

На правах рукописи



Яковлева Мария Владимировна

**РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ
РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ЗАКУПКЕ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ**

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями – промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель:

Старожук Евгений Андреевич
кандидат экономических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Бурдина Анна Анатольевна
доктор экономических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)», профессор кафедры
инновационной экономики, финансов и
управления проектами

Быстров Андрей Владимирович
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой экономики
промышленности ФГБОУ ВО «Российский
экономический университет имени Г.В.
Плеханова»

Ведущая организация:

ФГУП «Всероссийский научно-иссле-
дательский институт «Центр»

Защита состоится 15 сентября 2022 года в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.141.13 на базе Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана по адресу: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 7, ауд. 414мт.

Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью, просим выслать по адресу: 105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГТУ им. Н.Э. Баумана и на сайте www.bmstu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Телефон для справок 8 (499) 267-17-83.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.э.н.



Н.А. Кашеварова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования обусловлена взаимосвязью эффективного развития промышленных предприятий со сферой управления экономическими рисками промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации. На промышленных предприятиях активно используются системы автоматизированного проектирования продукции, инженерного анализа и другие, однако проблемы остаются: только 28% проектов отвечают запланированным срокам и бюджету; более 45% бюджета на разработку может израсходоваться на исправления и переделки и до 50% общего объема работ тратится на исправление ошибок в конструкции, что подтверждает необходимость дальнейшей проработки научно-методического аппарата цифровой трансформации промышленности.

В настоящее время, промышленность активно переходит к развитию концепции цифровых двойников (Digital Twin), которая является одной из технологий современной идеологии «Industry 4.0». Цифровые двойники обеспечивают возможность принимать управленческие решения в реальном времени на основе анализа больших данных, помогают в автоматизации бизнес-процессов, расширении сотрудничества и создании новых бизнес-моделей. По оценке экспертов, проведение цифровых испытаний промышленной продукции на этапе проектирования позволит снизить расходы на проведение натуральных испытаний продукции на 30-40% за счет возможности проведения многократных циклов виртуальных испытаний, уменьшить затраты на доработки продукции на 15-20% и сократить количество циклов натуральных испытаний в 2 раза.

Появление компонентов, несоответствующих требованиям стандартов, в составе промышленной продукции является одним из факторов экономических рисков для промышленных предприятий при осуществлении процессов закупок и испытаний при переходе к цифровой трансформации. Недостаток информации об особенностях изготовления, результатах испытаний компонентов. Может повлечь за собой экономические ущербы для промышленных предприятий. В связи с тем, что процесс изготовления, испытаний и поставки компонентов связан с деятельностью многих субъектов (изготовителей радиоэлектронных компонентов, испытательных лабораторий, органов по сертификации), возникает необходимость глубокой координации действий данных субъектов с целью развития действенного механизма повышения достоверности системы контроля на всех этапах изготовления и поставки радиоэлектронных компонентов на промышленные предприятия. Предлагается развивать концепцию цифровых двойников применительно к радиоэлектронным компонентам, входящим в состав наукоемкой продукции военного и гражданского назначения.

Гипотеза диссертации состоит в том, что экономически обоснованный переход промышленных предприятий к развитию концепции цифровых двойников в целях минимизации ущербов от экономических рисков в процессе закупки радиоэлектронных компонентов возможен путем комплексного внедрения цифровых технологий в деятельность заинтересованных сторон при реализации испытаний компонен-

тов, что позволит обеспечить прозрачность и отслеживание информации о фактических показателях качества промышленной продукции с учетом роли всех ее компонентов в едином информационном пространстве.

Степень разработанности темы исследования. Исследование способов трансформации современных моделей управления промышленными предприятиями в условиях перехода к «Industry 4.0» изучены Дрогозовом П.А., Омельченко И.Н., Матвеевой В.А., Сазоновой А.А., Шленовой Ю.В. и Щербаковым А.Г., Быстровым А.В. и другими. Необходимость внедрения цифровых двойников в систему управления жизненным циклом промышленной продукции, как одной из ключевых технологий в сфере трансформации моделей управления промышленными предприятиями, обосновывается в работах Орлова А.И., Тихонова А.И., Минаева В.А., Меньшаевой А.А., Кургановой Н.В. и Комракова А.В. Инструментарий для оценки рисков на разных стадиях системы управления жизненным циклом промышленной продукции, в том числе в условиях цифровой трансформации экономики, разработан Цисарским А.Д., Фалько С.Г., Рыжиковой Т.Н., Филобоковой Л.Ю., Масленниковой И.Л., Бром А.Е., Болдыревым И.В., Рыковой А.Н. и Борковским С. (Borkowski S). Анализ основных рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов проводился в работах Силаковой В.В., Козина М.Н., Осиповой И.В., Д. Тэдфорд (D. Tedford), Ф. Фэнг (F. Fang). В исследованиях Друзина С.В., Сучкова К. И., Невского А. А., Строгановой Е.П., Панкратовой Н.П. обоснована роль радиоэлектронных компонентов для высокого качества оборонной продукции. Исследование влияния сертификации радиоэлектронных компонентов на повышение конкурентоспособности промышленных предприятий проводилось Тэли С.Н. (Teli S.N.), Тикона Ж.М. (Ticona J.M.), Крикуном В.М. и Колоезным А.Э. Трансформация системы сертификации радиоэлектронных компонентов в условиях перехода к виртуальным испытаниям исследовалась Лемешко Н.В., Кечиевым Л.Н., Гайнутдиновым Р.Р. и Касс Д.Р. Проблема верификации виртуальных испытаний анализировалась Бугорским В.Н., Данилевичем С.Б., Ровнягиным М.М. на этапе проектирования продукции и Де Капуа К. (De Capua C.), Бревер Р. (Brewer R.), Шарма Р.К. (Sharma R.K.) и Зингарелли М. (Zingarelli M.) на этапе сертификации.

Несмотря на значительное число научных работ, существующие инструменты не в полной мере удовлетворяют потребностям современной практики управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации, что обуславливает необходимость их дальнейшего развития и совершенствования.

Цель и задачи исследования. Целью диссертации является разработка механизма управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов, обеспечивающего повышение эффективности деятельности оборонно-промышленного комплекса в условиях цифровой трансформации. Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решаются следующие основные задачи:

– систематизация и обобщение существующих подходов и практик цифровизации промышленных предприятий и исследование влияния сертификации радиоэлектронных компонентов на конкурентоспособность промышленных предприятий;

– построение классификации и структурной модели факторов экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов, обоснование научно-методического подхода к управлению испытаниями на промышленных предприятиях в условиях цифровой трансформации;

– разработка метода сокращения затрат на осуществление работ по сертификации радиоэлектронных компонентов на основе внедрения системы распределенного реестра;

– разработка метода минимизации риска неопределенности испытаний цифровых двойников промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами;

– формирование структуры и состава основных элементов механизма управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации;

– обоснование экономической эффективности внедрения механизма на промышленных предприятиях и в аккредитованных органах по сертификации.

Объектом исследования являются промышленные предприятия, осуществляющие выпуск наукоемкой продукции военного и гражданского назначения.

Предметом исследования выступают методы, модели и механизмы управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов.

Методология и методы исследования. Теоретическую и методологическую основу исследования составили научные труды отечественных и зарубежных ученых в сфере управления экономическими рисками промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации системы испытаний, стандартизации и сертификации промышленной продукции скупаемыми радиоэлектронными компонентами. В качестве инструментов исследования в диссертации нашли применение методы статистического и системного анализа, методы принятий управленческих решений, методы анализа и оценки рисков, методы экспертных оценок. Информационно-эмпирическую базу исследования составили действующие нормативные правовые акты, аналитические отчеты, результаты научных исследований, представленные в виде авторефератов и диссертаций, материалы научно-практических конференций и семинаров.

Научная задача заключается в развитии концепции цифровых двойников радиоэлектронных компонентов, входящих в состав промышленной продукции, в условиях перехода к цифровой трансформации и разработка на ее основе механизма управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов.

Соответствие паспорту научной специальности. Область исследования соответствует пунктам 1.1.1. «Разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования экономики, организации и управления хозяйственными образованиями в промышленности» и 1.1.11. «Оценки и страхование рисков хозяйствующих субъектов» паспорта научной специальности

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность).

Научная новизна заключается в разработке механизма управления экономическими рисками при закупке радиоэлектронных компонентов в целях повышения конкурентоспособности промышленных предприятий, отличающегося взаимосвязью управления испытаниями компонентов на основе применения технологии распределенного реестра на этапе сертификации и испытаниями цифровых двойников промышленной продукции на этапе проектирования, что позволит снизить риски недостоверных результатов испытаний промышленной продукции скупаемыми радиоэлектронными компонентами и минимизировать затраты на повторные испытания и доработку промышленной продукции, в том числе в условиях цифровизации.

Основные научные результаты, полученные в ходе исследования лично автором и выносимые на защиту, заключаются в следующем:

1. Предложена классификация и структурная модель факторов экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов, отличающиеся решением проблемы минимизации рисков и достижения высокого качества сертификации промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами с использованием основ логико-вероятностного моделирования, что позволяет определить на какие именно объекты-задачи нужно обратить внимание и с помощью каких субъектов (с учетом их возможностей и желаний) можно это реализовать.

2. Обоснован научно-методический подход к управлению испытаниями на промышленных предприятиях в условиях цифровой трансформации, отличающийся организацией взаимосвязи результатов испытаний цифровых двойников на этапе проектирования и результатов натуральных испытаний как самой промышленной продукции в рамках приемо-сдаточных и сертификационных испытаний, так и результатов виртуальных и сертификационных испытаний радиоэлектронных компонентов, критически важных для качественного функционирования промышленной продукции, что позволит снизить расходы на проведение натуральных испытаний продукции за счет возможности проведения многократных циклов виртуальных испытаний.

3. Разработан метод сокращения затрат на осуществление работ по сертификации промышленной продукции на основе внедрения системы распределенного реестра, отличающийся введением блока автоматической регистрации результатов испытаний, что позволит сократить затраты на сертификацию радиоэлектронных компонентов для ряда стейкхолдеров, снизить риски фальсификации результатов и сократить риски отказов компонентов на этапах производства и эксплуатации промышленной продукции.

4. Разработан метод минимизации риска неопределенности испытаний цифровых двойников промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами, отличающийся формированием и оценкой факторов неопределенностей, что позволит повысить достоверность результатов системы виртуальных испытаний промышленной продукции и обеспечить окупаемость вложенных средств в разработку цифровых двойников.

5. Разработан механизм управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации, отличающийся управлением испытаниями, доработками и проблемами функционирования промышленной продукции на разных стадиях жизненного цикла с учетом роли радиоэлектронных компонентов, входящих в состав промышленной продукции, в едином информационном пространстве, что позволит снизить экономические ущербы промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии существующего научно-методического обеспечения в области развития концепции цифровых двойников применительно к радиоэлектронным компонентам в целях снижения рисков промышленных предприятий при осуществлении процесса закупок, применительно к современной экономической специфике функционирования промышленных предприятий в условиях становления «Industry 4.0».

Практическая ценность диссертационной работы состоит в разработке и апробации в практической деятельности методов и инструментов управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации, основанных на комплексном применении элементов разработанного механизма для различных субъектов на примере деятельности АО Концерн «Моринформсистема - Агат», аккредитованного органа по сертификации ООО «РадиоСерт» и Испытательной лаборатории средств связи и вещания МТУСИ.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертации обеспечивается корректным выбором исходных данных, основных допущений при постановке научной задачи, использованием системного подхода при ее решении и подтверждается положительными результатами внедрения основных научных результатов в практической деятельности.

Апробация результатов исследования. Основные теоретические положения и результаты исследования доложены и получили положительную оценку на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «XXXIV Молодой исследователь: вызовы и перспективы» (Москва, 2017); «II Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста» (Москва, 2019); «I Interacademic Conference on Science, Engineering and Business» (Москва, 2019); «XIII Технологии информационного общества» (Москва, 2019); «III Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста» (Москва, 2020); «XIV Технологии информационного общества» (Москва, 2020); «Modeling in Engineering 2020» (Москва, 2020); «IV Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста» (Москва, 2021); «XV Технологии информационного общества» (Москва, 2021); «XXI International Multidisciplinary Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication» (Латвия, 2021).

Основные положения и результаты диссертации использованы в учебном процессе на кафедре «Менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана и реализованы в АО

Концерн «Моринформсистема – Агат», ООО «РадиоСерт» и в Испытательной лаборатории средств связи и вещания МТУСИ, что подтверждается соответствующими актами. Результаты диссертационного исследования использованы при выполнении НИР шифр «Анализ международного опыта и выработка рекомендаций по созданию Евразийской системы обеспечения качества продукции» (М., ООО «Международная торговля и интеграция», 2021. Заказчик – Евразийская экономическая комиссия, договор № 16/285 от 07.10.2020 г.) и Отчета в рамках и с целью исполнения государственного контракта шифр «О разработке предложений по совершенствованию принципов перевода документов по стандартизации «в машиночитаемый формат» и применению стандартов в цифровых форматах» (М., ООО «Международная торговля и интеграция», 2021. Заказчик – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский институт стандартизации», договор № 130-42/2021 от 04.05.2021 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 20 научных работ общим объемом 16,95 п.л. (авторский вклад – 9,75 п.л.), из них 2 статьи общим объемом 1,94 п.л. (авторский вклад – 0,82 п.л.) в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus, 9 статей общим объемом 11,51 п.л. (авторский вклад – 6,65 п.л.) в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и содержание работы. Диссертация изложена на 212 страницах и состоит из введения, трех глав, общих выводов по диссертационной работе, списка литературы из 213 наименований и одного приложения, содержит 23 таблицы и 48 рисунков. Логическая структура диссертации приведена на схеме на Рисунке 1.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, определяются цель и задачи диссертации, объект и предмет исследования, формулируются научная новизна и практическая значимость исследования, описывается структура работы.

В первой главе проведен анализ экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов, исследованы основные тенденции совершенствования системы испытаний промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами на разных этапах жизненного цикла в условиях цифровизации, определена роль сертификации радиоэлектронного оборудования в обеспечении конкурентоспособности промышленных предприятий.

Во второй главе разработана структурная модель факторов экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов, в целях снижения рисков разработан научно-методический подход к управлению испытаниями на промышленных предприятиях в условиях цифровой трансформации. В рамках предложенного подхода разработаны методы, позволяющие спроектировать механизм управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов.

В третьей главе проведена практическая реализация механизма, обоснована экономическая эффективность внедрения элементов механизма в деятельность промышленных предприятий и аккредитованных органов по сертификации радиоэлектронных компонентов.

В заключении диссертации сформулированы основные выводы, полученные в ходе исследования, предложения, имеющие методическое и практическое значение, а также предложены перспективные направления дальнейших исследований развития механизм управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов.

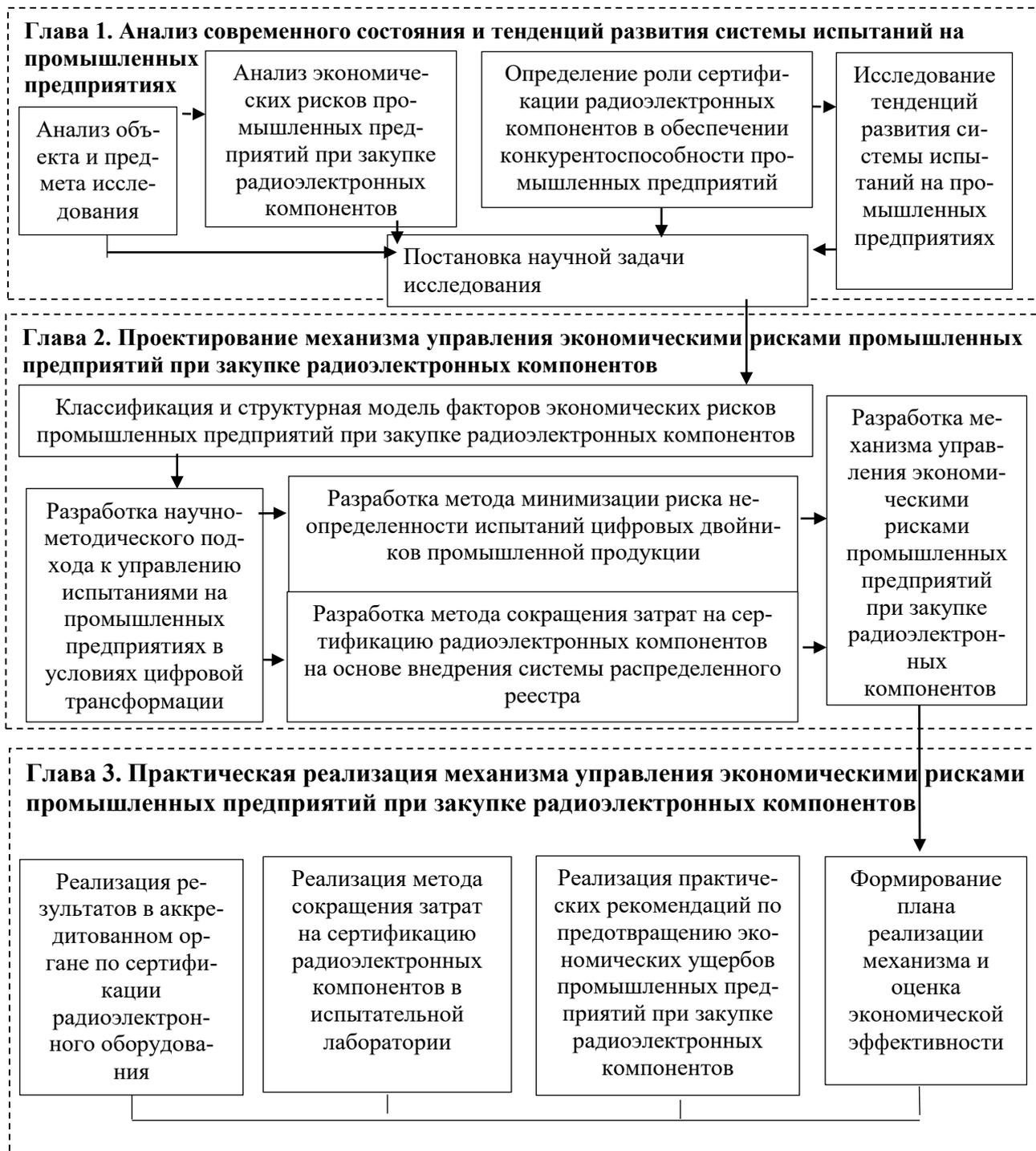


Рисунок 1 – Логическая структура диссертационного исследования

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Классификация и структурная модель факторов экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов

В целях формализации предмета исследования в диссертации предложена классификация факторов экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов (см. Рисунок 2).

Классификация предложена к рассмотрению по четырем уровням: обобщенные факторы, формирующие экономические риски промышленных предприятий; конкретизация факторов, приводящих к экономическим ущербам; дополнительные затраты промышленных предприятий на выявление и предотвращение последствий от факторов экономических рисков; методы минимизации экономических ущербов при закупке радиоэлектронных компонентов, распространенные на промышленных предприятиях, в том числе, в условиях цифровой трансформации.

Основу классификации составили промышленные стандарты в области снижения рисков, связанных с закупками электронных компонентов, а также контроля промышленной продукции; учтены исследования ученых в области появления рисков при цифровой трансформации закупочной деятельности промышленных предприятий.

Классификация становится базисом для выявления основных проблем достижения высокого качества сертификации промышленной продукции скупаемыми радиоэлектронными компонентами, в свою очередь, также подлежащими сертификации. Систематизируем риски, которые влияют на качество сертификации промышленной продукции, а также их взаимное влияние друг на друга в модель, представленную на Рисунке 3.

Согласно логико-вероятностному (ЛВ) моделированию делается предположение о том, что субъекты (S), решающие проблему минимизации рисков и достижения высокого качества сертификации промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами, и объекты-задачи (I) логически связаны как события.

Объекты-задачи рассматриваются по выделенным на Рисунке 3 индикаторам рисков I_m , составляют суть проблемы, имеют вычислительную сложность и формулируются как снижение, минимизация или предотвращение I_m . В формуле (1) представлены логические функции риска неуспеха минимизации I_m и, как следствие, неуспеха достижения высокого качества сертификации (*quality issue – QI*):

$$QI = S \wedge I; S = S_1 \vee S_2 \vee \dots \vee S_n; I = I_1 \vee I_2 \vee \dots \vee I_m. \quad (1)$$

Описание объектов-задач I_m происходит через ЛВ-модель риска. Последовательно для каждой задачи целесообразно построить сценарии SC_i , Л-модель риска LM_i , и В-модель риска PM_i . Неуспех решения задач I_m по аналогии рассматривается как события и обозначается Л-переменными с теми же идентификаторами. ЛВ-модели строят по сценариям риска с разными типами связей (*И*, *ИЛИ*, *НЕТ*).

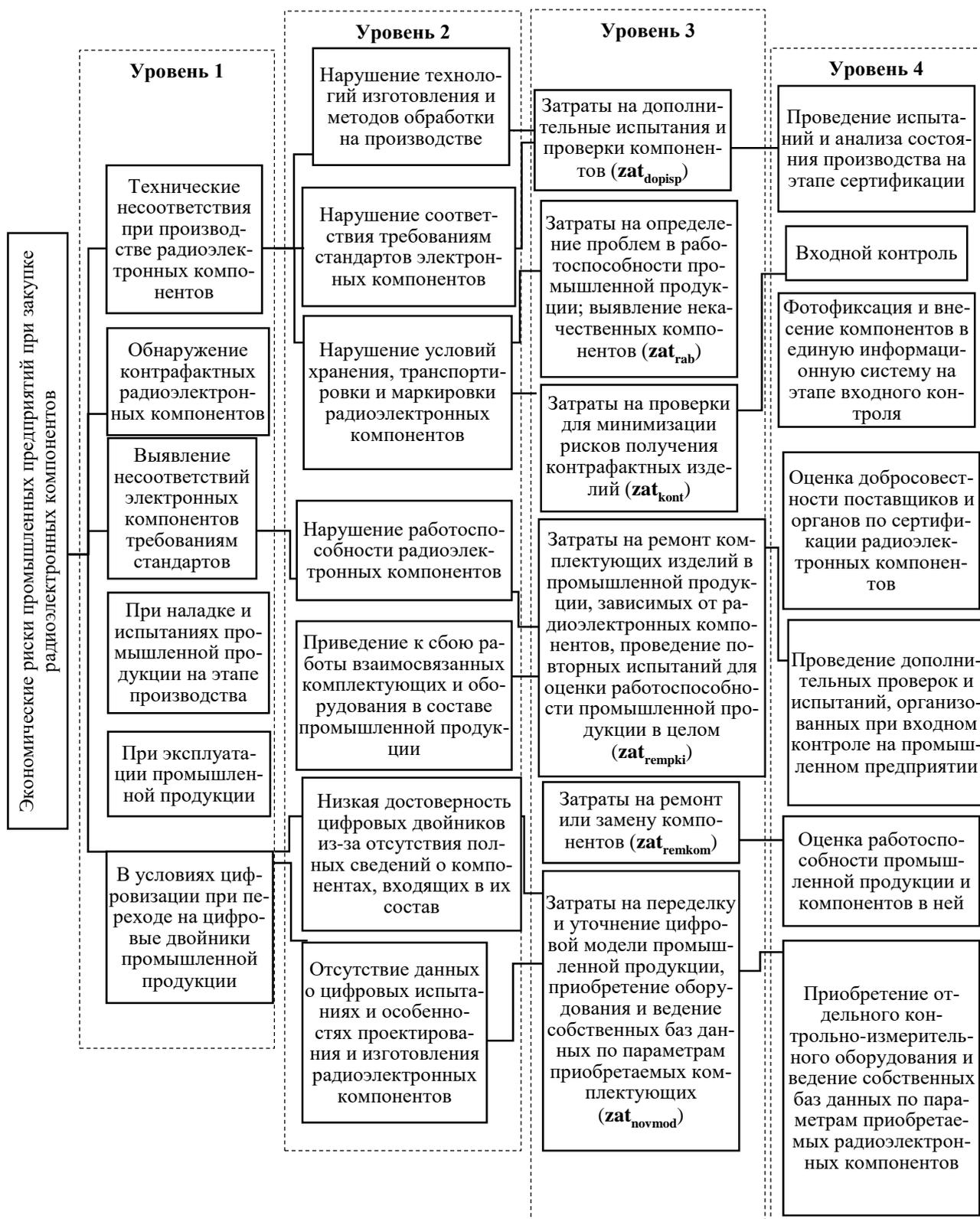


Рисунок 2 – Классификация факторов экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов

Возможности (O_n) и желания (W_n) субъектов обозначим как Л-переменные, имеющие вероятности. Для событий W_n и O_n могут быть разработаны сценарии с разными типами связей (*И*, *ИЛИ*, *НЕТ*). На Рисунке 4 изобразим структурную модель.

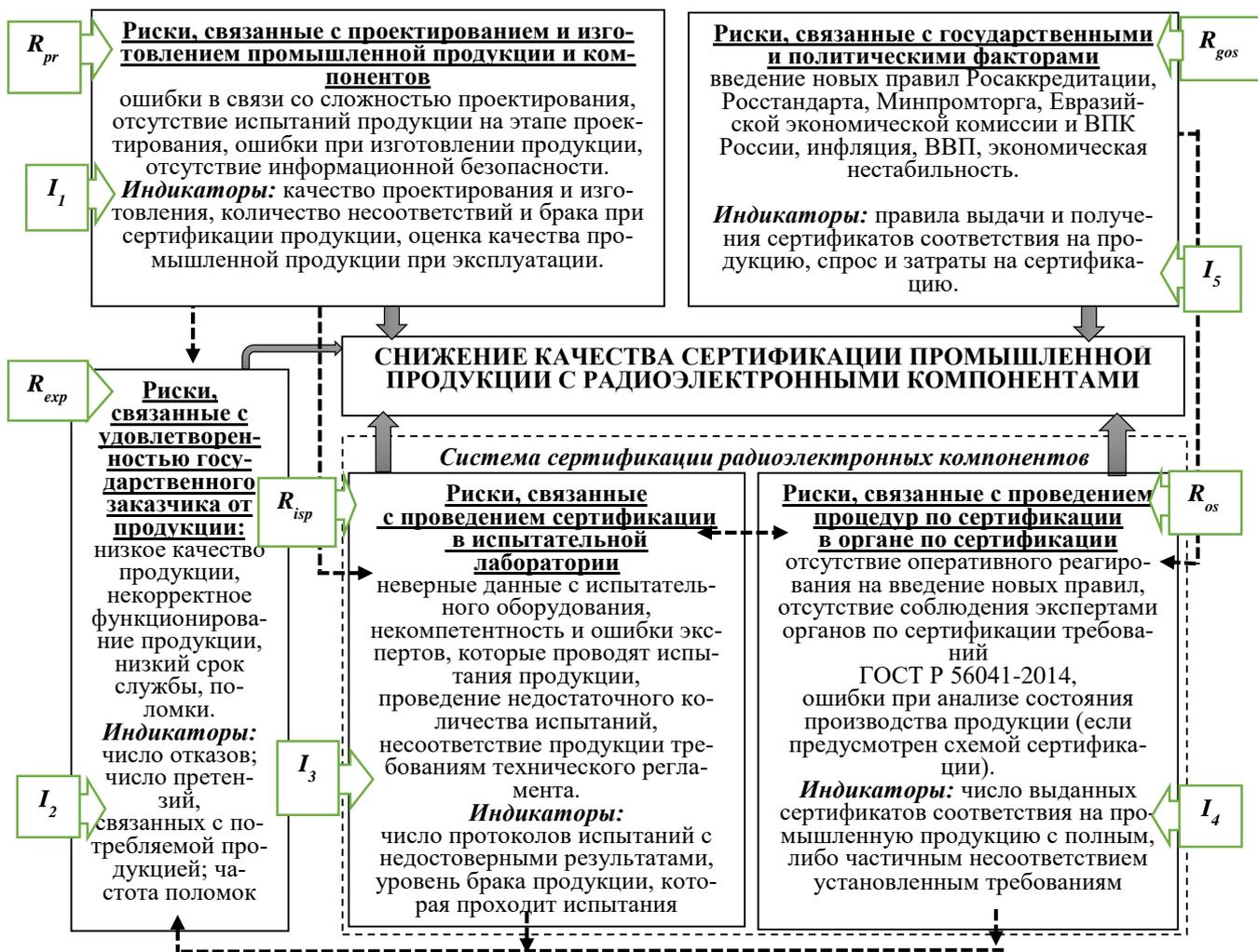


Рисунок 3 – Модель управления рисками снижения качества сертификации промышленной продукции

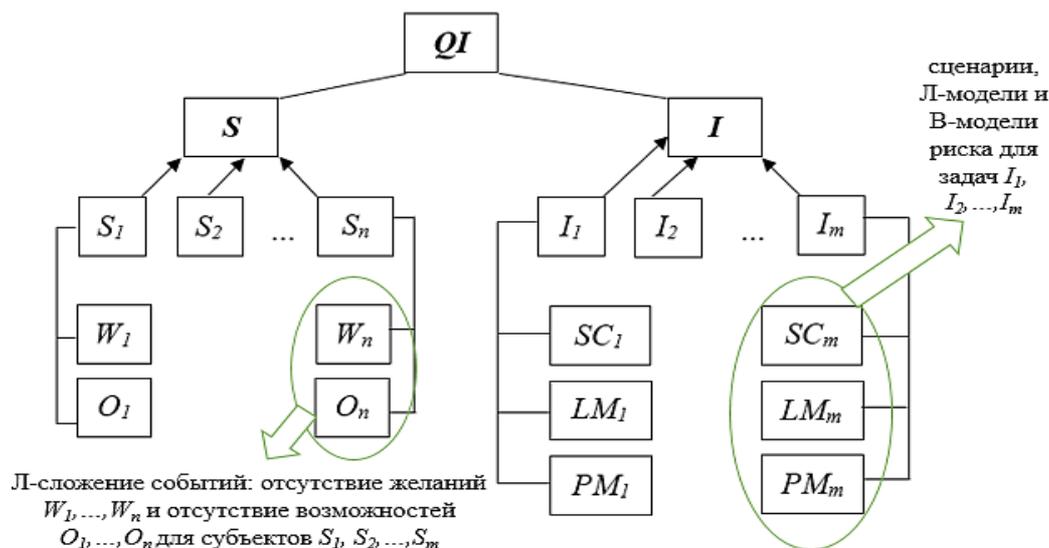


Рисунок 4 – Структурная модель QI

Вероятности событий целесообразно определять решением задачи идентификации по статистическим данным.

Вероятностные функции риска неуспеха событий представлены ниже.

$$P(QI) = P(S) * P(I); P(S) = P(S_1) + P(S_2) * (1 - P(S_1)) + \dots; \quad (2)$$
$$P(I) = P(I_1) + P(I_2) * (1 - P(I_1)) + \dots.$$

В формулы для вычисления риска неуспеха субъектов и объектов-задач входят вероятности событий, которые могут быть оценены методом сводных показателей Н. В. Хованова с использованием нечисловой, неточной и неполной экспертной информации. Очевидно, что с ростом вероятности рисков, увеличивается вероятность низких значений чистой прибыли промышленных предприятий. Следовательно, можно сформулировать оптимизационную задачу, которая состоит в минимизации экономического ущерба от неуспеха решения проблемы качества QI .

Научная новизна. Отличительной особенностью модели является предложение к решению проблемы минимизации рисков и достижения высокого качества сертификации промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами с использованием основ логико-вероятностного моделирования в условиях неполной экспертной информации. Построенная авторская структурная ЛВ-модель в совокупности с вероятностными функциями риска неуспеха событий является базисом для определения на какие именно объекты-задачи нужно обратить внимание для достижения высокого качества сертификации промышленной продукции и с помощью каких субъектов (с учетом их возможностей и желаний) можно это реализовать.

2. Научно-методический подход к управлению испытаниями на промышленных предприятиях в условиях цифровой трансформации

В соответствии с научной задачей, в диссертации предложен и обоснован научно-методический подход к ее решению (см. Рисунок 5), суть которого состоит в применении технологии блокчейна на этапе сертификации и внедрении испытаний цифровых двойников промышленной продукции на этапе проектирования с использованием управления свойствами продукции за счет стандартов с машинопонимаемым содержанием, что позволит получить комбинацию преимуществ различных методов при решении специфических экономических задач.

В диссертации проведена идентификация рисков, последствия которых могут привести к снижению эффективности предприятий ОПК при внедрении цифровых двойников. Одним из экономических рисков является низкая достоверность цифровых моделей промышленной продукции. В связи с этим в диссертации отмечается значимость создания цифровых паспортов закупаемых радиоэлектронных компонентов на промышленных предприятиях, которые содержат в себе результаты цифровых испытаний на этапе проектирования, результаты сертификационных испытаний и информацию об особенностях изготовления, допусках и материалах, результатах диагностики, о наличии дефектов, отказов. При частичной автоматизации процесса сертификации особое внимание необходимо уделить влиянию человеческого фактора при принятии решение о выдаче сертификата соответствия и трансформировать набор ключевых компетенций экспертов по сертификации в связи с цифровизацией.

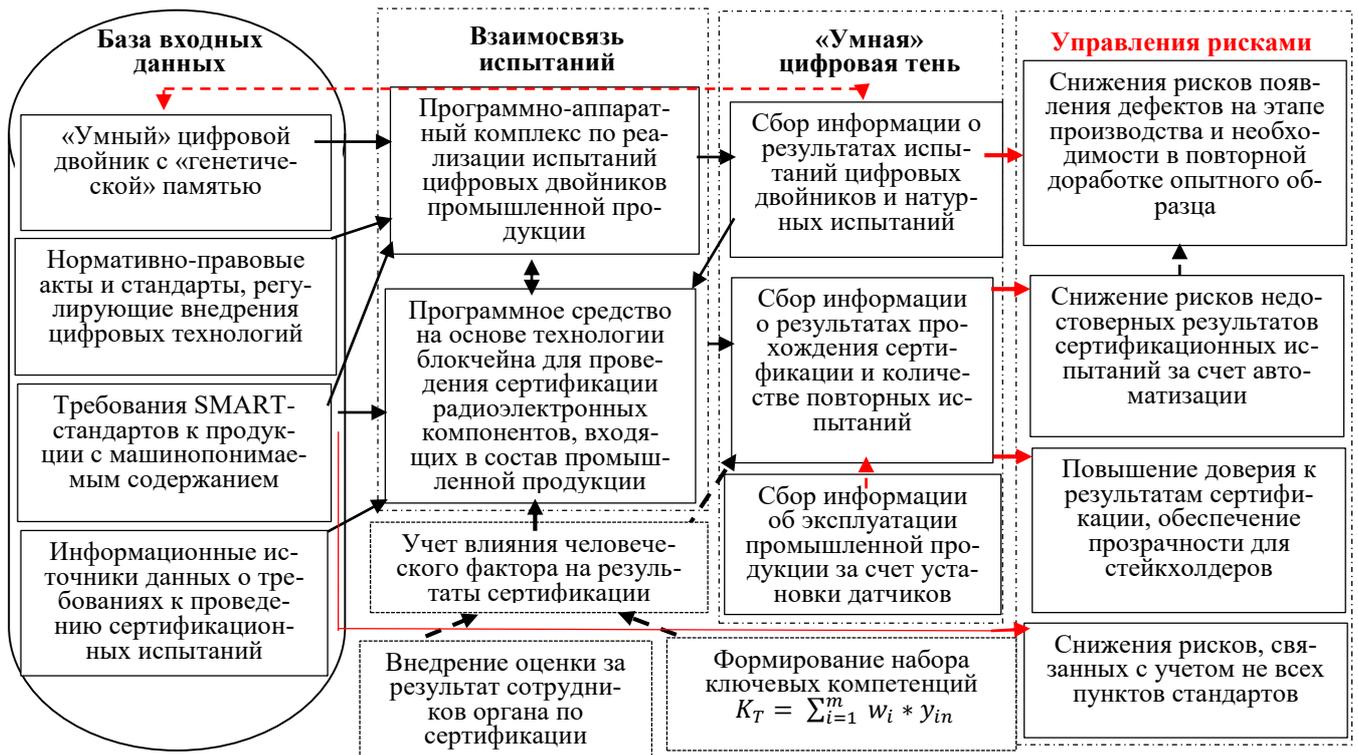


Рисунок 5 – Схематичное представление научно-методического подхода к управлению испытаниями на промышленных предприятиях в условиях цифровой трансформации

Модель ключевых компетенций сотрудников органа по сертификации (команда экспертов (T) состоит из (N) человек) представляет собой:

$$K_T = \sum_{i=1}^m w_i * y_{in}, \quad (3)$$

где w_i – значимость компетенции i в условиях цифровизации сертификации;

y_{in} – оценка компетенции i для сотрудника n ;

m – количество ключевых компетенций экспертов по сертификации, необходимых для работы в сфере сертификации.

Все результаты испытаний, количество доработок, результаты прохождения сертификационных испытаний и результаты эксплуатации как промышленной продукции, так и радиоэлектронных компонентов, целесообразно «запомнить» в рамках «умной» цифровой тени и использовать для доработки исходного «умного» цифрового двойника и для снижения рисков потери качества сертификации промышленной продукции.

Научная новизна состоит в организации взаимосвязи результатов испытаний цифровых двойников на этапе проектирования (с использованием стандартов с машинопонимаемым содержанием) и результатов натуральных испытаний как самой промышленной продукции в рамках приемо-сдаточных и сертификационных испытаний, так и результатов виртуальных и сертификационных испытаний радиоэлектронных компонентов, критически важных для качественного функционирования промышленной продукции, что позволит сократить количество дефектов

промышленной продукции на этапе эксплуатации, снизить затраты на испытания и сократить срок выпуска продукции на рынок.

3. Метод сокращения затрат на осуществление работ по сертификации радиоэлектронных компонентов на основе внедрения системы распределенного реестра

В целях решения задачи сокращения затрат на осуществление работ по сертификации радиоэлектронных компонентов для аккредитованных органов (в зависимости от их возможностей) в качестве альтернатив предложены: закрытый блокчейн с доступом участников по ключу, открытый блокчейн, централизованная база данных у каждого заинтересованного участника и осуществление электронного документооборота через облачный сервис SaaS. Процедуру оценки значимости критериев при выборе оптимального способа хранения информации о сертификации целесообразно проводить экспертами методом Саати. В качестве критериев для оценки выбраны: стоимость внедрения, взаимодействие с другими базами данных о сертифицируемой продукции, удобство использования для круга заинтересованных лиц, механизм управления, долговременный и безопасный способ хранения информации, производительность и задержка отклика. Вариант реализации метода на основе внедрения закрытого блокчейна (M1), который позволит минимизировать участие человеческого фактора, состоит из следующих основных положений.

M1.1. Организация для регуляторов упрощения процедур по аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий.

M1.2. Обеспечение для заказчиков радиоэлектронных компонентов возможности прослеживаемости процедур по сертификации.

M1.3. Размещение в распределенной базе данных алгоритмов и результатов всех процедур по сертификации продукции, относящихся к деятельности аккредитованных органов; организация электронного документооборота с возможностью цифровой подписи между производителем компонентов, органом по сертификации и испытательной лабораторией.

M1.4. В целях борьбы с обеспечением беспристрастности сотрудников органов по сертификации внедрение комбинированного подхода к системе оплаты труда.

M1.5. Предлагается внедрить автоматическую передачу результатов сертификационных испытаний радиоэлектронных компонентов напрямую с измерительного оборудования в компьютер, причем результаты испытаний целесообразно передавать непосредственно в соответствующие блоки блокчейна, что позволит исключить фальсификацию результатов испытаний.

M1.6. Организация дифференцированного доступа: пользователи, которым предоставляется доступ к защищаемым сведениям; пользователи, имеющие доступ только к подлежащей опубликованию информации. Организация такого взаимодействия повысит доверие к сертификатам на радиоэлектронные компоненты. Стейкхолдерами системы сертификации радиоэлектронных компонентов будут являться: сотрудники органов по сертификации и испытательных лабораторий, государственные заказчики сертифицированных радиоэлектронных компонентов (производители промышленной продукции), изготовители компонентов, системные администраторы и

разработчики системы распределенного реестра, регуляторы в системе сертификации и регуляторы на уровне оборонно-промышленного комплекса.

Оценку экономической эффективности внедрения метода целесообразно проводить с помощью метода факторного анализа. Факторная аддитивная модель в испытательных лабораториях принимает вид:

$$zat_0 = met_0 + isp_0 + doc_0, \quad (4)$$

где zat_0 – суммарные затраты на проведение испытаний продукции;

met_0 – затраты на прием образцов для сертификации; выбор методов испытаний;

isp_0 – затраты на проведение испытаний на оборудовании (различны в зависимости от группы сложностей продукции);

doc_0 – затраты на оформление протокола испытаний и сопроводительной документации.

Факторная аддитивная модель в органах по сертификации принимает вид:

$$zat_1 = ex_0 + pr_0 + ot_0 + ser_0 + ins_0, \quad (5)$$

где zat_1 – суммарные затраты на проведение сертификации продукции;

ex_0 – затраты на экспертизу эксплуатационной документации и принятие решения о возможности сертификации;

pr_0 – затраты на анализ состояния производства продукции (при наличии в схеме сертификации);

ot_0 – затраты на отбор и передачу образцов для проведения сертификационных испытаний;

ser_0 – обобщение результатов сертификации;

ins_0 – затраты на проведение инспекционного контроля (зависят от срока действия сертификата).

В качестве факторной мультипликативной модели для испытательных лабораторий и органов по сертификации принимаем:

$$S = T * W, \quad (6)$$

где S – затраты на осуществление определенного вида работ по сертификации;

T – трудоемкость проведения работ;

W – стоимость 1-го экспертно-часа.

Научная новизна состоит в организации системы сертификации на основе технологии распределенного реестра с введением блока автоматической регистрации результатов испытаний, кодированием и размещением их в защищенной базе данных, что позволит сократить затраты на сертификацию радиоэлектронных компонентов для ряда стейкхолдеров, снизить риски фальсификации результатов испытаний за счет минимизации влияния человеческого фактора и снизить риски отказов компонентов на этапах производства и эксплуатации промышленной продукции.

4. Метод минимизации риска неопределенности испытаний цифровых двойников промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами

В диссертации выдвигается предположение, что решение проблемы достоверности цифровых моделей промышленной продукции, возможно частично решить через оценку факторов неопределенностей результатов виртуальных испытаний. При этом, необходимо учитывать коэффициенты, характеризующие платежеспособность предприятий, на которых планируется внедрение цифровых двойников. Одним из ключевых факторов, влияющих на достоверность цифровых моделей промышленной продукции, является отсутствие достаточности сведений о закупаемых комплектующих изделиях (ПКИ) и электронно-компонентной базе (ЭКБ), которые используются при производстве промышленной продукции. В целях снижения риска неопределенности испытаний цифровых двойников промышленной продукции с закупаемыми радиоэлектронными компонентами предлагается отдельное внимание уделить разработке собственной системы цифровых испытаний и формирования бюджета неопределенностей для радиоэлектронных компонентов. На Рисунке 6 предложена разработанная автором модель, которая применима для радиоэлектронной продукции (ТС), способной создавать электромагнитные помехи или качество функционирования которой зависит от воздействия внешних электромагнитных помех (выключатели автоматические с электронным управлением, устройства защитного отключения, источники бесперебойного питания и т.д.).

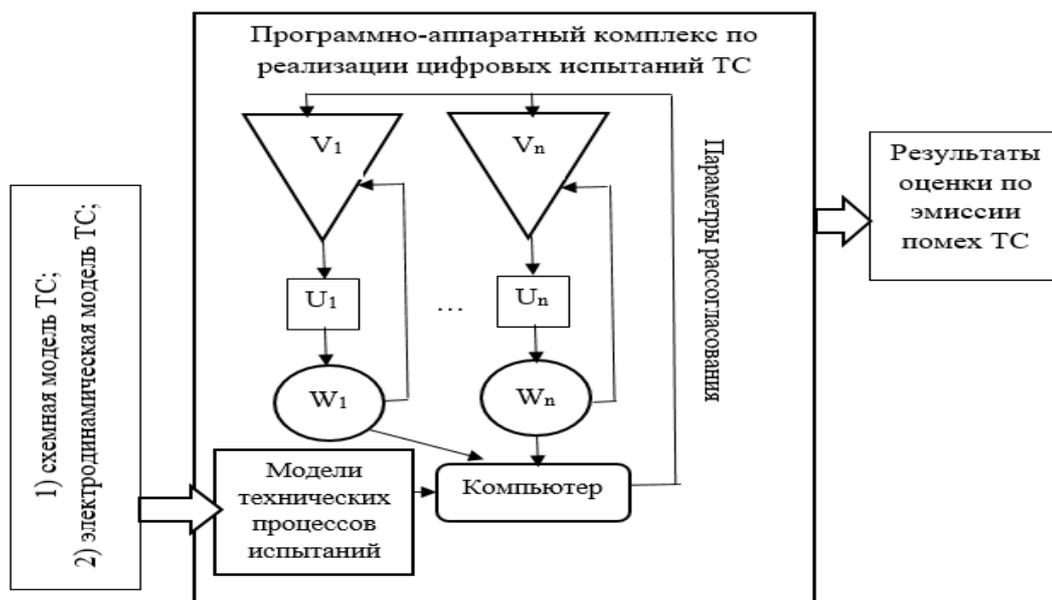


Рисунок 6 – Модель автоматизированной системы испытаний цифровых двойников ТС на соответствие требованиям по ЭМС

Показан общий принцип работы системы виртуальных испытаний, где $V_1 \dots V_n$ – вычислительные устройства, $U_1 \dots U_n$ – рабочие места испытаний, $W_1 \dots W_n$ – режимы испытаний и параметры испытываемых изделий. Управление $W_1 \dots W_n$ осуществляется централизованно через компьютер. Входными данными для реализации автоматизированной системы испытаний являются схемная и электродинамическая модели испытываемых технических средств, а также информация об элементах, входящих в ТС и о свойствах материалов, из которых изготовлены данные элементы. Входные данные позволяют выбрать необходимую модель технических процессов испытаний,

определить испытательные конфигурации и режимы испытаний ($W_1 \dots W_n$), необходимые для проведения измерений по эмиссии промышленных радиопомех. В зависимости от режимов испытаний и параметров ИТС будут выбираться вычислительные устройства ($V_1 \dots V_n$) и рабочие места испытаний ($U_1 \dots U_n$). В совокупности, реализация процесса проведения испытаний цифровых двойников радиоэлектронных компонентов на выходе должна выдать результаты максимальных оценок по эмиссии помех, благодаря которым можно сделать вывод о предполагаемом соответствии продукции нормам стандартов. Метод минимизации риска расхождения результатов натуральных и виртуальных испытаний радиоэлектронных компонентов (M2) разработан на примере оценки неопределенности результатов расчетной оценки эмиссии излучаемых радиопомех при использовании цифровой модели испытаний технических средств (см. Рисунок 6) и состоит из шести основных этапов, приведенных ниже.

M2.1. Сформировать бюджет неопределенности результатов моделирования испытаний компонентов на соответствие нормам по эмиссии излучаемых радиопомех;

M2.2. Провести расчет суммарной стандартной неопределенности $U_c(y)$ измеряемой величины по формуле:

$$U_c(y) = \sqrt{\sum_i c_i^2 u^2(x_i)}, \quad (7)$$

где x_i – оценка входной величины;

$u(x_i)$ – стандартная неопределенность x_i ;

c_i – коэффициент влияния;

y – результат оценки измеренной величины.

M2.3. Принять коэффициент охвата для расчета расширенной инструментальной неопределенности равным 2, что обеспечивает уровень доверия 95% при распределении, близком к нормальному распределению;

M2.4. Рассчитать расширенную инструментальную неопределенность цифровых испытаний U_{lab} по формуле:

$$U_{lab} = 2U_c(y), \quad (8)$$

где 2 – коэффициент охвата; $U_c(y)$ – суммарная стандартная неопределенность.

M2.5. Провести сравнение результата расчета расширенной неопределенности и принятого, как установленная норма, значения U_{cispr} , представленного в ГОСТ 30805.14.2-2013;

M2.6. Принять решение о необходимости корректировки результатов моделирования цифровых испытаний перед сравнением с нормами помехоэмиссии.

В силу неопределенности входных параметров бюджета неопределенности оценку можно провести с учетом трансформирования распределений по выражению неопределенности для заданной математической модели испытаний с использованием метода Монте-Карло.

Научная новизна метода заключается в предложении формирования и оценки наиболее вероятного бюджета неопределенностей (в том числе связанных с особенностями технологий и материалов изготовления радиоэлектронных компонентов), что позволит повысить достоверность результатов системы виртуальных испытаний промышленной продукции и обеспечить окупаемость вложенных средств в разработку цифровых двойников.

5. Механизм управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации

Под механизмом будем понимать совокупность субъектов и объектов управления, принципов и функций управления, средств и инструментов реализации управленческого воздействия, позволяющих эффективно осуществлять процесс управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации. Минимизацию экономических ущербов (Ush) при закупке компонентов в условиях цифровой трансформации при внедрении авторского механизма можно оценить по следующей формуле:

$$Ush = \sum zat_{dopisp} + zat_{rab} + zat_{kont} + zat_{rempki} + zat_{remkom} + \underset{zat_{novmod}}{\rightarrow min} \quad (9)$$

Обозначения в формуле введены на Рисунке 2. Минимизация затрат на уточнение цифровой модели промышленной продукции (zat_{novmod}, zat_{rab}) возможна благодаря подробной проработке входных данных с учетом метода минимизации риска неопределенности виртуальных испытаний компонентов. Анализ работоспособности радиоэлектронных компонентов в единой информационной системе, автоматический сбор жалоб позволит сократить затраты на ремонт компонентов в процессе эксплуатации ($zat_{remkom}, zat_{rempki}$). Проведение цифровых испытаний компонентов и промышленной продукции, а также внедрение блокчейна в сертификацию позволит сократить затраты на дополнительные испытания компонентов (zat_{dopisp}). Создание единой системы хранения цифровых моделей, описывающих используемые компоненты, их характеристики и материалы, а также результаты цифровых испытаний позволит сократить затраты на ремонт компонентов и на проверки на предмет контрафактных изделий (zat_{rempki}, zat_{kont}). Предложены группы показателей в целях повышения конкурентоспособности промышленного предприятия при реализации механизма: показатели дефектов оборонной продукции на стадиях производства, эксплуатации и во время различных видов испытаний; показатели эффективной работы системы управления качеством промышленной продукции; показатели результативного входного контроля для закупаемых ПКИ и ЭКБ; показатели эффективности системы производства промышленной продукции; показатель количества отказов и нарушений работоспособности ЭКБ и ПКИ на различных этапах жизненного цикла промышленной продукции.

Научная новизна. Отличие механизма состоит в управлении испытаниями, доработками и проблемами функционирования промышленной продукции на разных стадиях жизненного цикла с учетом роли особенностей разработки, используемых материалов для производства и испытаний всех радиоэлектронных компонентов, входящих в состав промышленной продукции, в едином информационном пространстве в целях снижения экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов.

Результаты практической реализации и оценки экономической эффективности механизма управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов

Выполнена оценка экономического эффекта механизма (см. Рисунок 7) за счет экономии затрат на проведение натуральных испытаний (с учетом доработок) при внедрении системы цифровых испытаний (сценарий А для промышленных предприятий) и за счет экономии затрат на аккредитацию органов по оценке соответствия радиоэлектронных компонентов (сценарий В для регуляторов в области сертификации). Используются для оценки показатели чистой приведенной стоимости (NPV) и рентабельности инвестиций (PI). Для сценария А индекс рентабельности составит от 1.117 до 1.539; для сценария В – от 1.141 до 1.786.

Основные практические положения диссертации реализованы в акционерном обществе АО Концерн «Моринформсистема - Агат». Авторские рекомендации по улучшению качества продукции внесены в п. 8 «Деятельность на стадиях жизненного цикла продукции и услуг» СТО 4.2.03-2018 «Руководство по качеству» (внесено изменение №2 от 01.02.2022). Рекомендации по минимизации рисков снижения качества сертификации промышленной продукции внесены в Методику управления рисками АО Концерн «Моринформсистема - Агат» (введена в действие 01.04.2022 г.). Подход к проведению виртуальных испытаний промышленной продукции с учетом роли всех радиоэлектронных компонентов, входящих в ее состав, на соответствие требованиям стандартов с машиночитаемым содержанием внесен в Стратегию цифрового развития АО Концерн «Моринформсистема - Агат» на период до 2030 г. Разработанный автором метод минимизации риска неопределенности испытаний цифровых двойников промышленной продукции (M2) будет использован на подготовительном этапе к проведению виртуальных испытаний промышленной продукции, что позволит предотвратить предполагаемый ущерб от недостоверности результатов цифровых испытаний в размере от 400 до 800 тыс. руб. Расчет бюджета неопределенности проведен для источника бесперебойного питания (при условии создания его цифрового двойника и проведения виртуальных испытаний), входящего в состав высокопотенциального локатора. Расчет значения расширенной неопределенности (проведен по формулам (7) и (8)) ориентировочно составит 4,53 дБ. Предложены категории рисков, направленные на предотвращение экономических ущербов от рисков, возникающих в процессе внедрения цифровых двойников в систему управления жизненным циклом промышленной продукции. В совокупности, реализация предложенных автором практических положений позволит повысить рентабельность предприятия по чистой прибыли на 0,1 – 0,2 % к 2024 г.

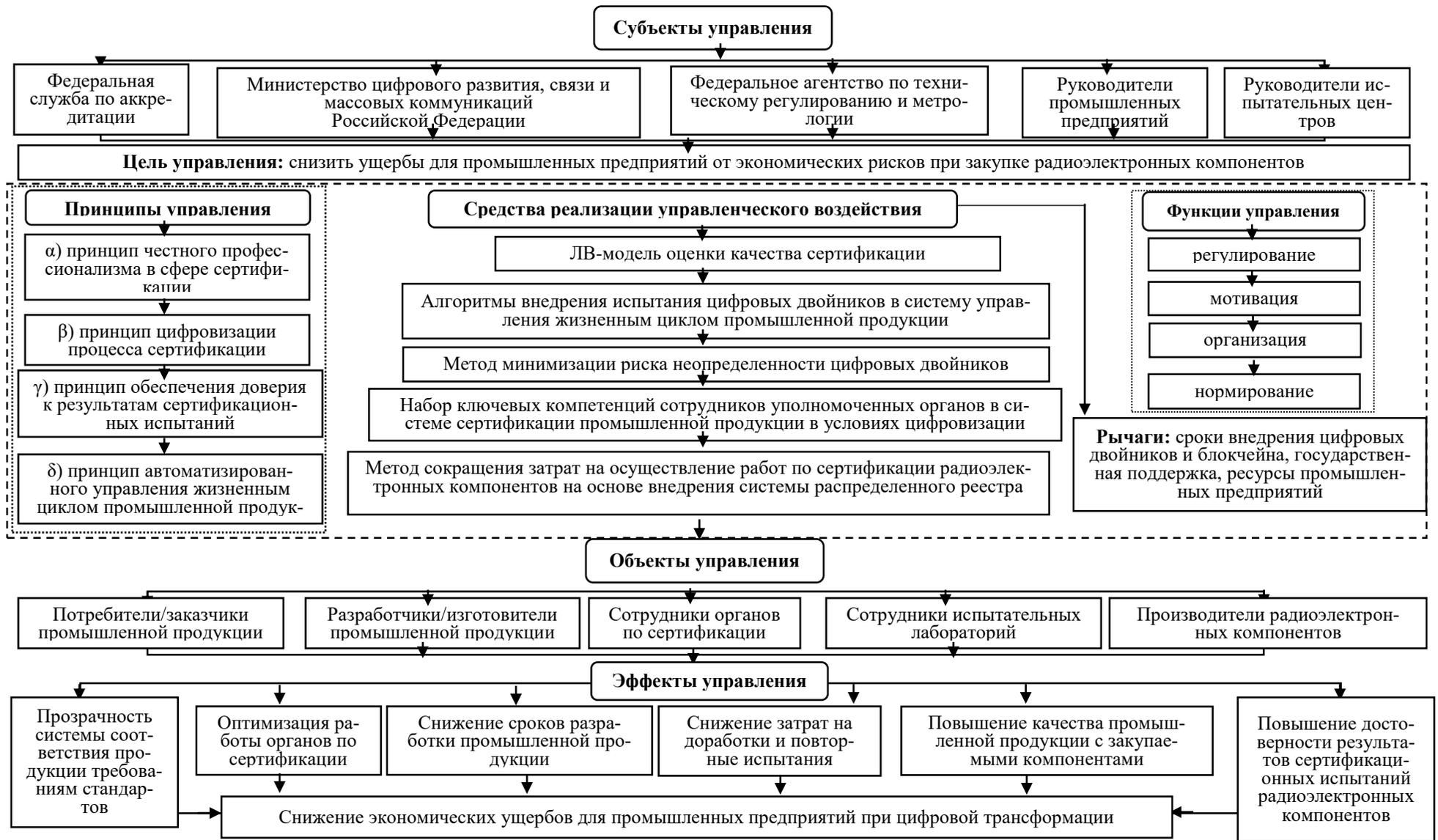


Рисунок 7 – Механизм управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации

Метод сокращения затрат на осуществление работ по сертификации радиоэлектронных компонентов (М1) реализован в Испытательной лаборатории средств связи и вещания (ИЛ ССВ) МТУСИ и в аккредитованном органе по сертификации радиоэлектронного оборудования ООО «РадиоСерт» путем осуществления электронного документооборота через облачный сервис с заказчиками и между органом по сертификации и испытательной лабораторией, при сертификационных испытаниях в ИЛ ССВ предполагается передавать результаты напрямую с измерительного оборудования в компьютер. Уменьшение затрат при внедрении метода на осуществление работ по сертификации одного вида продукции по схеме 1с (с учетом проведения планового инспекционного контроля) в ООО «РадиоСерт» составит 29000 рублей (расчет проведен по формулам (5) и (6)), а в ИЛ ССВ МТУСИ – 24900 руб. (расчет проведен по формулам (4) и (6)). Проведенная автором оценка рисков в испытательной лаборатории позволила внести изменения в п.6 «Категории рисков» документированной процедуры «Система управления рисками и возможностями, связанными с лабораторной деятельностью ИЛ ССВ МТУСИ» (ДП ИЛ 8.5,8.6-2021). Оценка данных рисков позволит предотвратить экономические потери от повторных испытаний в связи с ошибками (от 900 до 1200 тыс. руб. / год) и минимизировать вероятность возникновения претензий и дополнительных затрат в связи с обнаружением технических несоответствий на этапе эксплуатации радиоэлектронных компонентов. В целях совершенствования системы управления рисками органа по сертификации ООО «РадиоСерт» при проведении сертификации продукции разработан реестр рисков (внесен в п. 4 Руководства по качеству Органа по сертификации продукции ООО «РадиоСерт» (№ РК-09-2022)). В ООО «РадиоСерт» внедрен комбинированный подход, к системе оплаты труда сотрудников органа по сертификации, основанный на применении грейдов и вознаграждений за результат работы, в целях предотвращения экономического ущерба от кадровых рисков. Набор ключевых компетенций сотрудников органа по сертификации внесен в п.6 Положения об Органе по сертификации продукции ООО «РадиоСерт» (№ ПОС-06-2021). Реализация предложенных практических рекомендаций позволит повысить отдачу персонала на 10-12% в 2022 г. и предотвратить ущербы от рисков, связанных с персоналом в размере от 600 до 900 тыс. руб./год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Результаты анализа влияния сертификации закупаемых радиоэлектронных компонентов и комплектующих изделий на качество оборонной продукции и конкурентоспособность промышленных предприятий позволяют сделать вывод о необходимости решения проблем в сфере управления экономическими рисками при закупке радиоэлектронных компонентов, обусловленных появлением ряда специфических факторов. Во-первых, происходит цифровая трансформация современных моделей управления промышленными предприятиями, внедряются новые цифровые технологии в сферы управления испытаниями, проектированием и стан-

дартизацией промышленной продукции. Во-вторых, прослеживается проблема появления экономических ущербов для промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов, в том числе, в условиях цифровизации.

2. Результаты изучения и систематизации перспективных научных публикаций по теме исследования позволяют сформулировать гипотезу диссертации. Ее суть сводится к тому, что минимизация ущербов от экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов с учетом цифровой трансформации промышленных предприятий возможна путем комплексного внедрения цифровых технологий в деятельность стейкхолдеров системы управления испытаниями, что позволит обеспечить прозрачность и отслеживание информации о фактических показателях качества промышленной продукции с учетом роли всех ее компонентов в едином информационном пространстве.

3. Для решения научной задачи предложена классификации и структурная модель факторов экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов, отличающаяся решением проблемы сокращения рисков с использованием основ логико-вероятностного моделирования, что позволяет определить на какие именно объекты-задачи нужно обратить внимание и с помощью каких субъектов можно это реализовать. Обоснован научно-методический подход к управлению испытаниями на промышленных предприятиях в условиях цифровой трансформации, отличающийся организацией взаимосвязи результатов испытаний цифровых двойников на этапе проектирования и результатов натуральных испытаний как самой промышленной продукции в рамках приемо-сдаточных и сертификационных испытаний, так и результатов виртуальных и сертификационных испытаний радиоэлектронных компонентов, что позволяет получить комбинацию преимуществ различных методов при решении экономических задач.

4. Предложена совокупность методов, которые легли в основу разработки механизма управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации. Механизм укрупненно включает в себя метод минимизации риска неопределенности испытаний цифровых двойников промышленной продукции с радиоэлектронными компонентами для повышения достоверности результатов системы виртуальных испытаний и обеспечения окупаемости вложенных средств в разработку цифровых двойников и метод сокращения затрат на осуществление работ по сертификации радиоэлектронных компонентов на основе внедрения системы распределенного реестра.

5. Оценка экономической эффективности разработанного механизма выполнена с использованием стандартных показателей чистой приведенной стоимости, рентабельности инвестиций и факторного анализа. Выполнена практическая реализация механизма в АО Концерн «Моринформсистема - Агат» в целях сокращения экономических ущербов при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях разработки стратегии цифрового развития, а также в аккредитованном органе по сертификации ООО «РадиоСерт» и в Испытательной лаборатории средств связи и вещания МТУСИ в целях минимизации рисков снижения качества сертификации радиоэлектронных компонентов.

6. Результаты разработки и внедрения механизма управления экономическими рисками промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях перехода к цифровой трансформации позволяют сделать вывод о том, что поставленная научная задача решена, а цель диссертации достигнута. Выполненное диссертационное исследование обеспечивает гармонизацию экономических интересов стейкхолдеров в целях снижения экономических рисков промышленных предприятий при закупке радиоэлектронных компонентов в условиях цифровой трансформации. Направлениями дальнейших исследований по проблематике диссертации являются вопросы программной реализации предложенного механизма в перспективных цифровых платформенных решениях, создаваемых для управления экономикой промышленности.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus

1. Development of recommendations for implementing simulation modeling and blockchain technologies in certification system of the radio electronic industrial production / M.V. Yakovleva [et al.] // Modeling in Engineering 2020. AIP Conference Proceedings. 2022. Vol. 2383. Art. No. 070013. DOI 10.1063/5.0074969. (1,0 п.л. / 0,5 п.л.).

2. Testing Uncertainty Assessment of the Electromagnetic Interference Emission Equipment of the Digital Twins / M. Yakovleva [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 410 LNNS. P. 311-320. DOI 10.1007/978-3-030-96196-1_28. (0,94 п.л. / 0,32 п.л.).

Научные статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

3. Яковлева М.В. Разработка организационно-экономического механизма повышения качества промышленной продукции с сертифицируемой радиоэлектронной компонентой базой в условиях перехода к цифровой экономике // Креативная экономика. 2022. Т. 16. № 2. С. 473-492. (1,25 п.л.).

4. Яковлева М.В. Разработка модели управления испытаниями в целях минимизации риска потери качества промышленной продукции на разных стадиях жизненного цикла промышленной продукции // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Т. 12. № 2. С. 609-626. (1,13 п.л.).

5. Яковлева М.В., Кочетков М.Н. Трансформация системы менеджмента промышленных организаций при внедрении цифровых двойников // Экономика и предпринимательство. № 7. 2021. С. 878-884. (0,75 п.л. / 0,38 п.л.).

6. Старожук Е.А., Яковлева М.В., Кочетков М.Н. Разработка основных направлений совершенствования системы менеджмента органа по сертификации радиоэлектронной продукции // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11. № 2. С. 703-716. (1,75 п.л. / 0,58 п.л.).

7. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Анализ основных рисков снижения эффективности деятельности промышленных предприятий при внедрении цифровых

двойников в автоматизированную систему управления жизненным циклом продукции // Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10. № 3. С. 1381-1392. (1,5 п.л. / 0,75 п.л.).

8. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Проблемы внедрения виртуальных испытаний радиоэлектронной промышленной продукции на этапе проектирования // Экономика и предпринимательство. 2019. № 9. С. 1172-1177. (0,75 п.л. / 0,38 п.л.).

9. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Разработка алгоритма сертификационных испытаний технических средств на основе применения блокчейна // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 3. С. 1177-1192. (2,0 п.л. / 1,0 п.л.).

10. Мартынов Л.М., Яковлева М.В. Тенденции совершенствования управления системой подтверждения соответствия информационно-коммуникационных средств и технологий [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2018. № 5 (111). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_34996731_33986947.pdf. (1,19 п.л. / 0,59 п.л.).

11. Мартынов Л.М., Яковлева М.В. Тенденции совершенствования системы подтверждения соответствия информационно-коммуникационных средств и технологий требованиям технических регламентов Евразийского Экономического Союза [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2018. № 2 (108). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32718834_86239297.pdf. (1,19 п.л. / 0,59 п.л.).

Научные статьи и тезисы докладов

в сборниках трудов международных и всероссийских конференций

12. Яковлева М.В. Развитие ключевых компетенций сотрудников уполномоченных органов в условиях перехода к «цифровой» сертификации промышленной продукции // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста (Москва, 21 апр. 2021 г.): Сб. материалов IV всеросс. науч.- практ. конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет). М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. С. 217-220. (0,25 п.л.).

13. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Основы разработки модели внедрения цифровых двойников и цифровых теней в систему управления жизненным циклом промышленной продукции // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста (Москва, 21 апр. 2021 г.): Сб. материалов IV всеросс. науч.- практ. конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет). М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. С. 194-198. (0,63 п.л. / 0,32 п.л.).

14. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Основы разработки модели управления рисками сертифицированной промышленной продукции // Технологии информационного общества (Москва, 3-4 мар. 2021 г.): Сб. трудов XV междунар. отраслевой науч.-техн. конференции / Московский технический университет связи и информатики. М.: МТУСИ, 2021. С. 282-284. (0,63 п.л. / 0,32 п.л.).

15. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Исследование ключевых рисков при внедрении концепции цифровых двойников в автоматизированную систему управления жизненным циклом продукции // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста (Москва, 06 окт. 2020 г.): Сб. материалов III всеросс. науч.- практ. конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет). М: Первое экономическое издательство, 2020. С. 298-302. (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

16. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Обеспечение достоверности результатов испытаний радиоэлектронной продукции с учетом степени риска // Технологии информационного общества (Москва, 18-19 мар. 2020 г.): Сб. трудов XIV междунар. отраслевой науч.-техн. конференции / Московский технический университет связи и информатики. М.: ИД Медиа Паблишер, 2020. С. 384-385. (0,42 п.л. / 0,21 п.л.)

17. Старожук Е.А., Яковлева М.В. О конкурентоспособности машиностроительной продукции: проведение сертификации на различных этапах жизненного цикла // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста (Москва, 23 апр. 2019 г.) : Сб. материалов II всеросс. науч.- практ. конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет). М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. С. 198-202. (0,31 п.л. / 0,16 п.л.).

18. Yakovleva M.V. Competitiveness in transition to digital economy: issues on certification of communication facilities // Наука, технологии и бизнес (Москва, 16–17 апр. 2019 г.): Сб. материалов I межвуз. конференции аспирантов, соискателей и молодых ученых на англ. языке / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. С. 108-113. (0,38 п.л.).

19. Старожук Е.А., Яковлева М.В. Сертификация импортозамещающей радиоэлектронной продукции как фактор конкурентоспособности в условиях перехода к цифровой экономике // Технологии информационного общества (Москва, 20-21 мар. 2019 г.): Сб. трудов XIII междунар. отраслевой науч.-техн. конференции. / Московский технический университет связи и информатики. М.: ИД Медиа Паблишер, 2019. С. 160-162. (0,51 п.л. / 0,26 п.л.).

20. Яковлева М.В. Анализ основных рисков при проведении сертификации продукции серийного производства // Молодой исследователь: вызовы и перспективы (Москва, 29 мая-05 июня 2017 г.): Сб. стат. по материалам XXXIV междунар. науч.-практ. конференции / Интернаука. М.: Интернаука, 2017. С. 347-352. (0,38 п.л.).