



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**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Ростов-на-Дону – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном
образовательном учреждении высшего образования
«Южный федеральный университет»

Научный руководитель доктор экономических наук, профессор,
Академик Российской академии образования
Боровская Марина Александровна

Официальные оппоненты: **Дробышевская Лариса Николаевна,**
доктор экономических наук, Кубанский
государственный университет, кафедра
мировой экономики и менеджмента, профессор

Старикова Мария Сергеевна,
доктор экономических наук, Белгородский
государственный технологический университет
имени В. Г. Шухова, кафедра стратегического
управления, профессор

Защита состоится «18» сентября 2026 года в 13:30 на заседании
диссертационного совета ЮФУ801.03.14 при экономическом факультете
Южного федерального университета по адресу: 344002, г. Ростов-на-Дону, ул.
М. Горького, 88 (зал Ученого совета).

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке
Южного федерального университета по адресу: г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 21ж
и на сайте <http://hub.sfedu.ru/diss/>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2026 г.

Отзыв на автореферат в 2-х экз. (с указанием даты, полностью ФИО, ученой степени со
специальностью, звания, организации, подразделения, должности, адреса, телефона, email),
заверенный печатью организации, просим направлять по адресу: 344002, г. Ростов-на-Дону,
ул. М. Горького, 88, а. 107, ученому секретарю диссертационного совета ЮФУ801.03.14
Скачковой Л.С., а также в формате pdf на e-mail: lsskachkova@sfedu.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета



Скачкова Людмила Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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. Тюрлика, 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 определить 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности темы исследования, характеризуется степень изученности проблемы, формулируются цель, задачи и гипотеза диссертационного исследования, раскрываются положения, выносимые на защиту, их научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость.

В первой главе «Теоретико-концептуальные основы развития технологического предпринимательства» раскрыты факторы и условия становления технологического предпринимательства, сформированы теоретико-концептуальные представления о его сущности в промышленности через призму риска, а также предложены авторский инструмент оценки рисков и методика отбора технологических решений.

В параграфе 1.1. «Развитие технологического предпринимательства через призму промышленных революций» на основе анализа роли предпринимательства в промышленности, его связи с экономическим ростом и экономическим развитием, территориально-организационных условий производства инноваций, а также роли знаний в преобразовании технологического потенциала в экономическую ценность выявлены следующие условия формирования технологического предпринимательства:

- наличие рыночного спроса на инженерно-технологические улучшения продукта или процесса, обеспечивающие конкурентное преимущество;
- доступ к компонентной базе, поставщикам, прототипированию и испытаниям;
- государственное участие в развитии промышленной инфраструктуры, кластеров, технопарков и иных институтов концентрации ресурсов;
- соответствие бизнес-модели среде внедрения, предполагающее связь ценностного предложения с технико-экономическим эффектом.

В исследовании обосновано, что технологическое предпринимательство сформировалось как вид предпринимательской деятельности в ходе поэтапного накопления технико-экономических изменений, сопровождавших промышленные революции. Специфичность технологического предпринимательства в промышленности определяется ориентацией на инновации инженерно-технологического характера. Изменение функций государства в ходе промышленных революций обусловлено трансформацией объекта деятельности предпринимательства и формированием среды возникновения и развития технологического предпринимательства. В ходе анализа промышленных революций выявлены факторы и условия, обусловившие становление технологического предпринимательства как вида

предпринимательской деятельности, обособившегося в Индустрии 3.0 (таблица 1).

Таблица 1 – Систематизация факторов и условий, повлиявших на становление технологического предпринимательства¹

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.
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 и управленческих функций в алгоритмах, цифровых моделях и данных.	Трансформация данных, цифровых моделей и платформ в ресурсы создания ценности.	Технологическое предпринимательство выступает как деятельность по проектированию, внедрению, воспроизводству и управлению технологическими проектами.

Усложнение технологий и производственных систем 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.

В параграфе 1.2. «Сущность технологического предпринимательства в промышленности» проведен анализ существующих подходов к трактовке сущности технологического предпринимательства, в результате которого установлено, что ни одно из рассмотренных определений не раскрывает его специфику применительно к промышленной сфере. В связи с этим сущность

¹ Составлено автором.

технологического предпринимательства в промышленности раскрыта через систему взаимосвязанных категорий: «предпринимательство», «инновация», «технология», «промышленность», «стартап». Анализ данных категорий позволил определить условия реализации технологического предпринимательства в промышленности, к которым относятся высокая степень неопределенности, риск, капиталоемкость, длительность инвестиционного и производственного циклов, неполнота информации о будущих технических, производственных и коммерческих параметрах создаваемого технологического решения. Средой реализации технологического предпринимательства выступает промышленная система, включающая производственную инфраструктуру, стандарты, испытательные процедуры, кооперационные связи, институты поддержки и научные организации. На основе определения условий и среды реализации технологического предпринимательства в промышленности его понятие уточнено через призму риска. Технологическое предпринимательство в промышленности предложено рассматривать как вид предпринимательской деятельности, связанной с разработкой и внедрением инженерно-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.

Далее проведено разграничение рисков на универсальные и специфические. Универсальные риски характерны для предпринимательской деятельности в целом, тогда как специфические риски связаны с особенностями разработки, испытаний и внедрения технологических решений в промышленности. Риск в технологическом предпринимательстве выступает его внутренним элементом, пронизывающим объект, способ создания ценности, условия и среду реализации. Именно через выявление, оценку и снижение рисков обеспечивается продвижение технологического 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 параграфе 1.3. «Риски и оценка технологических решений в технологическом предпринимательстве в промышленности» проведен анализ существующих методов и моделей оценки рисков. Установлено, что они имеют различную предметную направленность. Сравнение отечественных и зарубежных исследований позволило определить, что в современной практике оценки рисков применяются вероятностные методы, в том числе байесовские сети, цифровые инструменты и программы имитационного моделирования. Вместе с тем рассмотренные методы и модели не обеспечивают комплексную

оценку рисков технологических решения в промышленности. В этой связи разработан 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.

Уровень выживаемости технологического решения (TSSL) включает совокупность показателей, позволяющих оценить каждый фактор риска технологического решения (таблица 2). Показатели априорной вероятности P^0 , наблюдаемого свидетельства E , правдоподобия $P(E|A)$ и $P(E|\neg A)$, 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_i , взвешенный вклад риска v_i , а также сценарные значения вероятности риска используются для агрегирования отдельных факторов риска и формирования итоговой оценки выживаемости технологического решения.

Таблица 2 – Таблица расчета уровня выживаемости технологического решения – TSSL (Technology Solution Survival Level)²

Параметры расчета Рисковое событие	<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
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. 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

² Составлено автором.

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:

$$TSSL(TS_q^{TRL_i}) = (v_1^{TRL_i}, v_2^{TRL_i}, \dots, v_n^{TRL_i}), \quad (1)$$

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.

Динамический характер TSSL проявляется в ходе отбора технологического решения на этапах TRL 4, TRL 6, TRL 8 (рисунок 1). 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 . 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 $TSSL(TS_q)$:

$$TSSL(TS_q) = \begin{pmatrix} v_1^{TRL_4} & v_1^{TRL_6} & v_1^{TRL_8} \\ v_2^{TRL_4} & v_2^{TRL_6} & v_2^{TRL_8} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ v_n^{TRL_4} & v_n^{TRL_6} & v_n^{TRL_8} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

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.

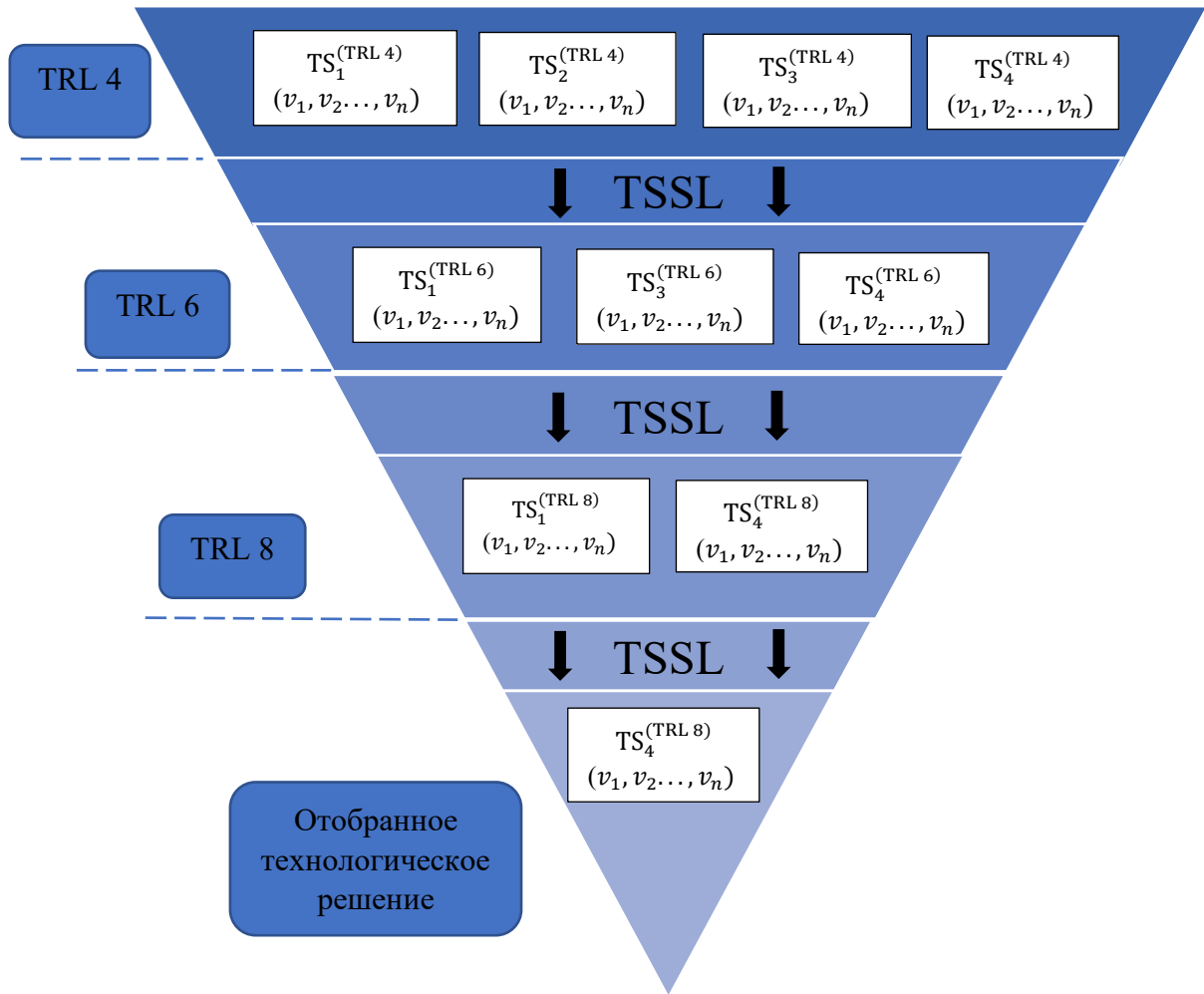


Рисунок 1 – Механизм отбора технологических решений на этапах TRL 4, TRL 6, TRL 8 на основе TSSL³

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:

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

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

³ Составлено автором.

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.

Таким образом, 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.

Во второй главе «Международные подходы к промышленной политике и развитию технологического предпринимательства в промышленности» определены особенности национальных механизмов и стратегий развития технологического предпринимательства, а также обоснована роль закупок как организационно-экономической основы для внедрения инструмента оценки рисков технологических решений и методики их отбора.

В параграфе 2.1. «Механизмы развития технологического предпринимательства в промышленности: зарубежный опыт и российская практика» проведен анализ механизмов развития технологического предпринимательства в США, Израиле, Китае, Индии и России.

Таблица 3 – Систематизация факторов развития технологического предпринимательства в промышленности⁴

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 выделены три закономерности развития технологического предпринимательства в промышленности:

- технологическое предпринимательство развивается неравномерно, а концентрируясь на специализированных территориях;
- технологическое предпринимательство в промышленности требует инвестиционного обеспечения процесса разработки, испытаний и внедрения технологического решения;

⁴ Составлено автором.

— чем выше капиталоемкость, длительность разработки и неопределенность результата, тем в большей степени развитие высокорисковых технологических решений требует сочетания частной инициативы и государственной поддержки.

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.

В параграфе 2.2. «Стратегические ориентиры и инструменты управления технологическим развитием промышленности» на основе анализа стратегий промышленной политики Европейского союза, Германии, Великобритании, США, Китая, Индии, России выявлены и систематизированы особенности стратегического управления технологическим развитием и определена роль закупок как инструмента формирования спроса на технологические решения.

Таблица 4 – Ключевые особенности и роль закупок в стратегиях промышленной политики ведущих стран⁵

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.

⁵ Составлено автором.

Продолжение таблицы 4

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.

Перспективным направлением совершенствования закупок технологических решений является повышение качества процедур отбора и оценки рисков предлагаемых решений.

В параграфе 2.3. «Контрактная система в сфере закупок технологических решений как механизм поддержки субъектов промышленности» проведен анализ действующих организационно-экономических механизмов закупок. Рассмотрены нормативные основания закупочных процедур, способы формирования потребности заказчика, порядок привлечения участников, критерии оценки заявок, стадии отбора, роль цифровых платформ и ограничения действующей системы. Анализ выполнен на примере российской системы закупок, европейских моделей Pre-Commercial Procurement и Public Procurement of Innovative Solutions, британской модели Forward Commitment Procurement, американских программ Small Business Innovation Research и Small Business Technology Transfer. Дополнительно рассмотрена роль цифровых платформ в организации закупочного процесса. В результате обоснована необходимость разработки 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.

В третьей главе «Разработка механизмов поддержки технологического предпринимательства в промышленности» ранее полученные теоретические и практические результаты развиваются в направлении формирования двухуровневого механизма поддержки развития технологического предпринимательства в промышленности. Первый уровень

механизма основан на системе поддержки управленческих решений, обеспечивающей оценку и отбор наиболее эффективного технологического решения в рамках контрактной системы закупки «Тендер на инновацию». Второй уровень представлен стратегией, предусматривающей комплекс мероприятий по формированию условий для реализации данного механизма.

В параграфе 3.1. «Апробация модели оценки TSSL на примере субъекта технологического предпринимательства в промышленности» проведена апробация инструмента оценки TSSL (Technology Solution Survival Level) на примере технологического решения – цифрового датчика сверххранного обнаружения дыма, разработанного промышленной инновационной компанией ООО «Конструкторское бюро «Метроспецтехника». Первым расчетным этапом является формирование наблюдаемых свидетельств (Evidence E), отражающих фактическое проявление каждого фактора риска по данным испытаний, производственного контроля и эксплуатации изделия (таблица 5).

Таблица 5 - Показатели испытаний, производственного контроля и эксплуатации цифрового датчика сверххранного обнаружения дыма⁶

№	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 неисправности	4	шт.
7	Питание	Инциденты питания	3	шт.
		Испытания питания	Пройдено	—
		Замечания по питанию	1	шт.

⁶ Составлено автором на основе данных ООО «КБ «Метроспецтехника».

Продолжение таблицы 5

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.

Вероятность возникновения события определяется как отношение количества зафиксированных случаев события к общему числу наблюдений:

$$E_i = \frac{N_i}{N_{obs}}, \quad (4)$$

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:

$$E_{miss} = \frac{N_{miss}}{N_{smoke}} = \frac{2}{480} = 0,00417 (\approx 0,417 \%)$$

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 6.

Таблица 6 – Результаты расчета нормированных метрик Evidence E по факторам риска⁷

№	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%)

⁷ Составлено автором по результатам расчетов на основе данных ООО «КБ «Метроспецтехника».

Продолжение таблицы 6

4	Сбои ПО	7	80 датчиков	$E_{soft} = \frac{N_{soft}}{N_{field}}$	0,0875 (8,75%)
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. каждый фактор риска рассматривается как бинарная гипотеза: A_i – риск актуален, $\neg A_i$ – риск неактуален. Априорная вероятность $P_i^0 = P(A_i)$ отражает предварительную экспертную оценку актуальности риска в интервале $[0;1]$. В прикладной части используются репрезентативные сценарные значения 0,20, 0,25 и 0,30. Далее свидетельство E_i интерпретируется через пороговые уровни нормального и критического состояния для определения правдоподобий $P(E_i | A_i)$ 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:

$$E_{miss}^{norm} = 0,001, E_{miss}^{crit} = 0,01.$$

На основе заданных порогов рассчитывается показатель критичности t :

$$t_i = \left(\frac{E_i - E_{norm,i}}{E_{crit,i} - E_{norm,i}}, 0,1 \right)^8. \quad (5)$$

Для пропуска обнаружения дыма:

⁸ 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).

$$t_{miss} = \frac{0,00417 - 0,001}{0,01 - 0,001} = 0,352.$$

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:

$$t = \max(t_{miss}, t_{delay}) = 0,6875. \quad (6)$$

Правдоподобия задаются монотонной калибровкой функций, переводящей t_i в диапазон вероятностей $(0,1 \dots 0,9)$:

$$P(E|A_i) = 0,1 + 0,8t_i, \quad P(E|\neg A_i) = 0,9 - 0,8t_i. \quad (7)$$

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 Байеса⁹:

$$\begin{aligned} P^1 &= \frac{P(E|A_i) P^0}{P(E|A_i) P^0 + P(E|\neg A_i)(1 - P^0)} = \\ &= \frac{0,65 \cdot 0,25}{0,65 \cdot 0,25 + 0,35(1 - 0,25)} = 0,382 \end{aligned} \quad (8)$$

Дополнительно в рамках матрицы расчета TSSL определяются сценарные значения апостериорной вероятности 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:

$$RPN = P^1 \cdot I \cdot D = 0,382 \cdot 10 \cdot 5 = 19,12. \quad (9)$$

Поскольку максимальное значение RPN составляет 100, далее рассчитывается нормированная оценка риска:

$$r = \frac{RPN}{100} = \frac{19,12}{100} = 0,1912. \quad (10)$$

⁹ 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).

Весовой коэффициент данного рисковог о события определяется по формуле нормирования значения воздействия риска. Для рассматриваемог о риска при $I_i=10$ и $\sum I_i = 78$ весовой коэффициент составляет:

$$w = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^n I_i} = \frac{10}{78} = 0,1282. \quad (11)$$

Следовательно, взвешенный вклад фактора риска в агрегированный риск технологического решения равен:

$$v = w \cdot r = 0,1282 \cdot 0,1912 = 0,0245. \quad (12)$$

Аналогичные расчеты выполнены по остальным факторам риска и представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Таблица расчета TSSL¹⁰

Параметры расчета Рисков ое событие	Prior P^0	Evidence E	$P(E A) /$ $P(E \neg A)$	Posterior P^1	I	D	w	RPN	r_i	v_i	P
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
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

¹⁰ Составлено автором по результатам расчетов на основе данных ООО «КБ «Метроспецтехника».

Продолжение таблицы 7

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:

$$R_C = \sum_i v_i = \sum_i (w_i \cdot r_i). \quad (13)$$

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:

$$S = (1 - R_C) \cdot 100\%. \quad (14)$$

Подставляя полученное значение агрегированного риска, получаем:

$$S = (1 - 0,1652) \cdot 100\% = 83,48 \, \%.$$

Для определения приоритетных направлений доработки рассчитывается доля вклада каждого фактора риска в агрегированный риск:

$$C_i = \frac{v_i}{R_C} \cdot 100\%. \quad (15)$$

Расчет TSSL в статике показал, что уровень выживаемости цифрового датчика сверххранного обнаружения дыма составляет 83,48 %. Ранжирование факторов риска позволило установить, 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 %. В совокупности данные факторы риска формируют 77,66 % агрегированного риска. Полученные результаты позволяют в статике выявить направления совершенствования технологического решения.

В параграфе 3.2. «Механизм отбора технологических решений «Тендер на инновацию» в системе закупок» разработан механизм конкурентного отбора технологических решений в рамках закупки «Тендер на инновацию», в котором уровни технологической готовности TRL 4, TRL 6, TRL 8 используются как воронка отбора. «Тендер на инновацию» представляет собой механизм закупки (рисунок 2), в рамках которого заказчик формулирует научно-техническую или производственно-техническую проблему, условия внедрения и ожидаемый эффект, а исполнители предлагают альтернативные подходы решения. Разработка решений осуществляется параллельно и проходит через последовательные уровни технологической готовности TRL 4, TRL 6 и TRL 8.

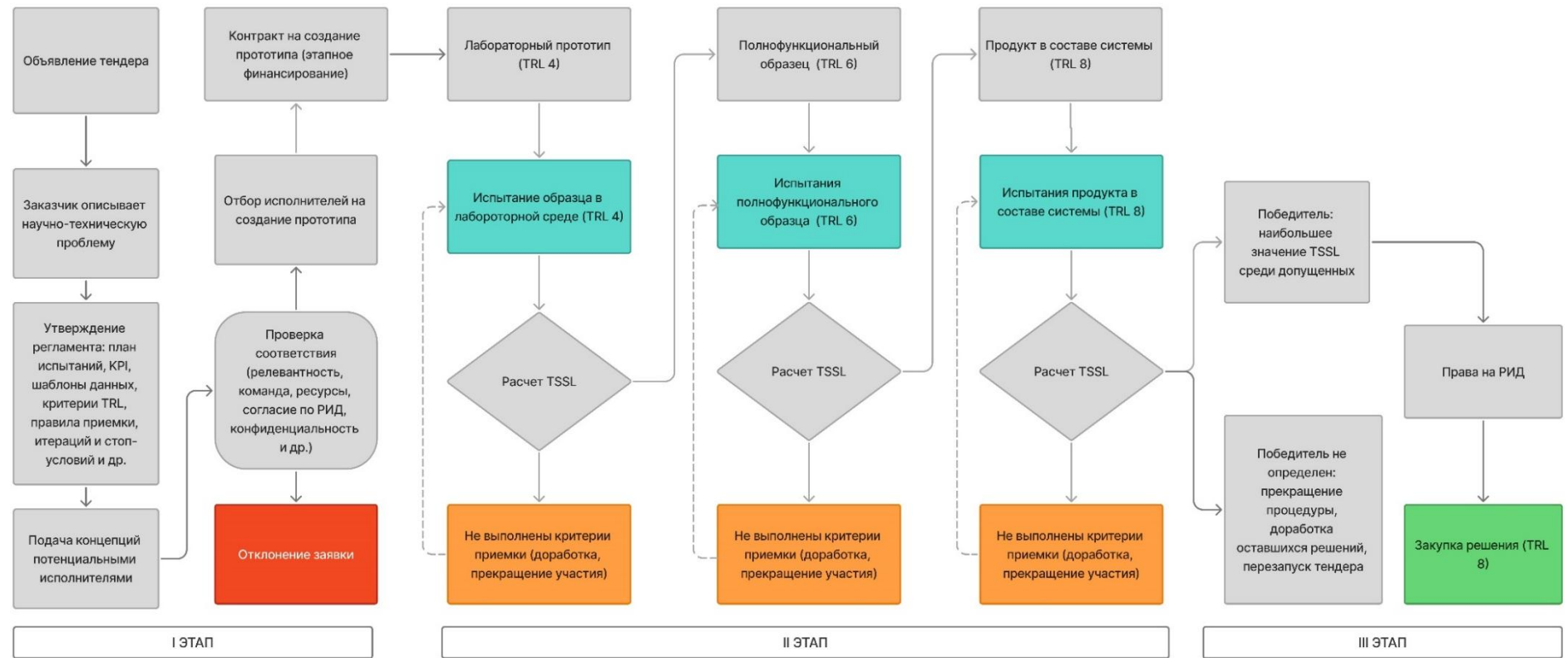


Рисунок 2 – Этапы разработки технологических решений в системе закупок «Тендер на инновацию»¹¹

¹¹ Составлено автором, визуализация выполнена в Figma.

На каждом этапе решения сопоставляются по матрице TSSL, что позволяет выявлять критические инженерно-технологические риски, направлять решения на доработку либо исключать их из дальнейшего отбора. Итоговый выбор осуществляется в пользу решения с наименьшим совокупным риском и наиболее высоким уровнем TSSL.

Информационно-технологической средой «Тендер на инновацию» выступает цифровая платформа, направленная на обеспечение накопления данных об испытаниях технологических решений по уровням TRL, протоколирование результатов и расчет матрицы TSSL. Платформа обеспечивает организационное, информационное и аналитическое сопровождение процедуры, объединяя подачу заявок, проведение испытаний, накопление данных и инструмент TSSL.

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.

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.

В параграфе 3.3. «Внедрение механизма закупки «Тендер на инновацию» в систему управления промышленным развитием» 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 (рисунок 3).



Рисунок 3 – «Тендер на инновацию» в системе стратегических документов и программ промышленного развития России¹²

¹² Составлено автором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении представлены основные выводы, полученные в соответствии с поставленной целью и задачами исследования. Общие результаты исследования выражаются в расширении теоретико-концептуальных основ технологического предпринимательства в промышленности, а также в разработке механизмов и стратегии поддержки его развития, что может служить основой для совершенствования механизмов контрактной системы закупок.

Результаты диссертационного исследования:

1. 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.

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

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.

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.

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 развития технологического предпринимательства в промышленности, представляющий собой интеграцию в сферу закупок контрактной системы отбора эффективных технологических решений «Тендер на инновацию» и формирование стратегии внедрения изменений в институционально-правовой среде и инструментах государственного управления промышленным развитием страны. Реализация данного механизма обеспечивает конкуренцию между

технологическими предпринимателями, что способствует повышению конкурентоспособности отечественных предприятий по отношению к иностранным технологическим компаниям и тем самым укрепляет технологический суверенитет национальной экономики.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК

1. Вареца, Р. А. Роль технологического предпринимательства в сфере промышленности в современных условиях / Р. А. Вареца // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2024. – Т. 24, № 2. – С. 138-146. – DOI 10.18500/1994-2540-2024-24-2-138-146. – EDN NWOXQF. K2.
2. Вареца, Р. А. Эволюция пространственно-территориального размещения промышленности: от индустрии 3.0 к 5.0 / Р. А. Вареца // 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. – EDN VHZZQZ. K2.
3. Вареца, Р. А. Сравнительный анализ государственной политики в области развития цифровых платформ в Китайской Народной Республике и Российской Федерации / Р. А. Вареца // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2025. – № 2. – С. 272-281. – EDN WZZDGS. K2.
4. Вареца, Р. А. Матрица выбора технологий оценки рисков на этапах жизненного цикла стартапов / Р. А. Вареца // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2025. – № 3. – С. 36-49. – DOI 10.17308/econ.2025.3/13264. – EDN UZERZN. K2.

Публикации в сборниках трудов конференций

1. Вареца, Р. А. Технологическое предпринимательство через призму государственной экономической политики России / Р. А. Вареца // 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, (20-26 мая 2023 г.) : в двух томах. Т. 1 / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Южный федеральный университет", Экономический факультет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2023. – С. 109-113.
2. Вареца, Р. А. Инструменты развития технологического предпринимательства в промышленности / Р. А. Вареца // Креативная логистика:

стратегии и технологии : материалы международной научно-практической конференции : XX Южно-Российский логистический форум, 25-26 октября 2024 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Южно-Российская ассоциация логистики ; редакционная коллегия: Альбеков А. У. (ответственный редактор) [и др.]. – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2024. – С. 221-224.

3. Вареца, Р. А. Типология предпринимательства в условиях развития индустрии 4.0 в России / Р. А. Вареца // Общество, экономика и право: вызовы современности и тенденции развития : V Международная научно-практическая конференция, [22 декабря 2023 г.] : сборник статей / Комитет образования, науки и молодежной политики Волгоградской области, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский институт экономики, педагогики и права» ; редакционная коллегия: Р. Ю. Скоков, Т. А. Дугина, Клименко Е. О. [и др.]. – Волжский: ВИЭПП, 2024. – С. 178-182. – URL: https://www.viepp.ru/documents/Nauch_konf/Obshchestvo_ekonomika_i_pravo_V.pdf (дата обращения 25.06.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.