАС. – URL: <https://nao.fas.gov.ru/srv/node/2884> (дата обращения: 13.04.2026).

70. ОЭЗ технико-внедренческого типа [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/instrumenty_razvitiya_territoriy/osoby_e_ekonomicheskie_zony/oez_tehniko_vnedrencheskogo_tipa (дата обращения: 02.05.2025).

71. Первый атомный проект [Электронный ресурс] // ТАСС: спецпроекты. – URL: <https://spec.tass.ru/aes1/obninsk-nuclear/> (дата обращения: 13.05.2024).

72. Петров А. Н., Комаров А. В. Оценка уровня технологической готовности конкурсных заявок с использованием методологии TPRL // Экономика науки. – 2020. – Т. 6. № 1–2. С. 88–99. – DOI: 10.22394/2410-132X-2020-6-1-2-88-99.

73. Петросян Г. С. Прогнозирование и анализ операционных ИТ-рисков с использованием байесовских сетей // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2018. – № 2 (98) – С. 154-160. – DOI: 10.21686/2413-2829-2018-2-154-160.

74. Погребинская В.А. Вторая промышленная революция // Экономический журнал. – 2005. – №10. – С.126 – 158.

75. Пономарева К.А. Инвестиционные налоговые льготы в Китае: особенности правового регулирования и сравнительный анализ с российскими

практиками // Правоприменение. – 2022. – Т. 6, № 3. – С. 80–93. – DOI: 10.52468/2542-1514.2022.6(3).80-93.

76. Поизносилось как нано [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5608999> (дата обращения: 02.05.2025).

77. Положение о конкурсе «Студенческий стартап» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: <https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20СтС-7.pdf> (дата обращения: 08.12.2025).

78. Положение о конкурсе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: <https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20УМНИК-2025.pdf> (дата обращения: 08.12.2025).

79. Положение о конкурсе «Старт-1» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: [https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Старт-1%20\(очередь%201\)_на%20сайт_.pdf](https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Старт-1%20(очередь%201)_на%20сайт_.pdf) (дата обращения: 08.12.2025).

80. Положение о конкурсе «Развитие-Станкостроение» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: https://fasie.ru/upload/Pol_R-st-3.pdf (дата обращения: 08.12.2025).

81. Положение о конкурсе «Интернационализация» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Международные%20программы_на%20сайт.pdf (дата обращения: 08.12.2025).

82. Положение о конкурсе «Коммерциализация-импортозамещение (очередь XIX)» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». – URL: https://fasie.ru/upload/docs/Положение%20Коммерциализация-19_на%20сайт.pdf (дата обращения: 08.12.2025).

83. Промышленный акселератор Кировского завода [Электронный ресурс] // GoTech Innovation. – URL: https://gotechinnovation.com/ru/case_kirovgroup/ (дата обращения: 14.04.2025).

84. Пылаева И.С. Механизмы стимулирования технологического развития малых промышленных предприятий высокотехнологических отраслей: дисс. ... канд.экон. наук: 08.00.05. – Челябинск. – 2021. – 189 с.

85. Распределение публикаций по областям исследования по запросу «methods for assessing engineering and technological risks» [Электронный ресурс] // Lens.org. – URL:

https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=methods%20for%20assessing%20engineering%20and%20technological%20risks&p=0&n=10&s=_score&d=%2B&f=false&e=false&l=en&authorField=author&dateFilterField=publishedYear&orderBy=%2B_score&presentation=false&preview=true&stemmed=true&useAuthorId=false&fieldOfStudy.must=Business&publishedYear.from=2000&publishedYear.to=2026 (дата обращения: 07.02.2026).

86. Родин О.А., Кленова Т.В. Высокотехнологичные и наукоемкие отрасли в экономике РФ: структурные тенденции и региональные диспропорции // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – № 5-2, (104). – DOI:10.24412/2500-1000-2025-5-2-375-380.

87. Рифкин Д. Третья промышленная революция: как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир // М.: Альпина нон-фикшн. – 2015. – 410 с.

88. Российская ассоциация венчурного инвестирования [Электронный ресурс] // РАВИ. – URL: <http://www.rvca.ru/rus/about/activity> (дата обращения: 14.04.2025).

89. Российская венчурная компания (РВК) [Электронный ресурс] // Российская венчурная компания (РВК). [Электронный ресурс] <https://rvc.ru/about> (дата обращения: 14.04.2025).

90. Рубцов А.В., Левшина В.В., Храмова Л.Н., Мамаева С.В., Храмов И.В., Мальцева М.В. Байесовский подход в оценке рисков проектов государственно-частного партнерства // Фундаментальные исследования. – 2020. – № 11. – С. 157-161. – DOI 10.17513/fr.42891.

91. Рынок венчурных инвестиций России 2024 [Электронный ресурс] // Фонд «Московский инновационный кластер», ГБУ «Агентство инноваций города Москвы». – URL: <https://i.moscow/upload/media/default/0001/22/15f42a10ad34ccf9c98e771dc2e2c3b2aae59e03.pdf> (дата обращения: 14.04.2025).

92. Рязанов В. Т. Кейнсианская экономическая теория и политика: возможности и ограничения на современном этапе // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2016. – № 2. – С. 3-26.

93. Северсталь и Global Venture Alliance запускают акселератор Severstal SteelTech Accelerator [Электронный ресурс] // Северсталь. – URL: <https://severstal.com/rus/media/archive/2019-03-20-severstal-i-global-venture-alliance-zapuskayut-akselerator-severstal-steeltech-accelerator> (дата обращения: 14.04.2025).

94. Симонов А.Б., Рогачев А.Ф., Кетько Н.В. Моделирование влияния информационной асимметрии на рынки традиционных и инновационных продуктов // Друкеровский вестник. – 2022. – № 2. – С. 259 – 269. – DOI: 10.17213/2312-6469-2022-2-259-269.

95. Смирнова Л. Н. Оценка рисков инновационного проекта с применением теории нечетких множеств и байесовских сетей // Торговля, сервис, индустрия питания. – 2023. – № 3(2). – С. 184-193.

96. Сторожук И. Н., Комиссарова М.А. Создание цифровых двойников в эпоху индустриальной метавселенной: переход Индустрии 4.0 в Индустрию 5.0 // Интеллектуальная платформенная экономика: тенденции развития : монография. – 2023. – С. 162-194. – DOI 10.18720/IEP/2023.2/7.

97. Субсидии и FAME: как в Индии поддерживают развитие рынка электрокаров [Электронный ресурс] // РБК. – URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/66ba2adb9a7947d65cc0abfa> (дата обращения: 23.07.2025).

98. Сухарева М. А. От концепции постиндустриального общества к концепции экономики знаний и цифровой экономики: критический анализ терминологического поля // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 68. – С. 445-464.

99. Тихомирова О.Г. Технологическое предпринимательство и инновационные образовательные технологии в цифровой экономике // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 11(1). – С. 162–167. – DOI: 10.17513/vaael.804.

100. Устюжанина Е.В., Дементьев В.Е., Евсюков С.Г. Трансакционные цифровые платформы: задача обеспечения эффективности // Экономика и математические методы. – 2021. – Т. 57, № 1. – С. 5-18. – DOI 10.31857/S042473880013023-4.

101. Ферова И.С. Кластерная модель развития в экономике России: 10 лет спустя // Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки. – 2023. – № 16 (9). С. 1655-1663.

102. Фонду содействия инновациям — 32 года [Электронный ресурс] // Фонд содействия инновациям. – URL: <https://fasie.ru/press/fund/fondu-sodeystviya-innovatsiyam-32-goda> (дата обращения: 04.02.2026).

103. Чернова О. А. Влияние цифровых технологий на устойчивость промышленного развития // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2023. – № 4. – С. 121–127. – DOI: 10.22394/2079-1690-2023-1-4-121-127.

104. Чернова О. А., Матвеева Л. Г., Горелова Г. В. Экосистемный подход к управлению процессами инновационного развития промышленности // Journal of

New Economy. – 2021. – Т. 22, № 2. – С. 44–65. DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-3.

105. Что такое Индустрия 4.0 и что нужно о ней знать [Электронный ресурс] // РБК Тренды. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e740c5b9a79470c22dd13e7> (дата обращения: 23.05.2024).

106. Шевченко И. К., Развадовская Ю. В., Каплюк Е. В. Институциональные условия развития национальной инновационной системы рамках индустриализации // Экономическое, социальное и духовное обновление России - основа новой индустриализации: сб. науч. Тр. V Уральских научных чтений профессоров и докторантов общественных наук. – 2018. – С. 120-127.

107. Шеина Е. Г., Курдюмов А. В. Экономическое содержание и сущность категории финансовый риск: теоретический аспект // Московский экономический журнал. – 2019. – № 12. – С. 875-883. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-10263.

108. Шумпетер Й. Теория экономического развития: исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры // М.: Прогресс. – 1982. – С. 455.

109. Щедров И.Ю. Технологическая политика Индии // Российский совет по международным делам. – 2023. – 56 с.

110. Яковлев В.И. Из истории индустриальной механики // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 4 (43). – С. 87-92. – DOI: 10.17072/1993-0550-2018-4-87-92.

111. Ядерная энергетика [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/4934267 (дата обращения: 11.05.2024).

112. About DARPA [Электронный ресурс] // Defense Advanced Research Projects Agency. – URL: <https://www.darpa.mil/about> (дата обращения: 03.04.2025).

113. Acs Z.J., Audretsch D.B., Lehmann E.E. The knowledge spillover theory of entrepreneurship // Small Business Economics. – 2013. – Vol. 41 – P. 757–774. – DOI: [10.1007/s11187-013-9505-9](https://doi.org/10.1007/s11187-013-9505-9).

114. Additive Manufacturing Market Report 2025 [Электронный ресурс] // Research and Markets. – URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5807051/additive-manufacturing-market-report> (дата обращения: 02.04.2025).

115. Advanced manufacturing plan [Электронный ресурс] // UK Government. – <https://www.gov.uk/government/publications/advanced-manufacturing-plan/advanced-manufacturing-plan-html-version> (дата обращения: 21.08.2025).

116. Ahmed A., Bhatti S.H., Gölgeci I., Arslan. A. Digital platform capability and organizational agility of emerging market manufacturing SMEs: The mediating role of

intellectual capital and the moderating role of environmental dynamism // Technological Forecasting and Social Change. – 2022. – Vol. 177. – 44 p. – DOI: 10.1016/j.techfore.2022.121513.

117. Air-taxi maker Liliun to file for insolvency after failed fundraising efforts [Электронный ресурс] // Global Banking & Finance Review. – URL: <https://www.globalbankingandfinance.com/air-taxi-maker-liliun-to-file-for-insolvency-after-failed-fundraising-efforts/> (дата обращения: 01.05.2025).

118. Akhavan M., Sebt M.V., Ameli M. Risk assessment modeling for knowledge based and startup projects based on feasibility studies: A Bayesian network approach // Knowledge-Based Systems. – 2021. – Vol.227. – 16 p. – DOI: 10.1016/j.knosys.2021.106992.

119. Alvarez S., Barney J.B. Discovery and Creation: Alternative Theories of Entrepreneurial Action // Strategic Entrepreneurship Journal. – 2006. – Vol. 3 № 6. – DOI: 10.2139/ssrn.900200.

120. American Aerospace & Defense Industry Continues Economic Dominance [Электронный ресурс] // Aerospace Industries Association. – URL: <https://www.aiaaerospace.org/news/american-aerospace-defense-industry-continues-economic-dominance/> (дата обращения: 20.06.2025).

121. Annual Survey of Manufactures: 2021 [Электронный ресурс] // U.S. Census Bureau. – URL: <https://www.census.gov/content/dam/Census/library/publications/2023/econ/Annual%20Survey%20of%20Manufactures%202021.pdf> (дата обращения: 08.08.2025).

122. Armstrong N., Nichols S. Engineering Entrepreneurship: does entrepreneurship have a role in engineering education? // Proceedings of the 2001 Annual Conference, Albuquerque, New Mexico. – 2001. – DOI: 10.18260/1-2—9194.

123. Arnold L., Jöhnk J., Vogt F., Urbach N. IIoT platforms' architectural features – a taxonomy and five prevalent archetypes // Electron Markets. – 2022. – Vol. 32, no. 3 – P. 13. – DOI: 10.1007/s12525-021-00520-0.

124. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) [Электронный ресурс] // National Institute of Standards and Technology. – URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-1.pdf> (дата обращения: 20.12.2024).

125. Arrival founder sells shares as e-van maker hunts for a lifeline [Электронный ресурс] // Sifted. – URL: <https://sifted.eu/articles/arrival-lifeline-founder-cash-struggles> (дата обращения: 30.04.2025).

126. A Secret Memorandum of Sergei Witte on the Industrialization of Imperial Russia // The Journal of Modern History. – 1954. – Vol. 26, No. 1. – P. 60-74.

127. ASML [Электронный ресурс] // Statutory Interim Report 2025. – URL: <https://ourbrand.asml.com/m/35105224f04184ea/original/Statutory-Interim-Report-2025.pdf> (дата обращения: 04.12.2025).

128. A Snapshot of Government-Wide Contracting for FY 2024 [Электронный ресурс] // U.S. Government Accountability Office. – URL: <https://www.gao.gov/blog/snapshot-government-wide-contracting-fy-2024-interactive-dashboard> (дата обращения 03.08.2025).

129. Announcing recipients of funding for pilot programs with state-owned companies [Электронный ресурс] // Israel Innovation Authority. – URL: https://innovationisrael.org.il/en/press_release/announcing-recipients-of-funding-for-pilot-programs-with-state-owned-companies/ (дата обращения 04.10.2025).

130. Atal Innovation Mission (AIM) [Электронный ресурс] // Government of India. – URL: <https://aim.gov.in/overview.php> (дата обращения: 23.07.2025).

131. Attacks on the U.S. Innovation Ecosystem Are an Attack on a Wellspring of American Prosperity [Электронный ресурс] // Center for American Progress. – URL: <https://www.americanprogress.org/article/attacks-on-the-u-s-innovation-ecosystem-are-an-attack-on-a-wellspring-of-american-prosperity/> (дата обращения: 23.07.2025).

132. Baden-Fuller C., Haeffliger S. Business Models and Technological Innovation // Long Range Planning. – 2013. – Vol. 46, No. 6. – P. 419 – 426. – DOI: 10.1016/j.lrp.2013.08.023.

133. Bangalore Bioinnovation Centre (BBC) [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://bioinnovationcentre.com/> (дата обращения 12.07.2025).

134. Bailetti T. Technology Entrepreneurship: Overview, Definition, and Distinctive Aspects // Technology Innovation Management Review. – 2012. – No. 2(2). – P. 5–12.

135. Bengaluru Urban District Administration. History [Электронный ресурс] // Government of Karnataka. – URL: <https://bengaluruurban.nic.in/en/history/> (дата обращения 12.07.2025).

136. Benchmarking government support for venture capital: Israel [Электронный ресурс] // OECD. – URL: https://www.oecd.org/en/publications/benchmarking-government-support-for-venture-capital_82cd3fe1-en/israel_b5c8cc2e-en.html (дата обращения 13.10.2025).

137. Berk J. B., Green R. C., Naik V. Valuation and Return Dynamics of New Ventures // Review of Financial Studies. – 1998. – Vol. 17, No. 1. – 35 p. – DOI: 10.1093/rfs/hhg021.

138. Best Practices in State and Regional Innovation Initiatives: Competing in the 21st Century [Электронный ресурс] // National Academy of Sciences. – 2013. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158815/> (дата обращение: 03.01.2024).

139. Bharat Dynamics Limited [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://bdl-india.in/> (дата обращения 07.05.2025).

140. Biography of Karl Benz [Электронный ресурс] // ThoughtCo. – URL: <https://www.thoughtco.com/karl-benz-and-automobile-4077066> (дата обращения: 04.03.2024).
141. Boos V., Gokhberg L., Islankina E., Kutsenko E., Ostashchenko T., Snegirev A., Streltsova E., Tyurchev K. HSE Global Cities Innovation Index: 2023 // National Research University Higher School of Economics. – 2023. – 312 p. – DOI: 10.17323/978-5-7598-2770-2.
142. Bos L. Public Demand Driven Innovation: Innovation Procurement (PCP and PPI) in Horizon 2020. Updated version for WP2017 calls [Электронный ресурс]: презентация // European Commission. – 2016. – с. 38. – URL: https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2016-37/pcp_and_ppi_in_h2020_wp17update_16966.pdf (дата обращения: 11.09.2024).
143. Broad Agency Announcements [Электронный ресурс] // National Science Foundation. – URL: <https://www.nsf.gov/funding/broad-agency-announcements> (дата обращения: 24.10.2024).
144. Businesses in the information and communication services sector [Электронный ресурс] // Eurostat. – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Businesses_in_the_information_and_communication_services_sector (дата обращения: 09.07.2025).
145. Butsch C., Kumar S., Wagner P.D., Kroll M., Kantakumar L.N., Bharucha E., Schneider K., Kraas F. Growing ‘Smart’? Urbanization Processes in the Pune Urban Agglomeration // Sustainability. – 2017. – Vol. 9, no.12 – 21 p. – DOI: 10.3390/su9122335.
146. Carpentier C., Suret J.-M. Angel group members’ decision process and rejection criteria: A longitudinal analysis // Journal of Business Venturing. – 2015. – Vol. 30, No. 6. – P. 808–821. – DOI: 10.1016/j.jbusvent.2015.04.002.
147. Centre for Science, Technology and Innovation Policy [Электронный ресурс] // University of Cambridge. – URL: <https://www.ciip.group.cam.ac.uk/innovation/science-and-engineering-workforce-2025/> (дата обращения: 08.08.2025).
148. Chancenkarte [Электронный ресурс] // Official Information Portal. – URL: <https://chancenkarte.com/en/> (дата обращения: 14.12.2024).
149. Chemicals in the EU [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/chemicals_en (дата обращения: 09.07.2025).
150. Chen W., Marcus G., Leesburg D’Souza. Quantum computing for manufacturing and supply chain optimization: enhancing efficiency, reducing costs, and improving product quality // International Journal of Enterprise Modelling. – 2021. – Vol. 15, No. 3. – P. 130 – 147. – DOI:10.35335/emod.v15i3.48.

151. China ranking in the Global Innovation Index 2024 [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2024. – URL: <https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2024/cn.pdf> (дата обращения: 11.07.2025).
152. China's government procurement tops 3.3 trln yuan in 2024 [Электронный ресурс] // The State Council of the People's Republic of China. – URL: https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202511/12/content_WS691491eec6d00ca5f9a077c2.html (дата обращения: 12.12.2025).
153. China releases action plan to improve government procurement [Электронный ресурс] // The State Council of the People's Republic of China. – URL: https://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/202407/04/content_WS66866f3cc6d0868f4e8e8dc1.html (дата обращения: 30.08.2025).
154. Chiappinelli O., Giuffrida L. M., Spagnolo G. Public procurement as an innovation policy: where do we stand? // International Journal of Industrial Organization. – 2025. – Vol. 100. – 20 p. – DOI: 10.2139/ssrn.4343668.
155. Ciaramella A., Celani A. Industry 4.0 and manufacturing in the city: possible vertical developments // Journal of Technologies for Architecture and the Environment. – 2019. – № 17. – P. 133-142. – DOI: 10.13128/Techne-24009.
156. Cooke R.M. Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science // Oxford University Press. – 1991. – 336 p.
157. Cohen W.M., Levinthal D. A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation // Administrative Science Quarterly. – 1990. – Vol. 35, No. 1. – P. 128-152.
158. Competitive Industrial Performance Index 2025: Germany [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/DEU.pdf (дата обращения: 11.09.2025).
159. Competitive Industrial Performance Index 2025: China [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/CHN.pdf (дата обращения: 12.09.2025).
160. Competitive Industrial Performance Index 2025: United States of America [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/USA.pdf (дата обращения: 12.09.2025).
161. Competitive Industrial Performance Index 2025: United Kingdom [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/GBR.pdf (дата обращения: 12.09.2025).

162. Competitive Industrial Performance Index 2025: India [Электронный ресурс] // UNIDO. – URL: https://stat.unido.org/sites/default/files/file/country_profile/IND.pdf (дата обращения: 12.09.2025).

163. Cox L.A. What's wrong with risk matrices? // Risk Analysis. – 2008. – Vol. 28, No. 2. – P. 497 - 512. – DOI: 10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x.

164. Coykendall J., Hardin K., Morehouse J., Shepley S. 2025 Manufacturing industry Outlook [Электронный ресурс] // Deloitte Insights. – URL: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing-industrial-products/manufacturing-industry-outlook.html> (дата обращения: 05.06.2025).

165. Delivering best value through innovation: Forward Commitment Procurement – Practical Pathways to Buying Innovative Solutions [Электронный ресурс] // Department for Business, Innovation & Skills. – URL: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a78d3e8e5274a2acd18a194/11-1054-forward-commitment-procurement-buying-innovative-solutions.pdf> (дата обращения: 19.10.2024).

166. Demand for Grants 2025-26 Analysis Petroleum and Natural Gas [Электронный ресурс] // PRS legislative Research. – URL: <https://prsindia.org/budgets/parliament/demand-for-grants-2025-26-analysis-petroleum-and-natural-gas> (дата обращения: 23.07.2025).

167. Dodgson J. S., Spackman M., Pearman A., Phillips L. D. Multi-Criteria Analysis: A Manual // Department for Communities and Local Government: London. – 2009. – 168 p.

168. Don't forget the downsides of China's innovation push [Электронный ресурс] // The Economist. – URL: <https://www.economist.com/leaders/2025/08/28/dont-forget-the-downsides-of-chinas-innovation-push> (дата обращения: 30.08.2025).

169. Economic Survey of Maharashtra 2021-22 [Электронный ресурс] // Government of Maharashtra. Planning Department. Directorate of Economics and Statistics. – URL: https://mahades.maharashtra.gov.in/files/publication/esm2122_e.pdf (дата обращения 06.05.2025).

170. Economic footprint of the pharmaceutical industry in Europe [Электронный ресурс] // PricewaterhouseCoopers. – 2024. – 22 p. – URL: <https://www.efpia.eu/media/3dqjpl3x/economic-footprint-of-the-pharmaceutical-industry-in-europe-report.pdf> (дата обращения: 10.05.2025).

171. Electric van maker Arrival misses quarterly production goal [Электронный ресурс] // Yahoo Finance. – URL: <https://finance.yahoo.com/news/electric-van-maker-arrival-misses-080000094.html> (дата обращения: 30.04.2025).

172. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation: From National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations

// Research Policy. – Vol. 29, № 2. – 2000 – P. 109-123. –DOI:10.1016/S0048-7333(99)00055-4.

173. European Commission. What is a PCP phase? [Электронный ресурс] // Research and innovation: European Assistance for Innovation Procurement – FAQ.– URL: <https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda/innovation-procurement/efip/faq> (дата обращения: 11.09.2024).

174. European industrial strategy [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy_en (дата обращения: 02.11.2024).

175. EU industrial strategy: key learnings [Электронный ресурс] // Interreg Europe. – URL: <https://www.interregeurope.eu/policy-learning-platform/news/eu-industrial-strategy-key-learnings?> (дата обращения: 09.09.2024).

176. EU F&T Portal [Электронный ресурс]. European Commission. – URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home> (дата обращения: 15.10.2024).

177. EU industrial strategy [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy_en (дата обращения: 09.09.2024).

178. EU trade relations with China [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/china_en (дата обращения: 12.04.2025).

179. EV battery maker Northvolt failed after blowing through \$15 billion [Электронный ресурс] // Business insider. – URL: <https://www.businessinsider.com/northvolt-bankruptcy-redwood-materials-ev-batteries-2025-4> (дата обращения: 30.04.2025).

180. Explaining the Historical Rise of US Research Universities [Электронный ресурс] // NBER. – URL: <https://www.nber.org/digest/202105/explaining-historical-rise-us-research-universities?page=1&perPage=50> (дата обращения: 06.03.2024).

181. Fact Sheet: President Donald J. Trump Restores Section 232 Tariff [Электронный ресурс].// The White House. – URL: <https://www.whitehouse.gov/fact-sheets/2025/02/fact-sheet-president-donald-j-trump-restores-section-232-tariffs/> (дата обращения: 22.08.2025).

182. Failure modes and effects analysis [Электронный ресурс] // International Electrotechnical Commission. – 2018. – 15 p. – URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/21903/331059ef02794b548d049d58b18e456f/IEC-60812-2018.pdf> (дата обращения: 21.06.2025).

183. Fault tree analysis (FTA) [Электронный ресурс] // International Electrotechnical Commission. – 2006. – 108 p. – URL: <https://www.iranipm.ir/wp-content/uploads/2016/04/IEC-61025-FTA.pdf> (дата обращения: 22.06.2025).

184. FAME India Phase II Scheme [Электронный ресурс] // Press Information Bureau, Ministry of Heavy Industries, Government of India. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2112237> (дата обращения: 23.07.2025).

185. Federal Acquisition Regulation. Part 35 – Research and Development Contracting. 35.016 Broad agency announcement [Электронный ресурс] // Acquisition.gov. – URL: https://www.acquisition.gov/far/part-35#FAR_35_016 (дата обращения: 27.10.2024).

186. Federal R&D Obligations Increased 4.4% in FY 2024; Most Agencies Estimate Declines in FY 2025 [Электронный ресурс] // National Center for Science and Engineering Statistics. – URL: <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsf26317> (дата обращения: 03.08.2025).

187. FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) [Электронный ресурс] // University of Cambridge. Institute for Manufacturing. – URL: <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dmg/tools-and-techniques/fmea-failure-modes-and-effects-analysis/> (дата обращения: 13.08.2025).

188. Four-year review of actions taken in the section 301 investigation: China's acts, policies, and practices related to technology transfer, intellectual property, and innovation. Executive Summary [Электронный ресурс] // Office of the United States trade representative executive office of the President. – URL: [https://ustr.gov/sites/default/files/05.13.2024%20Executive%20Summary%20of%20Four%20Year%20Review%20of%20China%20Tech%20Transfer%20Section%20301%20\(Final\).pdf](https://ustr.gov/sites/default/files/05.13.2024%20Executive%20Summary%20of%20Four%20Year%20Review%20of%20China%20Tech%20Transfer%20Section%20301%20(Final).pdf) (дата обращения: 23.07.2024).

189. Frey C.B. The Technology Trap: Capital, Labor, and Power in the Age of Automation // Princeton University Press. – 2019. – 480 p.

190. Gawer A. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age // Innovation: Management, Policy and Practice. – 2021. – Vol.24, No. 1. – P.110-124. – DOI: 10.1080/14479338.2021.1965888.

191. Global Innovation Index 2025: Innovation at a Crossroads 18th Edition [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2025. – 295 p. – URL: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/assets/89507/global-innovation-index-2025-en.pdf> (дата обращения: 24.09.2025).

192. Global Innovation Index 2025: Cluster Ranking [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – URL:

<https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-2025-gii-2025-clusters-top100-ranking.pdf> (дата обращения: 13.12.2023).

193. Global Innovation Index 2024: Israel ranking in the Global Innovation Index 2024 [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – URL: <https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2024/il.pdf> (дата обращения 09.03.2025).

194. Global Innovation Index 2025 Ranking of World's Top 100 Innovation Clusters [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2025. – 25 p. – URL: <https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-2025-gii-2025-clusters-top100-ranking.pdf> (дата обращения: 21.06.2025).

195. Global Innovation Index 2024 – India [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – URL: <https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2024/in.pdf> (дата обращения 04.05.2025).

196. Government recognizes more than 55,200 startups during FY 2025-26, highest ever in a single year since launch of Startup India initiative [Электронный ресурс] // Ministry of Commerce & Industry. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2253019&lang=2®=3> (дата обращения: 18.04.2026).

197. GovTech Poland [Электронный ресурс] // Цифровая платформа GovTech Poland. – URL: <https://www.gov.pl/web/govtech> (дата обращения: 13.10.2025).

198. Gupta R., Gupta B.M. Foreign MNC R&D Centers in India: A Study of their Publications, 2003-12 // DESIDOC Journal of Library & Information Technology. – 2014. – Vol. 34, no. 4. – P. 287-292. – DOI: 10.14429/djlit.34.5419.

199. Guidelines on Public Procurement [Электронный ресурс] // Ministry of Commerce & Industry. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1563772®=3&lang=2> (дата обращения: 23.07.2025).

200. Haaf A., Sale V. Measuring the Economic Footprint of the Biotechnology Industry in the European Union [Электронный ресурс] // The European Association for Bioindustries. – 2025. – 37 p. – URL: https://www.europabio.org/wp-content/uploads/2025/03/WifOR_EuropaBio2025.pdf (дата обращения: 09.07.2025).

201. Hand J. R. M. The Value Relevance of Financial Statements in the Venture Capital Market // The Accounting Review. – 2005. – Vol. 80, No. 2. – P. 613–648. – DOI: 10.2308/accr.2005.80.2.613.

202. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide [Электронный ресурс] // European Union. – URL: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/jrc47008_handbook_final.pdf (дата обращения: 12.10.2025).

203. Hartigh E., Stolwijk C. C. M., Ortt J. R., Punter L. M. Configurations of digital platforms for manufacturing: An analysis of seven cases according to platform

functions and types // Electronic Markets. – 2023. – Vol. 33, no. 30. – 30 p. – DOI: 10.1007/s12525-023-00653-4.

204. HeroX [Электронный ресурс] // Цифровая платформа HeroX. – URL: <https://www.herox.com> (дата обращения: 13.10.2025).

205. High-Tech's Contribution to the Economy [Электронный ресурс] // Israel Innovation Authority. – URL: <https://innovationisrael.org.il/en/report/high-techs-contribution-to-the-economy/> (дата обращения 12.12.2024).

206. Hindustan Aeronautics [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://hal-india.co.in/home> (дата обращения 12.07.2024).

207. Hommen L., Rolfstam M. Public procurement and innovation: towards a taxonomy // Journal of Public Procurement. – 2008. – Vol. 8, no. 3. – P. 17–56. – DOI: 10.1108/JOPP-08-03-2008-B001.

208. Howell S. Financing Innovation: Evidence from R&D Grants // American Economic Review. – 2017. – Vol. 107, no. 4 – P. 1136–1164. – DOI: 10.1257/aer.20150808.

209. HSE Global Cities Innovation Index: 2023 [Электронный ресурс] // HSE University. – 2023. – 5 p. – URL: <https://gcii.hse.ru/mirror/pubs/share/825769767.pdf> (дата обращения: 24.07.2024).

210. Hubbard D. W. How to Measure Anything: Finding the Value of Intangibles in Business // John Wiley & Sons, Inc. – 2014. – 432 p.

211. Indian Space Research Organisation [Электронный ресурс] // Official Website. – URL: <https://www.isro.gov.in/index.html> (дата обращения 12.07.2025).

212. India's dead economy delivers GDP shock to Trump [Электронный ресурс] // The Economic Times. – URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/indicators/indias-dead-economy-delivers-gdp-shock-to-trump/articleshow/123585637.cms> (дата обращения: 30.08.2025).

213. India's Median Age [Электронный ресурс] // World Economics. – URL: <https://www.worldeconomics.com/Processors/Demographics-Countries-MedianAge.aspx?Country=India> (дата обращения: 30.08.2025).

214. India's external sector shows resilience amidst geopolitical headwinds [Электронный ресурс] // Press Information Bureau Government of India. Ministry of Finance. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2034949> (дата обращения 13.11.2024).

215. India overtakes China as the world's most populous country [Электронный ресурс] // United Nations. – 2023. – URL: <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/PB153.pdf> (дата обращения: 12.07.2025).

216. Industrial Strategy: Advanced Manufacturing Sector Plan [Электронный ресурс] // UK Government. – 2025. – 84 p. – URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68920a3366bdd4490c61098f/industrial_strategy_advanced_manufacturing_sector_plan_accessible.pdf (дата обращения: 08.08.2025).

217. Industriepolitik in der Zeitenwende Industriestandort sichern, Wohlstand erneuern, Wirtschaftssicherheit stärken [Электронный ресурс] // Bundesministerium für Wirtschaftl und Klimaschutz. – URL: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/in_dustriepolitik-in-der-zeitenwende.html (дата обращения: 14.12.2024).

218. InnoCentive [Электронный ресурс] // Цифровая платформа InnoCentive. – URL: <https://www.innocentive.com> (дата обращения: 12.10.2025).

219. Innovation Funding Service – Single Sign-On endpoint [Электронный ресурс] // Innovate UK. – URL: <https://auth.apply-for-innovation-funding.service.gov.uk/idp/profile/SAML2/Redirect/SSO?execution=e2s1> (дата обращения: 19.10.2024).

220. Jullien B., Pavan A., Rysman M. Two-Sided Markets, Pricing, and Network Effects // CEPR Discussion Paper No. DP16480. – 2022. – 100 p. – URL: <https://hal.science/hal-03629451/document> (дата обращения: 12.03.2023).

221. Karnataka IT exports jump 27% to Rs 3.2 lakh crore, make for 42% of India's total share [Электронный ресурс] // The Times of India. – URL: <https://timesofindia.indiatimes.com/city/bengaluru/ktaka-it-exports-jump-27-to-rs-3-2l-cr-make-for-42-of-indias-total-share/articleshow/105609980.cms> (дата обращения: 12.07.2025).

222. Kass R.E., Raftery A.E. Bayes Factors // Journal of the American Statistical Association. – 1995. – Vol. 90, No. 430. – P. 773-795.

223. Kenney M., Von Burg U. Technology, Entrepreneurship and Path Dependence: Industrial Clustering in Silicon Valley and Route 128 // Industrial and Corporate Change. – No. 8 (1). – P. 67-103. – DOI:10.1093/icc/8.1.67.

224. Kim K. O., Zuo M. J. General model for the risk priority number in failure mode and effects analysis // Reliability Engineering & System Safety. – 2018. – T.169. – P. 321-329. – DOI: 10.1016/j.ress.2017.09.010.

225. Koltsaki M., Mavri M. A Comprehensive Overview of Additive Manufacturing Processes Through a Time-Based Classification Model // 3D printing and additive manufacturing. – 2024. – Vol. 11, No.1. – P. 363 – 382. – DOI: 10.1089/3dp.2022.0167.

226. Laursen K., Salter A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms // Strategic Management Journal. – 2006. – Vol. 27, № 2. – P. 131–150. – DOI: 10.1002/smj.507.

227. Lilium's fall throws spotlight on air-taxi cash crunch [Электронный ресурс] // Reuters. – URL: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/liliums-fall-throws-spotlight-air-taxi-cash-crunch-2024-11-25/> (дата обращения: 01.05.2025).

228. Lindsay J., Scheel H. How industry 4.0 is accelerating business [Электронный ресурс] // ResearchGate. – 2019. – URL: https://www.researchgate.net/publication/344689216_How_industry_40_is_accelerating_business (дата обращения: 23.05.2024).

229. Linstone H. A., Turoff M. The Delphi Method Techniques and Applications [Электронный ресурс]. – 2002. – 12 p. – URL: <https://files.pca-cpa.org/pcadocs/2017-06/8.%20Ukraine%20-%20Reply%20-%20Exhibits/8.%20Ukraine%20-%20Reply%20-%20Exhibits/UA-740.pdf> (дата обращения: 19.06.2025).

230. Luong N., Arnold Z., Murphy B. Understanding Chinese Government Guidance Funds // Center for Security and Emerging Technology. – 2021. – 89 p. – DOI: 10.51593/20200098.

231. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States // Princeton University Press. – 1962. – 444 p.

232. Margaret C.J. The First Knowledge Economy: Human Capital and the European Economy, 1750-1850 // Cambridge: Cambridge University Press. – 2014. – 257 p.

233. Make in India [Электронный ресурс] // India Brand Equity Foundation. – URL: <https://www.ibef.org/economy/make-in-india> (дата обращения: 30.08.2025).

234. Make in India Powers Defence Growth [Электронный ресурс] // Press Information Bureau. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2114546> (дата обращения: 12.11.2025).

235. Malerba F. Sectoral systems of innovation and production // Research Policy. – 2002. – No. 31 (2). – P. 247-264. – DOI:10.1016/S0048-7333(01)00139-1.

236. Mazzucato M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities // Industrial and Corporate Change. – 2018. – Vol. 27, № 5. – P. 803–815. – DOI:10.1093/icc/dty034.

237. Ma H., Wu X., Yan L., Huang H., Wu H., Xiong J., Zhang J. Strategic Plan of Made in China 2025 and Its Implementations // Analysing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments. – 2018. – 23 p. – DOI: 10.4018/978-1-5225-3468-6.ch001.

238. McBride J., Chatzky A. Is 'Made in China 2025' a Threat to Global Trade? [Электронный ресурс] // Council on Foreign Relations. – URL: <https://www.cfr.org/backgrounder/made-china-2025-threat-global-trade> (дата обращения: 12.07.2025).

239. McElreath R. Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan // Boca Raton: CRC Press. – 2020. – 612 p. – DOI: 10.1201/9780429029608.

240. Mechanical engineering in the EU [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/mechanical-engineering_en (дата обращения: 23.05.2025).

241. Ministry of Chemicals and Fertilizers. Dr Mansukh Mandaviya addresses Global Vaccine Research Collaborative Discussion on Vaccine Research and Development, a G20 co-branded event [Электронный ресурс] // Government of India. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1929600> (дата обращения 07.05.2025).

242. Mitigate AI Risk with the NIST AI RMF [Электронный ресурс] // Drata. – URL: <https://drata.com/product/nist-ai-risk-management> (дата обращения: 20.12.2024).

243. Mokyr J., Aghion P., Howitt P. Sustained economic growth through technological progress [Электронный ресурс] // Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences. – 2025. – 52 p. – URL: <https://www.nobelprize.org/uploads/2025/10/advanced-economicsciencesprize2025.pdf> (дата обращения: 15.10.2025).

244. Monolith Faces Financial Struggles Amid Clean Energy Challenges [Электронный ресурс] // CTOL Digital Solutions. – URL: <https://www.ctol.digital/news/monolith-faces-cash-crisis-clean-energy-startup-struggles-billion-dollar-gamble/> (дата обращения: 30.04.2025).

245. Montani D., Gervasio D., Pulcini A. Startup Company Valuation: The State of Art and Future Trends // International Business Research. – 2020. – Vol. 13, No. 9. – P. 31-45. – DOI: 10.5539/ibr.v13n9p31.

246. Monteiro B., Hlacs A., Boéchat P. Public procurement for public sector innovation: Facilitating innovators' access to innovation procurement // OECD Working Papers on Public Governance. – 2024. – No. 80. – DOI: 10.1787/9aad76b7-en.

247. Morisson A., Pattinson M. Innovation in Less-Developed Regions - Interreg Europe Policy Brief // Interreg Europe Policy Learning Platform. – 2021. – 17 p.

248. Multi-criteria analysis: a manual [Электронный ресурс] // Department for Communities and Local Government. – 2009. – 168 p. – URL: https://eprints.lse.ac.uk/12761/1/Multi-criteria_Analysis.pdf (дата обращения: 19.06.2025).

249. Nagaraja N., Srinivas K.T. Venture capital in Karnataka // International Journal of Management (IJM). – 2012. – Vol. 3, no. 3. – P. 246 – 257.

250. Nationales Reformprogramm 2024 [Электронный ресурс] // Bundesministerium für Wirtschaftl und Klimaschutz. –

URL: <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Europa/nationales-reformprogramm-2024.pdf> (дата обращения: 14.12.2024).

251. National Institutes of Health, SEED. Eligibility Criteria [Электронный ресурс] // Small Business Program Basics. – URL: <https://seed.nih.gov/small-business-funding/small-business-program-basics/eligibility-criteria> (дата обращения: 19.10.2024).

252. National Economy Made Steady Improvement Despite Challenges in the First Half Year [Электронный ресурс] // National Bureau of Statistics of China. – URL: https://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202507/t20250715_1960408.html (дата обращения: 12.07.2025).

253. Ning H., Wang H., Lin Y., Wang W., Dhelim S., Farha F., Ding J., Daneshmand M. A Survey on Metaverse: the State-of-the-art, Technologies, Applications, and Challenges // Computers and Society. – 2021. – 34 p. – DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.09673>.

254. NIST History [Электронный ресурс] // The National Institute of Standards and Technology. – URL: <https://www.nist.gov/history> (дата обращения: 02.04.2025).

255. NSF History [Электронный ресурс] // National Science Foundation. – URL: <https://www.nsf.gov/about/history> (дата обращения: 03.04.2025).

256. NVCA Yearbook 2025 [Электронный ресурс] // National Venture Capital Association (NVCA). – URL: <https://nvca.org/document/nvca-2025-yearbook/> (дата обращения: 21.06.2025).

257. O'Hagan A. Expert Knowledge Elicitation: Subjective but Scientific // The American Statistician. – 2019. – Vol. 73(1). – P. 69–81. – DOI: 10.1080/00031305.2018.1518265.

258. One-time EV darling Nikola files for Chapter 11 bankruptcy [Электронный ресурс] // CFO DIVE. – URL: <https://www.cfodive.com/news/onetime-ev-darling-nikola-files-chapter11-bankruptcy-tesla/740404/> (дата обращения: 30.04.2025).

259. Overview of the Bayh-Dole Act [Электронный ресурс] // University of Pennsylvania. – URL: <https://research.upenn.edu/resource/overview-of-the-bayh-dole-act/> (дата обращения: 03.04.2025).

260. Parker G.G., Alstyne M.W., Choundary S.P. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy - And How to Make Them Work for You // W. W. Norton & Company. – 2016. – 6 p.

261. Participating Federal Agencies [Электронный ресурс] // U.S. Small Business Administration. – URL: <https://www.sbir.gov/participating-agencies> (дата обращения: 19.10.2024).

262. Pauli T., Fieft E., Matzner M. Digital Industrial Platforms // Business & Information Systems Engineering. – 2021. – Vol. 63, no. 2. – P. 181–190. – DOI: 10.1007/s12599-020-00681-w.

263. Phased Manufacturing Programme (PMP) [Электронный ресурс] // Press Information Bureau, Government of India. – URL: <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2115171> (дата обращения: 23.07.2025).

264. Pilot Program in Government Companies [Электронный ресурс] // Israel Innovation Authority. – URL: https://innovationisrael.org.il/en/press_release/pilot-program-in-government-companies/ (дата обращения 04.10.2025).

265. Playing To Win In The U.S. Market [Электронный ресурс] // Forbes. – URL: <https://www.forbes.com/sites/forbeseq/2023/08/18/playing-to-win-in-the-us-market/> (дата обращения: 30.04.2025).

266. Potenzial der innovativen öffentlichen Beschaffung [Электронный ресурс] // Kompetenzzentrum innovative Beschaffung. – URL: <https://www.koinno.de/eu-foerderung/aktuelles/potenzial/> (дата обращения: 14.12.2024).

267. Provisional estimates of annual gross domestic product for 2024-25 and quarterly estimates of gross domestic product for the fourth quarter (january-march) of 2024-25 [Электронный ресурс] // Ministry of Statistics & Programme Implementation. – URL: <https://blog.saginfortech.com/wp-content/uploads/2025/08/gdp-4th-quarter.pdf> (дата обращения 21.06.2025).

268. Public Procurement: Growing British industry, jobs and skills [Электронный ресурс] // Gov. UK. – URL: <https://www.gov.uk/government/consultations/public-procurement-growing-british-industry-jobs-and-skills-consultation-on-further-reforms-to-public-procurement/public-procurement-growing-british-industry-jobs-and-skills-html> (дата обращения: 08.08.2025).

269. Public procurement of innovation [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/public-procurement/strategic-procurement/public-procurement-innovation_en (дата обращения: 02.11.2024).

270. Public procurement [Электронный ресурс] // European Commission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/public-procurement_en (дата обращения: 11.09.2025).

271. Public Procurement[Электронный ресурс] // Startup India. – URL: https://www.startupindia.gov.in/content/sih/en/public_procurement.html#1545892390216 (дата обращения: 24.07.2025).

272. Raychaudhuri S. Introduction to Monte-Carlo simulation [Электронный ресурс] // Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. – 2008. – P. 91 – 100. – URL: <https://www.informs-sim.org/wsc08papers/012.pdf> (дата обращения: 19.06.2025).

273. Re-Imagining America's Defense Industrial Base [Электронный ресурс] // The National Interest. – URL: <https://nationalinterest.org/feature/re-imagining-americas-defense-industrial-base> (дата обращения: 05.06.2025).

274. Relax. There Is No Other Silicon Valley in Sight Something is changing though [Электронный ресурс] // Mind the Bridge Tech. – URL: <https://mindthebridge.com/no-other-silicon-valley-in-sight> (дата обращение: 03.01.2024).

275. Remarks on Executing a Modern American Industrial Strategy by NEC Director Brian Deese [Электронный ресурс] // U.S. White House. – URL: <https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/speeches-remarks/2022/10/13/remarks-on-executing-a-modern-american-industrial-strategy-by-nec-director-brian-deese/> (дата обращения: 20.12.2024).

276. Regional and subregional labour productivity, UK: 2023[Электронный ресурс] // Office for National Statistics UK. – URL: <https://www.ons.gov.uk/economy/economicoutputandproductivity/productivitymeasures/bulletins/regionalandsubregionallabourproductivityuk/2023> (дата обращения: 08.08.2025).

277. Research and innovation: The New European Innovation Agenda [Электронный ресурс] // European Commission. Innovation procurement. – URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda/innovation-procurement_en (дата обращения: 11.09.2024).

278. Ruhnka J. C., Young J. E. Some hypotheses about risk in venture capital investing // Journal of Business Venturing. – 1991. – Vol. 6, No. 2. – P. 115-133. – DOI: 10.1016/0883-9026(91)90014-5.

279. Sahlman W.A. The Structure and Governance of Venture-Capital Organizations // Journal of Financial Economics. – 1990. – Vol. 27, no. 2. – P. 473–521.

280. Sarasvathy S. D. Causation and Effectuation: Toward a Theoretical Shift from Economic Inevitability to Entrepreneurial Contingency // Academy of Management Review. – 2001. – № 26(2). – P. 243 —263. – DOI:10.5465/AMR.2001.4378020.

281. SBIR/STTR – America's Seed Fund [Электронный ресурс] // SBIR. – URL: <https://www.sbir.gov> (дата обращения: 22.08.2025).

282. Shanghai Guidebook for Overseas Asset Manager: 2022 [Электронный ресурс] // Shanghai Asset Management Association. – 2023. – 78 p. – URL: <https://www.amac.org.cn/hdjl/gjjl/202212/P020231126398126495861.pdf> (дата обращения: 13.04.2024).

283. Schulte R. New venture risk management: Theoretical framework and research perspectives // Journal of the International Council for Small Business. – 2025. – Vol. 6., No. 4. – P. 639 – 658. – DOI: 10.1080/26437015.2024.2448982.

284. Scoring System and Procedure [Электронный ресурс] // National Institutes of Health. – URL: https://grants.nih.gov/grants/peer/guidelines_general/scoring_system_and_procedure.pdf (дата обращения: 23.10.2024).

285. Scott A.J. Entrepreneurship, Innovation and Industrial Development: Geography and the Creative Field Revisited // Small Business Economics. – 2006. – № 26(1). – P. 1–24. – DOI: 10.1007/s11187-004-6493-9.

286. Schot J., Steinmueller W.E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change // Research Policy. – 2018. – Vol. 47, № 9. – P. 1554 -1567. – DOI: 10.1016/j.respol.2018.08.011.

287. Schumpeter J. The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle // Translated by Redvers Opie. New Brunswick: Transaction Publishers. – 1983. – 255 p.

288. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond [Электронный ресурс] // World Economic Forum. – URL: <https://www.weforum.org/stories/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (дата обращения: 14.10.2025).

289. Silva Junior C.R., Siluk J.C. M., Neuenfeldt-Junior A.L., Francescatto M.B., Michelin C. de F. Mapping Risks Faced by Startup Investors: An Approach Based on the Apriori Algorithm // Risks. – 2023. – Vol. 11, no. 10. – 19 p. – DOI: 10.3390/risks11100177.

290. Skill India Digital [Электронный ресурс] // Ministry of Skill Development & Entrepreneurship, Government of India. – URL: <https://www.skillindiadigital.gov.in/home> (дата обращения: 23.07.2025).

291. Small business research programs [Электронный ресурс] // U.S. Government Accountability Office. – URL: <https://files.gao.gov/reports/GAO-25-107942/index.html> (дата обращения 04.10.2025).

292. Snee R.D, Rodebaugh W.F. Failure Modes and Effects Analysis // ResearchGate. – 2007. – 6 p.

293. Startup & Business Failure Rates [Электронный ресурс] // Failory. – URL: <https://www.failory.com/blog/startup-failure-rate> (дата обращения: 04.04.2025).

294. Startup India Programme [Электронный ресурс] // Press Information Bureau Government of India Ministry of Commerce & Industry. – URL: <https://www.pib.gov.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=147661> (дата обращения: 23.07.2025).

295. STPI – Hyderabad [Электронный ресурс] // Ministry of Electronics and Information Technology, Government of India. – URL: <https://hyderabad.stpi.in/en> (дата обращения 07.05.2025).

296. Szathmari E., Varga Z., Molnar A., Nemeth G., Szabo Z. P., Kiss O. E. Why do startups fail? A core competency deficit model. *Frontiers in Psychology*. – 2024. – 9 p. – DOI: [10.3389/fpsyg.2024.1299135](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1299135).

297. SZ tops country in GDP growth. *Shenzhen Daily* // The People's Government of Futian District [Электронный ресурс]. – URL: https://www.szft.gov.cn/en/news/news/content/post_11990945.html (дата обращения: 30.01.2025).

298. TED – Tenders Electronic Daily [Электронный ресурс] // European Union. – URL: <https://ted.europa.eu/en> (дата обращения: 15.10.2024).

299. Tiwana A., Konsynski B., Bush A.A. Research commentary—platform evolution: coevolution of platform architecture, governance, and environmental dynamics // *Information Systems Research*. – 2010. – Vol. 21, no. 4. – P. 675 – 687. – DOI: 10.1287/isre.1100.0323.

300. The Competence Center for Innovative Procurement [Электронный ресурс] // KOINNO. – URL: <https://www.koinno.de/en/> (дата обращения: 14.12.2024).

301. The evolution of capitalism [Электронный ресурс] // *Encyclopaedia Britannica*. – URL: <https://www.britannica.com/money/economic-system/Criticisms-of-capitalism> (дата обращения: 06.03.2024).

302. The Top 12 Reasons Startups Fail [Электронный ресурс] // CB Insights. – URL: <https://trunin.com/ru/2021/12/why-startups-fails/images/Top-Reasons-Startups-Fail.pdf> (дата обращения: 03.04.2025).

303. The UK's Modern Industrial Strategy [Электронный ресурс] // UK Government. – 2025. – 160 p. – URL: <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy> (дата обращения: 08.08.2025).

304. The Moving Assembly Line and the Five-Dollar Workday [Электронный ресурс] // Ford Motor Company: официальный сайт. – URL: <https://corporate.ford.com/articles/history/moving-assembly-line.html> (дата обращения: 06.03.2024).

305. The great decline of European industry [Электронный ресурс] // *Le Monde*. – URL: https://www.lemonde.fr/en/economy/article/2024/09/23/the-great-breakdown-of-european-industry_6727000_19.html (дата обращения: 07.02.2025).

306. The U.S.-Russia Investment Fund (TUSRIF) [Электронный ресурс] // U.S. Department of State. – URL: https://1997-2001.state.gov/regions/nis/nis_trade_programs.html?safe=1 (дата обращения: 14.04.2025).

307. The Global Innovation Index 2014 The Human Factor in Innovation [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. – 2014. – URL:

https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2014.pdf (дата обращения: 11.07.2025).

308. The National Expenditure on Civilian R&D 2023: Media Release [Электронный ресурс] // Israel Central Bureau of Statistics. – URL: https://www.cbs.gov.il/he/mediarelease/DocLib/2024/320/12_24_320e.pdf (дата обращения 09.12.2024).

309. To Build Electric Cars, Jaguar Land Rover Had to Redesign the Factory [Электронный ресурс] // WIRED. – URL: <https://www.wired.com/story/jlr-jaguar-land-rover-electric-vehicle-factory-halewood/> (дата обращения: 23.01.2025).

310. Trans-Siberian Railroad [Электронный ресурс] // Library of Congress. – URL: <https://www.loc.gov/collections/meeting-of-frontiers/articles-and-essays/development/trans-siberian-railroad> (дата обращения: 03.04.2025).

311. Tsygankov S., Syropyatov V., Volchik V. Institutional governance of innovations: Novel insights of leadership in Russian public procurement // Economies. – 2021. – Vol. 9, № 4. – 16 p. – DOI: 10.3390/economies9040189.

312. Tsygankov S. Russian Public Procurement and National Innovation Policy // GSOM emerging markets conference 2022. – 2022. – P. 14.

313. UK government launches new AI safety platform for businesses [Электронный ресурс] // Financial Times. – URL: <https://www.ft.com/content/8a54932d-d9a9-4a69-969d-89d8b2de149f> (дата обращения: 08.08.2025).

314. UN report: India's population hits 1.46 billion, fertility drops below replacement rate; experts warn of alarming urban TFR decline [Электронный ресурс] // India Times. – URL: <https://www.indiatimes.com/trending/un-report-indias-population-hits-146-billion-fertility-drops-below-replacement-rate-experts-warn-of-alarming-urban-tfr-decline-660856.html> (дата обращения: 30.08.2025).

315. Understanding SBIR and STTR. [Электронный ресурс] // National Institutes of Health, SEED. – URL: <https://seed.nih.gov/small-business-funding/small-business-program-basics/understanding-sbir-sttr#Application-types-and-program-phases> (дата обращения: 19.10.2024).

316. U.S. Department of Commerce. International Trade Administration [Электронный ресурс] // Israel – Aerospace and Defense: Israel Country Commercial Guide. – URL: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/israel-aerospace-and-defense> (дата обращения: 13.05.2024).

317. U.S. International Trade in Goods and Services, December and Annual 2024 [Электронный ресурс] // U.S. Bureau of Economic Analysis. – URL: <https://www.bea.gov/news/2025/us-international-trade-goods-and-services-december-and-annual-2024> (дата обращения: 30.04.2025).

318. Valaei M., Khodakarami V. A New Multi-Dimensional Framework for Start-Ups Assessment Using Bayesian Networks // Journal Risk and Financial Management. – 2023. – № 16 (2):88. – DOI: 10.3390/jrfm16020088.

319. Vellaisamy P. Lecture 3: Conditional Probability and Bayes Theorem [Электронный ресурс] // Michigan State University. – URL: <https://stt.msu.edu/Academics/ClassPages/uploads/US19/351-101/Lecture-03.pdf> (дата обращения: 27.06.2025).

320. Vilkova M.N., Zavorohina A.P., Kashin D.V., Petrova P.A., Podrogenko J.P., Tillashayhov D.R. Public procurement of innovations: case of Russia. – 2025. – 34 p. – DOI: 10.13140/RG.2.2.27122.62400.

321. Ward M. Foreign Direct Investment Statistics [Электронный ресурс] // House of Commons Library. – 2025. – 29 p. – URL: <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-8534/CBP-8534.pdf> (дата обращения: 21.08.2025).

322. Wennekens S., Thurik R. Linking Entrepreneurship and Economic Growth // Small Business Economics. – 1999. – Vol. 13, No. 1. – P. 27–55.

323. Wennekens S., van Wennekens A., Thurik R., Reynolds P. Nascent Entrepreneurship and the Level of Economic Development // Small Business Economics. – No. 24(3). – 2005. – P. 293–309. – DOI:10.1007/s11187-005-1994-8.

324. What is different about digital strategy? From quantitative to qualitative change // Strategy Science. – 2019. – Vol. 4, no.4. – P. 253 – 261. – DOI: 10.1287/stsc.2019.0099.

325. What are the issues with Siemens Gamesa's wind turbines? [Электронный ресурс] // Reuters. – URL: <https://www.reuters.com/business/energy/what-are-issues-with-siemens-gamesas-wind-turbines-2023-06-23/> (дата обращения: 02.05.2025).

326. What is the Startup India Initiative? [Электронный ресурс] // Government of India, Department for Promotion of Industry and Internal Trade (DPIIT), Startup India. – URL: <https://www.startupindia.gov.in/content/sih/en/about-startup-india-initiative.html> (дата обращения 29.02.2024).

327. Why Start-ups Fail [Электронный ресурс] // Harvard Business Review. – URL: <https://hbr.org/2021/05/why-start-ups-fail> (дата обращения: 05.04.2025).

328. Why Startups Fail? A Data Analysis by Autopsy [Электронный ресурс] // Medium. – URL: <https://medium.com/startup-autopsies/why-startups-fail-a-data-analysis-by-autopsy-a4bf60e482da> (дата обращения: 04.04.2025).

329. Why is Britain's industrial base crumbling? [Электронный ресурс] // MoneyWeek. – URL: <https://moneyweek.com/economy/uk-economy/why-is-britains-industrial-base-crumbling> (дата обращения: 21.08.2025).

330. Yet2 [Электронный ресурс] // Цифровая платформа Yet2. – URL: <https://www.yet2.com> (дата обращения: 13.10.2025).

331. Zeng X. Study on the Third Industrial Revolution and Paradigm Transformation of China's Manufacturing Industry—Based on Theoretical Analysis of Scale Economy and Scope Economy// American Journal of Industrial and Business Management. – 2016. – Vol. 6, No. 2. – P. 73 – 82. – DOI: 10.4236/ajibm.2016.62006.

332. Zhang X.Y, Trame M.N, Lesko L.J, Schmidt S. Sobol Sensitivity Analysis: A Tool to Guide the Development and Evaluation of Systems Pharmacology Models // CPT Pharmacometrics Syst Pharmacol. – 2015. – Vol. 4, № 2. – P. 69-79. – DOI: 10.1002/psp4.6.

333. 培育出华为、腾讯的深圳高新区 去年前11月实现工业总产值超1.6万亿 [Электронный ресурс] // 21st Century Business Herald. – URL: <https://www.21jingji.com/article/20230128/herald/ac9e2dacc6390f2e0dc47fc1527b9b5d.html> (дата обращения 23.02.2024).