

Чирков Алексей Павлович

**ИННОВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ
РАЗВИТИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
В УСЛОВИЯХ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА**

Специальность: 05.11.15

Метрология и метрологическое обеспечение

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

доктора технических наук

Москва - 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева».

Научный консультант: доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии авиационных двигателей и общего машиностроения» Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П. А. Соловьева
Безъязычный Вячеслав Феокистович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, директор ФБУ «Пензенский ЦСМ»
Данилов Александр Александрович,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Метрология и взаимозаменяемость»
Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана
Пронякин Владимир Ильич,
доктор технических наук, профессор, научный руководитель Международного научно-образовательного центра технического регулирования, стандартизации и метрологии
Института государственного и муниципального управления Панкина Галина Владимировна.

Ведущая организация: Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений»

Защита состоится 21.03.2019 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета Д 308.001.01 в ФГУП ВНИИМС по адресу 119361, Москва, ул. Озерная, 46, ауд. 1005.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы».

Автореферат разослан __.12.2018г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор технических наук, профессор

В. Г. Лысенко.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Создание инновационной экономики и реализация Национальной технологической инициативы определены руководством нашей страны в качестве приоритетных задач. Для их решения важное значение имеет создание соответствующей метрологической инфраструктуры. Метрология и метрологическое обеспечение являются одними из инфраструктурных видов деятельности, без которых невозможно внедрение инновационных технологий. При этом государством в числе важнейших инновационных технологий выделяются критические технологии.

Актуальность задачи создания инновационной экономики связана с особенностью современного периода развития мировой экономики. Сегодня мы живем в период зарождения нового (шестого) технологического уклада - период повышения активности экономически развитых стран во внедрении инновационных технологий. В то же время цифры статистики говорят о наличии инновационной инертности экономики России. В общем объеме продукции, произведенной промышленностью страны, доля новой для рынков сбыта составляет лишь 1,3%. Менее 1 % составляет доля России на мировом рынке продукции с использованием нанотехнологий, которые в числе других являются ключевыми факторами шестого технологического уклада, в то время как в США она составляет 46%, в странах Европы 28%, в странах Восточной Азии - 20%.

Многочисленные исследования причин инновационной инертности экономики страны касаются различных сфер, в том числе, таких как метрология и метрологическое обеспечение. От технического, нормативного и кадрового потенциала учреждений, предприятий и организаций, представляющих этот вид деятельности, зависит как возможность производства, так и оценка качества инновационных изделий. На сегодня система управления формированием метрологической инфраструктуры, предназначенной для обеспечения внедрения инновационных технологий, работает неэффективно. Россия значительно отстает от развитых стран по уровню обеспечения отечественной промышленности измерительными возможностями в таких сферах как: материалы с улучшенными свойствами, биологические среды, геометрические величины.

Не соответствует требованиям инновационной экономики и система взаимодействия метрологических служб и промышленных предприятий, которая была создана ещё в условиях командно-административных методов управления. Это является одной из причин инновационной инертности отечественной промышленности и развития эталонной базы без учета потребности инновационных предприятий.

Решению проблемы инновационной инертности отечественной экономики мешает также отсутствие механизмов прогнозирования потребности общества в развитии метрологии и метрологического обеспечения, что приводит к увеличению затрат времени на постановку инновационной продукции на производство, сдерживает процесс освоения инновационных технологий.

Наличие эффективной системы прогнозирования потребности общества в метрологической инфраструктуре требуется и для выполнения мероприятий, определенных в таких документах стратегического планирования как «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» и «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации», для реализации Национальной технологической инициативы - долгосрочной стратегии технологического развития страны.

Низкие темпы перевода национальной экономики на инновационный путь развития, а также отставание в освоении технологий передовых технологических укладов является угрозой для экономической безопасности страны и обеспечения её устойчивого развития.

Необходимость повышения темпов создания инновационной экономики России, решения общенациональной проблемы инновационной инертности экономики, обусловила актуальность темы диссертационного исследования.

Степень разработанности проблемы

Данная работа опирается на широкий круг источников, посвященных исследованию проблем метрологического обеспечения инновационных технологий, организации производства в условиях смены технологических укладов, качества продукции, методов оценки экономической эффективности.

Основополагающие разработки в области теории и практики метрологии и метрологического обеспечения в России выполнили Б. С. Якоби, Д. И. Менделеев, Н. А. Шателен, М. Ф. Маликов, Г. Д. Бурдун, В. О. Арутюнов, В. А. Кузнецов, П. Н. Агалецкий, Ю. В. Тарбеев, Л. К. Исаев и другие.

Исследование процессов развития технологических укладов опиралось на работы отечественных и зарубежных ученых в области экономической динамики, прежде всего концепции длинных волн, теории долгосрочного технико-экономического развития, представленных трудами Н. Д. Кондратьева, Д. С. Львова, С. Ю. Глазьева, Ю. В. Яковца, Й. Шумпетера и других.

Значительный вклад в развитие теории качества продукции внесли отечественные и зарубежные ученые: В. В. Бойцов, В. И. Берг, А. В. Гличев, В. Деминг, К. Исикава и другие.

В трудах российских и зарубежных ученых Д. С. Львова, В. В. Окрепилова, В. Беренса, П. Хавранека и других исследован широкий круг теоретических и практических проблем экономической эффективности инвестиций.

При этом требуют дальнейших исследований вопросы, связанные с разработкой современных методов прогнозирования потребности общества в развитии метрологии, оценки влияния критических технологий и метрологической инфраструктуры на результативность научно-технических программ, с разработкой эффективных механизмов регионального управления формированием метрологической инфраструктуры для внедрения критических технологий. Эти причины, а также, актуальность проблемы, её теоретическая и практическая значимость обусловили выбор темы, цели исследования и решаемых задач.

Целью диссертационной работы является разработка теоретических положений, методов и средств развития метрологической инфраструктуры, ориентированной на внедрение критических технологий в условиях нового технологического уклада.

Задачи диссертационного исследования:

- определить закономерности развития метрологической инфраструктуры в период зарождения и развития технологических укладов в процессе инновационного обновления экономики;
- разработать математическую модель взаимосвязи эталонной базы, критических технологий, видов экономической деятельности для использования в целях метрологического обеспечения производства инновационной продукции;
- разработать математические модели и создать базу данных для оценки влияния метрологии на результативность инновационных процессов, экономику России в целом и отдельных её отраслей;
- разработать функциональную модель управления разработкой и внедрением критических технологий с формированием соответствующей метрологической инфраструктуры для обеспечения реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в разработке научно-обоснованных методов управления развитием метрологической инфраструктуры страны с целью производства конкурентоспособной продукции и обеспечения её качества на основе инновационных технологий, а именно:

- выявлены закономерности развития метрологической инфраструктуры в рамках технологических укладов, что позволяет прогнозировать опережающее развитие этой составляющей инновационной инфраструктуры;

- выявлены взаимосвязи множества критических технологий, видов экономической деятельности и государственных эталонов, что позволило разработать математическую модель, создать соответствующую базу данных и справочно-информационную систему, необходимые для планирования целенаправленного развития метрологической инфраструктуры;

- разработана схема взаимодействия федеральных, ведомственных и региональных целевых программ разработки и внедрения критических технологий, в которой особое внимание уделено региональному аспекту их внедрения и формирования соответствующей метрологической инфраструктуры. Это позволило определить основные направления разработки комплекса организационных механизмов по созданию благоприятных условий для внедрения критических технологий на региональном уровне;

- разработана функциональная модель управления разработкой и внедрением критических технологий с формированием соответствующей метрологической инфраструктуры, которые учитывают активное вовлечение региональных органов власти. Это позволяет целенаправленно развивать метрологическую инфраструктуру и на этой основе сокращать сроки внедрения критических технологий;

- разработаны математические модели взаимосвязи валового внутреннего продукта страны, инновационной активности промышленности и метрологической инфраструктуры, использование которых, позволяет получить количественную оценку влияния метрологии на экономику страны и результативность инновационной деятельности;

- создана база данных соотношений показателей метрологии и экономики страны, а также отдельных её отраслей, наличие которой, позволило впервые на основе данных отечественной статистики количественно оценить долю затрат на измерения в валовом внутреннем продукте России;

- разработана методика оценки эффективности государственных эталонов, которая в отличие от ранее существующих, учитывает также их влияние на внедрение критических технологий и реализацию приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, что позволяет оценивать целесообразность инвестиций в развитие эталонной базы комплексно.

Объектом исследования является метрологическая инфраструктура и её связь с промышленными предприятиями при внедрении критических технологий.

Предметом исследования являются процедуры управления опережающим развитием метрологической инфраструктуры для реализации критических технологий в условиях нового технологического уклада.

Теоретической основой исследования послужили объективные экономические закономерности, современные экономические теории и труды российских и зарубежных ученых и специалистов по проблемам инновационной экономики и её метрологического обеспечения, теории эффективности, теории факторов производства, теории множеств, а также нормативно-правовые документы и другая научно-практическая информация по теме исследования.

В диссертационной работе **в качестве методологической базы** были использованы: концепции технологических укладов, государственного регулирования и управления инновационным развитием, метрологического обеспечения производства, экономической эффективности. Использование данных концепций позволило наиболее полно и глубоко исследовать организационно-методические аспекты метрологического обеспечения внедрения критических технологий, сформировать модель и механизмы регионального управления формированием метрологической инфраструктуры для внедрения критических технологий, предложить методы и средства формирования метрологической инфраструктуры, разработать математические модели оценки влияния метрологии на инновации и экономику.

При проведении исследований и изложении материала в работе использовались общенаучные принципы и методы познания: единства исторического и логического, целостности и взаимосвязи экономических процессов, взаимосвязи теории и практики в процессе научного познания, эмпирико-теоретические и логико-теоретические методы исследования, системный подход.

Информационной базой диссертационного исследования явились материалы монографических исследований, научных статей, публикации отечественных и зарубежных авторов в периодических изданиях и сети Интернет. Эмпирической базой исследования послужили материалы Федерального агентства по статистике Российской Федерации, Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, экспертные оценки и расчеты исследователей, опубликованные в научной и периодической печати, факты, нормативные и законодательные акты.

На защиту выносятся следующие основные научные положения:

1. Установленные закономерности развития метрологической инфраструктуры в рамках технологических укладов позволяют обеспечить

прогнозирование востребованности экономики страны в измерительных возможностях с целью опережающего развития эталонной базы.

2. Математическая модель взаимосвязи государственных эталонов, видов экономической деятельности и критических технологий, позволяет формировать эталонную базу для метрологического обеспечения внедрения критических технологий и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники.

3. Математическая модель оценки влияния метрологии на экономику с использованием созданной базы данных соотношений основных экономических параметров обеспечивает получение количественной информации о роли и значении метрологии для экономики страны.

4. Математическая модель взаимосвязи метрологии, инновации и экономики обеспечивает получение информации для оценки и прогнозирования влияния метрологической инфраструктуры на реализацию инновационной политики страны и её основные экономические показатели.

5. Алгоритм выполнения оценки влияния метрологии на инновации и экономику позволяет получать объективную информацию о приросте объемов ВВП страны за счет увеличения затрат на НИОКР в области обеспечения единства измерений.

6. Функциональная модель системы управления разработкой и внедрением критических технологий, в которой в отличие от существующих подходов задействован региональный уровень органов государственной власти, позволяет формировать необходимую метрологическую инфраструктуру для обеспечения внедрения критических технологий.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что выполненное диссертационное исследование развивает теоретические положения в отечественной инновационной теории в области управления метрологическим обеспечением внедрения критических технологий, расширяет используемый теоретический и методический аппарат разработки организационно-методических аспектов инновационного обновления экономики страны на основе критических технологий и адекватной им метрологической инфраструктуры.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке методик, методов, моделей и баз данных для метрологического обеспечения критических технологий, инновационно-ориентированного развития метрологической инфраструктуры в условиях нового технологического уклада.

Разработанные методики оценки эффективности эталонов единиц величин, оценки качества процедур оценки соответствия, справочно-информационная

система взаимосвязи государственных эталонов, видов экономической деятельности и критических технологий внедрены на промышленных предприятиях, представляющих машиностроение и нефтепереработку.

В государственных региональных центрах стандартизации, метрологии и испытаний применены разработанное положение о региональном центре инфраструктурного обеспечения инновационной деятельности и справочно-информационная система взаимосвязи государственных эталонов, критических технологий и видов экономической деятельности. Только в Ярославской области в результате деятельности созданного регионального центра инфраструктурного обеспечения инновационной деятельности на промышленных предприятиях получен экономический эффект в размере более 10 млн. рублей.

Материалы диссертационного исследования использованы в ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева» при изучении дисциплин «Экономика и управление машиностроительным производством» и «Экономическое обоснование научных решений» и в ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет» при изучении дисциплин «Экономика и управление качеством», «Проблемы и перспективы развития экономики», «Метрология и сертификация», «Метрология», «Стандартизация и сертификация», «Технология и организация производства продукции и услуг».

Материалы диссертационного исследования использованы при выполнении в ФГУП «ВНИИМС» научно-исследовательской работы «НИОКР. Исследование состояния тенденций развития измерительных и нормативно-методических потребностей инновационных технологий» (регистрационный номер 01201364678).

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты работы обсуждались и докладывались на научно-практических конференциях международного, всероссийского, регионального уровней, в том числе на: Всероссийском семинаре «Интегрированные системы менеджмента. Вопросы повышения эффективности деятельности организаций». Ярославль. 2003; Международной школе-конференции молодых ученых, аспирантов и студентов им. П. А. Соловьева и В. Н. Кондратьева «Авиационная и ракетно-космическая техника с использованием новых технических решений». Рыбинск. 2006; Научно-практической конференции «Менеджмент качества: современные тенденции и успешный опыт» Ярославль. 2008; Научно-практической конференции молодых ученых в области метрологии и технического регулирования. Москва. 2009; Конференции «Менеджмент качества продукции и услуг» МКПУ-2010. Брянск. 2010; Конференции «Научоёмкие технологии в машиностроении и

авиадвигателестроении» (ТМ - 2012). Рыбинск. 2012; Семинаре руководителей и специалистов Росстандарта «Приоритетные направления работ по обеспечению единства измерений в здравоохранении и биотехнологиях при реализации государственной программы по развитию промышленности и повышению её конкурентоспособности». Санкт-Петербург. 2014; II Международной научно-практической конференции «Экономика качества как основа социально-экономического развития». Санкт-Петербург. 2015; Семинаре «Метрологическое обеспечение производства. Задачи ЦСМ». Москва. 2016; 14-ом Московском международном инновационном форуме «Точные измерения – основа качества и безопасности». Москва. 2018.

Достоверность результатов и выводов работы подтверждена совпадением результатов применения выполненных разработок с известными теоретическими положениями и результатами, полученными другими авторами, данными официальной статистики, положительными результатами апробации разработок в промышленности, органах власти федерального и регионального уровня.

Публикации. Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 44 научных работах, в том числе в 27 статьях в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации для публикаций научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук (из них в трёх входящих в перечень научных журналов, представленных в зарубежных индексирующих базах данных), и трёх монографиях, общим объемом 56,7/14,7 печатных листов, изложено в материалах 6 конференций и семинаров.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, общих выводов и заключения, приложения, списка литературы из 235 наименований. Общий объем работы составляет 271 страницу, включает 36 рисунков и 41 таблицу.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 05.11.15 Метрология и метрологическое обеспечение (п. 2 Совершенствование научно-методических, технико-экономических и других основ метрологического обеспечения для повышения эффективного управления народным хозяйством, п. 4 Совершенствование системы обеспечения единства измерений в стране).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, в концентрированной форме изложена степень разработанности рассматриваемых проблем, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы, представлены её основные характеристики.

В первой главе «АНАЛИЗ РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА В ОБЛАСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ» приведен анализ исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными и специалистами в области развития метрологической инфраструктуры, методов государственного регулирования инновационной деятельности и качества продукции, а также методов оценки влияния метрологической инфраструктуры на экономику страны и её отдельных отраслей.

В работе дана характеристика метрологической инфраструктуры, её места и роли в экономике и инновационной инфраструктуре России, её значения в обеспечении выпуска конкурентоспособной продукции.

Используя результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, показана взаимосвязь метрологии, инновационных процессов и экономики. При этом в работе отмечено, что в настоящее время отсутствуют разработки методов прогнозирования развития метрологической инфраструктуры в условиях рыночной экономики России.

Особое внимание автором диссертации уделено концепции технологических укладов, закономерностям их развития. В таблице 1 приведены основные параметры технологических укладов.

Предполагается, что с 20-х годов XXI века на мировых рынках наиболее конкурентоспособной будет продукция шестого технологического уклада, ключевыми факторами которого являются нанотехнологии, альтернативная энергетика, включая водородную, глобальные информационные сети, биотехнологию растений и животных, которые в числе других включены в утвержденный Указом Президента России перечень критических технологий. Отмечено, что знание закономерностей технологических укладов позволяет эффективно управлять процессами формирования и развития метрологической инфраструктуры, необходимой для создания комфортных условий внедрения инновационных технологий, являющихся ключевыми факторами этих укладов.

Основные параметры технологических укладов индустриального периода

| Технологические уклады | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|---|
| Первый | Второй | Третий | Четвертый | Пятый | Шестой |
| Основные ключевые факторы | | | | | |
| Текстильные машины | Паровой двигатель | Электро-двигатель | Двигатель внутреннего сгорания | Микро-электронные компоненты | Нанотехнологии, гелио- и ядерная энергетика |
| | | | | | 2080–2130 |
| | | | | 2030–2055 | 2030–2080 |
| | | | 1980–2005 | 1980–2030 | 2005–2030 |
| | | 1930–1955 | 1930–1980 | 1955–1980 | |
| | 1880–1905 | 1880–1930 | 1905–1930 | | |
| 1830–1855 | 1830–1880 | 1855–1880 | | | |
| 1770–1830 | 1805–1830 | | | | |
| 1745–1770 | | | | | |

| | |
|--|--------------------|
| | этап завершения |
| | этап доминирования |
| | этап арождения |

Выполнен анализ организационных методов формирования метрологической инфраструктуры инновационной экономики. Отмечено, что эффективными средствами реализации инновационной политики государства являются целевые программы, в том числе с целью обеспечения адресного и полного финансирования мероприятий, направленных на внедрение критических технологий. Анализ документов, регламентирующих создание и использование целевых программ различного уровня, выявил тот факт, что практически отсутствуют разработки в области использования региональных целевых программ для результативного внедрения критических технологий и формирования соответствующего метрологического обеспечения, в области создания механизмов согласованного взаимодействия целевых программ различного уровня.

Учитывая потребность в обосновании финансирования мероприятий по созданию и модернизации метрологической инфраструктуры, в работе выполнен анализ методов оценки экономической эффективности инвестиций. Отмечено, что свою особенность имеют методы определения экономического эффекта видов деятельности, связанных с измерениями. Показано, что учет потерь от погрешности измерений позволяет количественно оценить риск от недостоверных результатов измерений (принятия в качестве бракованного фактически годное изделие или принятия в качестве годного фактически дефектное изделие). Расчет величины потерь при принятии решений на основе результатов измерений

выполняется в соответствии с формулой, предложенной в работе Фрумкина В. Д. и Рубичева Н. А. «Теория вероятностей и статистика в метрологии и измерительной технике»:

$$r = \mu_1 \times P(H)P_1 + \mu_2 \times P(\bar{H})P_2, \quad (1)$$

где: μ_1 - величина потерь из-за ошибок первого рода (признание негодным фактически годное изделие); μ_2 - величина потерь из-за ошибок второго рода (признании годным фактически непригодного изделия); $P(H)P_1$ - вероятность ошибки первого рода; $P(\bar{H})P_2$ - вероятность ошибки второго рода.

Выполненный анализ результатов исследований отечественных и зарубежных ученых в области влияния метрологической инфраструктуры и инновационной деятельности на экономику и качество жизни показал наличие корреляционных связей между ними (Таблица 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции индекса человеческого развития (ИЧР) и показателей, связанных с инвестициями в метрологическую деятельность.

Источник: составлено автором на основании Swann G. M. P. The Economics of Metrology and Measurement. Report for National Measurement Office, Department for Business, Innovation and Skills. Final Draft. 14th October 2009

| Показатели, связанные с инвестициями в метрологическую деятельность | Коэффициент корреляции |
|---|------------------------|
| Всего затрат на исследование и разработки (в % от ВВП) | 0,577 |
| Инвестиции в инфраструктуру измерений (расходы в Евро на измерительные приборы на 100000 жителей) | 0,556 |

Это подтверждает целесообразность использования для оценки влияния метрологической инфраструктуры на инновационную активность и экономику страны методов регрессионного анализа. Коэффициент корреляции рассчитывается по классической формуле (2):

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \times \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}, \quad (2)$$

где: x_i – значение переменной x ; y_i – значение переменной y ; n – объем выборок.

Анализ методов оценки экономической эффективности показал, что в настоящее время отсутствуют учитывающие особенности современной России

разработки методов оценки экономической эффективности метрологической инфраструктуры и её влияния на экономику страны и её отдельных отраслей.

На устранение выявленных недостатков, разработку методов решения актуальных задач метрологического обеспечения экономики страны было направлено внимание при выполнении научного исследования, теоретических, практических и методических разработок.

По результатам анализа степени разработанности темы сформулированы цель и задачи научного исследования.

Во второй главе «ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ» приведены результаты разработки методов и средств формирования метрологической инфраструктуры.

Учитывая особенность влияния метрологии на обеспечение качества инновационной продукции, экономику страны и её отдельных отраслей, автором в диссертационном исследовании обоснована возможность использования концепции технологических укладов для выявления закономерностей развития метрологической инфраструктуры и определения направлений её развития, разработан метод прогнозирования развития метрологической инфраструктуры с использованием закономерностей технологических укладов.

Выявлено, что одной из закономерностей при смене технологических укладов и фаз их жизненного цикла является повышение активности в развитии технической основы метрологии (ввода новых государственных первичных эталонов). Алгоритм выявления закономерности приведен на рисунке 1.

Зная количество введенных государственных первичных эталонов в период зарождения нового технологического уклада ($K_{\text{зар}}^{\text{нов ТУ}}$) и количество введенных государственных первичных эталонов в период доминирования действующего технологического уклада ($K_{\text{дом}}^{\text{дей ТУ}}$) можно определить их соотношение ($C^{\text{нов ТУ}}$).

На этапе зарождения четвертого технологического уклада (1905-1930гг):
 $C^{4\text{ТУ}} = K_{\text{зар}}^{4\text{ТУ}} / K_{\text{дом}}^{3\text{ТУ}} = 15/20 = 0,75$ или 75%.

На этапе зарождения пятого технологического уклада (1955-1980гг):
 $C^{5\text{ТУ}} = K_{\text{зар}}^{5\text{ТУ}} / K_{\text{дом}}^{4\text{ТУ}} = 72/91 = 0,79$ или 79%.

То есть на этапе зарождения технологического уклада для метрологического обеспечения инновационных технологий необходимо обновлять не менее 75% эталонной базы. Учитывая, что цифры количества вводимых государственных первичных эталонов характеризуют период плановой экономики страны, налицо наличие закономерностей, которые показывают как

возрастание востребованности промышленности и науки в новых измерительных возможностях, так и готовность руководства страны увеличивать в этот период (на этапе зарождения технологического уклада) объемы государственного финансирования.

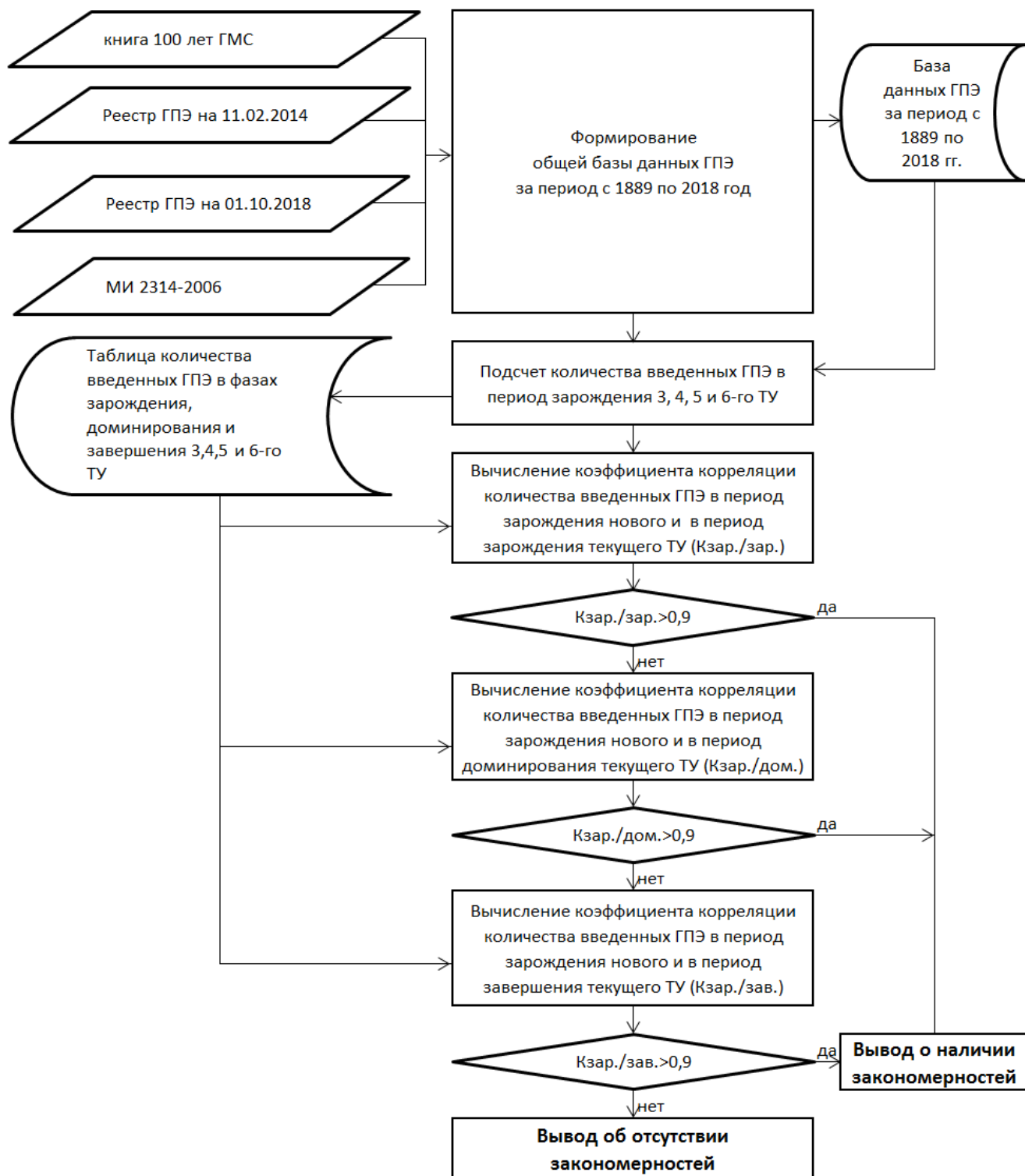


Рисунок 1 Алгоритм выявления закономерностей изменения количества вводимых государственных первичных эталонов (ГПЭ) на этапах зарождения (зар.), доминирования (дом.) и завершения (зав.) технологических укладов (ТУ)

В условиях рыночной экономики для освоения технологий нового технологического уклада в целях обеспечения конкурентоспособности отечественной промышленности необходимо сохранять это соотношение, что является аргументом при обосновании объемов финансирования инновационно-ориентированного развития эталонной базы.

Также выявлено, что при смене технологических укладов меняются не только технологии, лежащие в основе их ключевых факторов, но и виды измерений, требующие особого внимания, что учитывается в государственной политике в области обеспечения единства измерений. Закономерность выявлена с применением корреляционного анализа динамики изменения количества введенных государственных первичных эталонов по видам измерений. На рисунке 2 приведено распределение видов измерений по числу государственных первичных эталонов, введенных в период зарождения последних трёх технологических укладов.

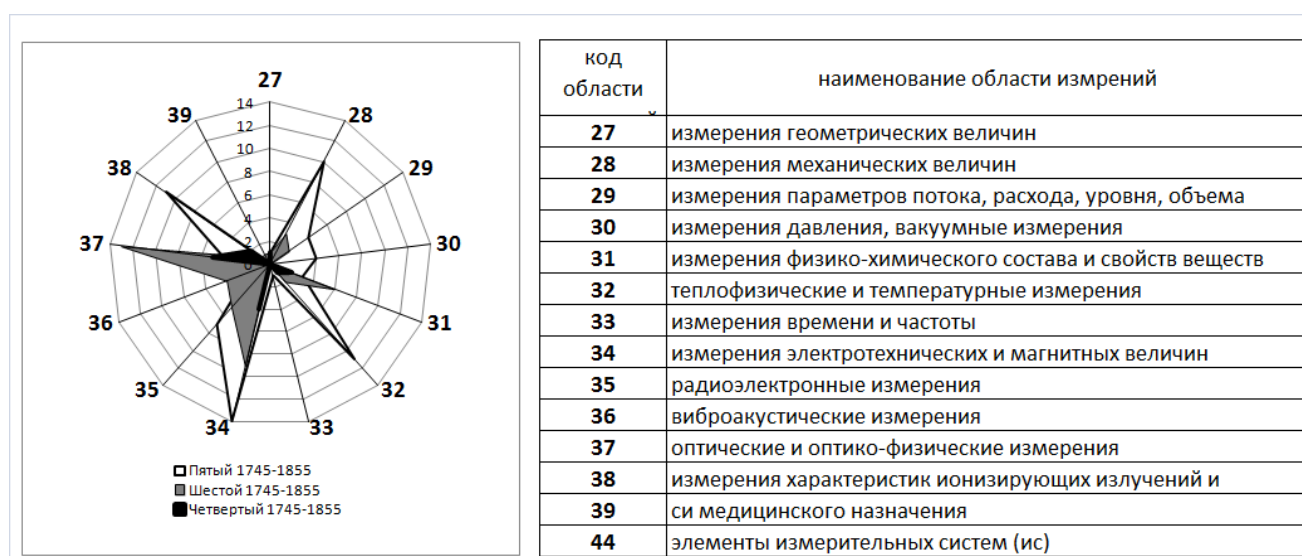


Рисунок 2. Распределение видов измерений по числу государственных первичных эталонов, введенных в четвертом, пятом и шестом технологическом укладе

Ещё одной закономерностью при смене технологических укладов и фаз их жизненного цикла является повышение активности в совершенствовании организационной основы метрологии. Так в период зарождения первого технологического уклада была проведена работа по сравнению имевшихся образцовых мер, изготовлены первичные образцовые меры. В период зарождение второго технологического уклада - учреждено первое предприятие по изготовлению средств измерений - фабрика аршинов, учреждено собрание образцовых мер и весов главнейших иностранных государств, разработана система российских мер и весов. В период зарождение третьего технологического уклада подписана Метрическая конвенция.

В период зарождения четвертого технологического уклада были учреждены специальные поверочные палатки, исключительное развитие получил ведомственный надзор, введена международная метрическая десятичная система мер и весов, заложены основы государственной службы мер и весов на всей территории СССР, установлены основные эталоны страны - международный метр и килограмм. В период зарождения пятого технологического уклада принята Международная (интернациональная) система единиц – СИ.

В период зарождения шестого технологического уклада принят Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ, который увеличил права юридических и физических лиц в поверочной деятельности, проходит реформа Международной системы единиц величин (СИ).

В условиях постсоветской России для своевременного создания благоприятных условий инновационной деятельности большое значение имеет наличие современных механизмов определения потребности промышленности в конкретных видах метрологической инфраструктуры. С целью создания механизмов выявления направлений развития метрологической инфраструктуры автором разработан метод, основанный на использовании взаимосвязи критических технологий с обеспечивающими их внедрение государственными эталонами и видами экономической деятельности, в которых они используются. Доказано, что используя аппарат теории множеств, имеется возможность множество всевозможных образов критических технологий, видов экономической деятельности, государственных первичных эталонов, государственных эталонов метрологических служб - рабочих эталонов и их взаимосвязь представить в виде математической модели. В основе модели заложена их взаимосвязь, которая выражается в виде многозначных отображений. Математическая модель разработана для множеств из 165 государственных первичных эталонов, 388 рабочих эталонов, 27 критических технологий и 60 видов экономической деятельности.

Связь государственных первичных эталонов и видов экономической деятельности выражается в виде многозначного отображения:

$$f: E \rightarrow P(D), \quad (3)$$

где E – множество государственных первичных эталонов, D – множество видов экономической деятельности, $P(D)$ – множество всевозможных подмножеств множества D , т.е. для $e_i \in E$, $f(e) = d \in P(D)$ ($d \subset D$) (каждому государственному первичному эталону e_i сопоставляется некоторый набор

видов экономической деятельности d таких как металлургическое производство, химическое производство, связь и другие).

Матрица смежности многозначного отображения государственных первичных эталонов и видов экономической деятельности определяется формулой (4):

$$(a_{i\gamma})_{i=1}^{165}{}_{\gamma=1}^{60}, \quad (4)$$

где i – номер государственного первичного эталона, γ – номер вида экономической деятельности. $a_{i\gamma} = \begin{cases} 1, & \text{если } d_\gamma \in f(e_i), \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$ т.е. государственный первичный эталон e_i применяется для передачи единицы величины рабочим средствам измерений, используемым в виде экономической деятельности d_γ , и $a_{i\gamma} = 0$, если $d_\gamma \notin f(e_i)$, т.е. государственный первичный эталон e_i не используется для передачи единицы величины рабочим средствам измерений, используемым в виде экономической деятельности d_γ .

Зависимость государственных первичных эталонов и видов экономической деятельности можно также записать при помощи матрицы смежности (5) и её транспонированной матрицы (6).

$$A_{165,60} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,60} \\ \cdots & \ddots & \cdots \\ a_{165,1} & \cdots & a_{165,60} \end{bmatrix} \quad (5)$$

и

$$A_{60,165}^T = \begin{bmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,165} \\ \cdots & \ddots & \cdots \\ a_{60,1} & \cdots & a_{60,165} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

Аналогично в диссертации дано описание зависимостей критических технологий и видов экономической деятельности, рабочих эталонов и государственных первичных эталонов. Использование математического аппарата теории множеств позволило обеспечить математическое описание зависимости и взаимосвязи элементов всех рассмотренных множеств.

Используя разработанные математические модели, математический аппарат теории множеств, статистические и нормативные материалы автором создана база данных, состоящая из матриц смежности многозначных отображений вышеприведенных множеств, и справочно-информационная система, которая позволяет на основании сведений о выполняемых видах экономической деятельности определить возможные для применения критические технологии и соответствующие приоритетные направления развития науки, технологий и

техники, а также востребованные для них государственные первичные и рабочие эталоны.

В ходе проведенных экспериментов была оценена возможность применения выявленных закономерностей развития метрологической инфраструктуры в рамках технологических укладов, а также результативность разработанной базы данных и справочно-информационной системы с целью определения потребности экономики в эталонной базе для обеспечения внедрения критических технологий и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники.

В третьей главе «МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ И КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ» приведены результаты разработки организационных инструментов и процессов управления формированием метрологической инфраструктуры для обеспечения внедрения критических технологий и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники.

При внедрении критических технологий и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники одной из основных функций органов государственного управления является координация деятельности основной структуры экономики (предприятий - изготовителей) и инфраструктуры (органов стандартизации, метрологии, оценки соответствия и других), наличие недостатков в которой отмечено в первой главе.

В целях устранения имеющихся недостатков в системе целевого планирования научно-технического развития автором разработана схема взаимодействия основных элементов федеральных, ведомственных и региональных целевых программ, нацеленных на внедрение критических технологий, функциональная модель управления разработкой и внедрением критических технологий (рисунок 3), а также методики создания региональной целевой программ и регионального центра инфраструктурного обеспечения инновационной деятельности, стандарт организации.

Схема взаимодействия основных элементов федеральных, ведомственных и региональных целевых программ, нацеленных на разработку и внедрение критических технологий предусматривает, что дополнением к федеральным и ведомственным целевым программам внедрения критических технологий должны стать региональные целевые программы, сформированные на основании прогнозов развития науки, техники и технологии в регионе, разработанных и утвержденных приоритетных направлений развития науки, техники и технологий и перечней критических технологий регионального уровня, а также информации о критических технологиях, содержащихся в федеральных целевых программах.

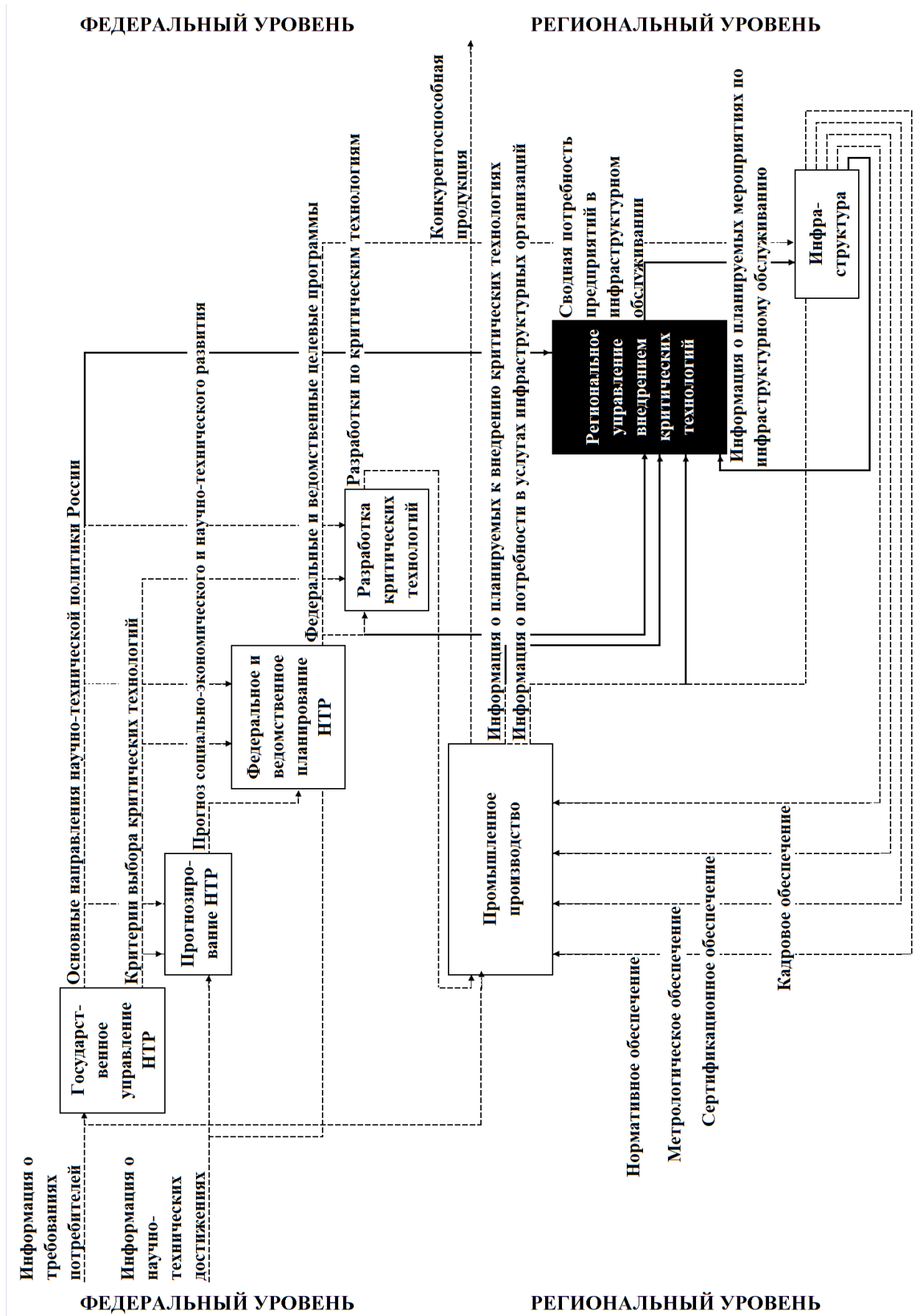


Рисунок 3. Функциональная модель управления разработкой и внедрением критических технологий

На основании информации о критических технологиях, вошедших в региональные целевые программы, а также информации о критических технологиях, содержащихся в ведомственных целевых программах, могут быть сформированы планы метрологического обеспечения производства инновационной продукции.

Функциональная модель управления разработкой и внедрением критических технологий разработана в целях организации метрологического обеспечения внедрения в регионах критических технологий, соответствующих основным направлениям научно-технической политики Российской Федерации.

В разработанной модели региональное управление осуществляется на основании, с одной стороны, основных направлений научно-технической политики России, а с другой стороны информации от предприятий о планируемых к внедрению критических технологиях, а также потребности в услугах инфраструктурных организаций и учреждений.

Предложенная модель предусматривает, что региональные органы власти на основании полученной информации формируют сводную потребность предприятий в инфраструктурном обслуживании, которую доводят до соответствующих инфраструктурных организаций и учреждений. Научно-технические службы по метрологии, входящие в инновационную инфраструктуру, на основании сводной потребности, своевременно включают в свои планы технического развития мероприятия по приобретению необходимого оборудования и созданию всех необходимых условий для оказания услуг в полном объеме.

Таким образом, обеспечивается своевременная подготовка метрологического обеспечения, а значит, сокращаются сроки создания конкурентоспособной продукции.

Учитывая отсутствие методических документов по разработке региональных целевых программ поддержки внедрения критических технологий, автором разработан проект методических рекомендаций и, с их использованием, проект региональной целевой программы поддержки внедрения критических технологий в сфере создания энергоэффективных двигателей и движителей для транспортных средств на территории Ярославской области. Фрагмент паспорта программы приведен в таблице 3.

В целях организации метрологического обеспечения внедрения критических технологий разработан и внедрен стандарт организации «Оценка эффективности государственного эталона». В стандарте впервые для этих целей применен подход комплексной оценки эффективности: основных и

сопутствующих результатов внедрения, освоения и содержания эталона, результатов подлежащих и не подлежащих стоимостной оценке.

Таблица 3

Фрагмент паспорта региональной целевой программы поддержки внедрения критических технологий

| | |
|--|---|
| Наименование Программы | Внедрение критических технологий в сфере создания энергоэффективных двигателей и движителей для транспортных средств на территории Ярославской области |
| Цель Программы | Создание условий для ускоренного внедрения в области технологий создания энергоэффективных двигателей и движителей для транспортных систем (критических технологий) |
| Важнейшие целевые индикаторы и показатели Программы | Число внедренных критических технологий 10 шт. |
| | Процент обеспеченности нормативной документацией, устанавливающей требования к критическим технологиям 100 % |
| | Процент обеспеченности поверкой средств измерений, применяемых при критических технологиях 100 % |
| | Количество ученых, привлеченных к разработке и внедрению критических технологий 8 чел. |
| Ожидаемые конечные результаты реализации Программы и показатели её социально-экономической эффективности | Количество специалистов, прошедших обучение по внедрению и использованию критических технологий 22 чел. |
| | Суммарный показатель бюджетной эффективности составит 1,1 млрд. руб. |
| | Суммарный социально-экономический эффект от внедрения мероприятий Программы составит 59,4 млрд. руб. |
| | Обновление ассортимента выпускаемой Ярославскими предприятиями продукции за счет более конкурентоспособной |
| | Увеличение бюджетного наполнения за счет увеличения объемов реализуемой Ярославскими предприятиями продукции |

В качестве показатели основных результатов, подлежащих стоимостной оценке принят Чистый дисконтированный доход (ЧДД), который рассчитывается по формуле

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t - И, \quad (7)$$

где t - номер шага расчета; T - временной период расчета; R_t - финансовые результаты, достигаемые на t -м периоде; Z_t - текущие затраты, осуществляемые в

том же периоде; a_t - коэффициент дисконтирования (приведения) разновременных затрат и результатов к одному моменту; I - сумма инвестиций.

$$R_t = \sum_{i=1}^T C_i \times K_i^t, \quad (8)$$

где: C_i - стоимость поверки i -го вида поверяемых средств измерений; K_i^t - количество i -го вида поверяемых средств измерений в t -ый год.

В качестве показателей сопутствующих результатов, подлежащих стоимостной оценке приняты: сумма налогов на добавленную стоимость, которая поступит в бюджет, и сумма экономического эффекта от внедрения государственного эталона для предприятий региона. Расчеты выполняются по формулам (9) и (10).

$$НДС = \sum_{t=1}^T R_t \times S_{ндс}, \quad (9)$$

где: $S_{ндс}$ - ставка налога на добавленную стоимость

$$\mathcal{E}_{np} = \mathcal{E}_{pc} + \mathcal{E}_{tp}, \quad (10)$$

где: \mathcal{E}_{pc} - экономия за счет разницы в стоимости услуг; \mathcal{E}_{tp} - экономия на транспортных услугах.

В качестве показателей основных и сопутствующих результатов, не подлежащих стоимостной оценке приняты: обеспечение потребности общества в измерительных возможностях (виды измерений, передачу единиц которых обеспечивает приобретаемый эталон), прослеживаемость к государственным первичным эталонам (перечень государственных первичных эталонов) и количество критических технологий, метрологическое обеспечение которых осуществляет оцениваемый государственный эталон.

Для оценки количества критических технологий, метрологическое обеспечение которых осуществляет оцениваемый государственный эталон, используется разработанная матрица взаимосвязи государственных первичных эталонов и критических технологий.

Для повышения результативности внедрения критических технологий в дополнение к региональным целевым программам автором разработана модель регионального центра инфраструктурного обеспечения инновационной деятельности. Разработано Положение о Центре, которое внедрено в ряде

учреждений, подведомственных Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии.

Разработанные автором организационные механизмы позволяют более эффективно использовать материально-техническую и кадровую базу организаций и учреждений по метрологии при внедрении критических технологий и способствуют повышению результативности процессов модернизации экономики страны.

В четвёртой главе «ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЭКОНОМИКУ СТРАНЫ И ЕЁ ОТРАСЛЕЙ» приведены результаты разработки математических моделей и базы данных для оценки влияния метрологической инфраструктуры на экономику страны и отдельных её отраслей, а также примеры практического их использования.

Анализ существующих методов оценки экономической эффективности позволил адаптировать эти методы для применения при оценке влияния метрологической инфраструктуры на экономику страны и отдельных отраслей. Автором диссертации доказано, что для оперативной оценки влияния метрологической инфраструктуры на экономические результаты реализации научно-технических программ с минимальными затратами в наибольшей степени подходит статистический метод.

В целях использования статистического метода оценки проведен анализ разработок отечественных и зарубежных ученых (Л. В. Бесфамильной, И. Б. Курникова, Д. Бёрча и других) по вопросам влияния метрологии на социально-экономическое развитие и сформирована база данных соотношений экономических показателей метрологической инфраструктуры и экономики страны в целом и отдельных её отраслей. Фрагмент базы данных представлен в таблице 4.

Предложена следующая формула для расчета показателя влияния метрологической инфраструктуры на конкретный экономический параметр с использованием статистического метода:

$$P_M = P_{\text{Э}} \times K, \quad (11)$$

где P_M - экономический показатель метрологической инфраструктуры; $P_{\text{Э}}$ - показатель экономики страны в целом или отдельных её отраслей; K - коэффициент влияния (соотношение экономических показателей метрологической инфраструктуры и экономики страны в целом и отдельных её отраслей).

Фрагмент базы данных соотношений экономических показателей метрологической инфраструктуры и экономики страны и отдельных её отраслей

| Наименование соотношения | Соотношение |
|---|-------------|
| Величина добавленной от измерений стоимости в валовом национальном продукте | 3 - 3,5 % |
| Затраты на измерения в себестоимости промышленной продукции | 5% |
| Затраты на измерения в себестоимости строительства | 1% |
| Затраты на измерения в торговых сделках | 50-60% |
| Затраты труда в стоимости измерений | 75% |

Использование этого метода и созданной базы данных соотношений экономических показателей метрологической инфраструктуры и экономики страны в целом и отдельных её отраслей позволило впервые на основании официальной статистики и полученных соотношений оценить долю затрат на измерения в валовом внутреннем продукте России, которая в 2016 году составила около 10% (см. таблица 5).

Учитывая большое значение для экономики страны инновационной деятельности, проведены исследования разработок, выполненных отечественными и зарубежными метрологами и экономистами по оценке влияния метрологии на инновационную активность промышленности и экономику. В частности, отмечено, что в одной из публикаций Национального метрологического института Великобритании приведены два следующих соотношения: увеличение объемов финансирования Национальной системы измерений на 10% приводит к росту инновационной активности (увеличению объемов инновационной продукции на одного работающего) на 3%, и рост инновационной активности на 10% приводит к увеличению производительности труда в целом по стране (валового внутреннего продукта на душу населения) на 5%.

Их использование позволило автору сформулировать математическую модель соотношения между увеличением объема финансирования Национальной системы измерений (ΔV_M) и увеличением объема валового внутреннего продукта ($\Delta V_{ВВП}$) за счет повышения инновационной активности.

$$\Delta V_{ВВП} = 0,15 \times V_{ВВП} \times (\Delta V_M / V_M), \quad (12)$$

где: V_M - планируемый объем финансирования Национальной системы измерений; ΔV_M - дополнительный объем финансирования Национальной системы измерений; $V_{ВВП}$ - объем валового внутреннего продукта страны; 0,15 - соотношение прироста валового внутреннего продукта и увеличения инновационной активности промышленности за счет увеличения объемов финансирования Национальной системы измерений ($0,3 \times 0,5$).

Таблица 5

Расчет доли измерений в валовом внутреннем продукте Российской Федерации

| Наименование вида экономической деятельности | Объем (млрд. руб.) | Доля затрат на измерения | Добавленная от измерений стоимость (млрд. руб.) |
|--|--------------------|--------------------------|---|
| Валовой внутренний продукт | 86043,6 | 9,80% | 8402,3 |
| Обрабатывающие производства | 10635,8 | 5,00% | 531,8 |
| Производство и распределение электроэнергии, газа и воды | 2415,7 | 9,80% | 236,7 |
| Строительство | 4781,4 | 1,00% | 47,8 |
| Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования | 12389,9 | 50,00% | 6195 |
| Транспорт и связь | 6067,5 | 8,90% | 540 |
| Здравоохранение и предоставление социальных услуг | 2921,1 | 20,00% | 584,2 |
| Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг | 1333,8 | 20,00% | 266,8 |

Отсутствие в России официальной статистики об объемах финансирования Национальной системы измерений не позволяет в полной мере использовать эти соотношения. В связи с этим для получения объективных сведений о влиянии метрологии на экономику проведены исследования с применением метода регрессионного анализа. На основании результатов исследования, автор сформулировал математическую модель соотношения между долей расходов на НИОКР в области обеспечения единства измерений в расходах на прикладные научные исследования y и долей инновационной продукции в валовом внутреннем продукте страны x .

$$y = 4,26 + 3,39x. \quad (13)$$

Использование математических зависимостей (11), (12) и (13) позволяет получать количественные оценки эффекта инвестиционных проектов по созданию и модернизации метрологической инфраструктуры.

Используя формулу (11) и базу данных соотношений экономических показателей метрологической инфраструктуры и экономики страны и её отраслей был разработан прогноз динамики влияния метрологической инфраструктуры на экономику России на период до 2030 года. Для расчетов в качестве исходных данных использована таблица макроэкономических показателей Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, подготовленного Министерством экономического развития Российской Федерации. Показатели прогноза влияния метрологии на экономику России на период до 2030 года представлены в таблице 6.

Таблица 6

Показатели прогноза влияния метрологии на экономику России
на период до 2030 года (в млрд. руб.)

| Год | Показатели влияния | | |
|------|---|--|-------------|
| | Затраты труда на измерения в валовом внутреннем продукте Российской Федерации | Объем средств, выделяемых на поддержание Национальной системы измерений на высоком современном научно-техническом уровне | |
| | | Рекомендуемый Европейской экономической комиссией ООН | Фактический |
| 2010 | 4540 | 2,3 | 0,6 |
| 2015 | 8033 | 4,1 | 0,56 |
| 2020 | 12826 | 6,5 | - |
| 2025 | 18491 | 9,4 | - |
| 2030 | 24353 | 12,4 | - |

Данные представленные в таблице позволяют оценить роль и значение метрологической инфраструктуры в качестве одной из составляющих инновационной инфраструктуры Российской Федерации, а также выявить проблемы, тормозящие её инновационно-ориентированное развитие.

Апробация созданной базы данных и разработанных математических моделей показала возможности их использования для обоснования опережающего развития метрологической инфраструктуры.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Учёт организаций и учреждений по метрологии в составе инновационной инфраструктуры позволяет уделять должное внимание инновационно - ориентированному развитию этих научно-технических служб, будет способствовать опережающему развитию метрологической инфраструктуры, более полному удовлетворению потребностей предприятий, осваивающих и выпускающих инновационную продукцию.

2. Сформулированные закономерности развития метрологической инфраструктуры в рамках технологических укладов позволяют прогнозировать потребности экономики в измерительных возможностях эталонной базы страны и регионов, а также формировать эффективную систему органов метрологической службы.

3. Установленная взаимосвязь множества критических технологий, видов экономической деятельности и государственных эталонов, а также сформулированная математическая модель такой взаимосвязи и созданная база данных позволяют при отсутствии возможности проведения дорогостоящих работ по изучению научно-технического потенциала в регионе, получать исходную информацию для формирования региональных целевых программ внедрения критических технологий и соответствующей метрологической инфраструктуры.

4. Разработанные организационные инструменты и процессы регионального управления внедрением критических технологий, включающие функциональную модель, методические рекомендации по разработке региональной целевой программы и модель регионального центра инфраструктурного обеспечения инновационной деятельности, позволяют своевременно и целенаправленно модернизировать метрологическую инфраструктуру, создавать благоприятные условия для результативного внедрения критических технологий.

5. Использование методических рекомендации по разработке региональной целевой программы внедрения критических технологий и созданного программного обеспечения позволили разработать проект региональной целевой программы «Внедрение критических технологий в сфере создания энергоэффективных двигателей и движителей для транспортных средств на территории Ярославской области». Её анализ показал, что внедрение таких программ позволит получить экономическую эффективность по типу «результаты / затраты» более чем 10/1 и обеспечивает значительный социально-экономический и бюджетный эффект, которые выражаются в дополнительной прибыли, полученной предприятиями выпускающими продукцию с применением критических технологий, и дополнительными налоговыми поступлениями в бюджет региона.

6. Предложенные математические модели количественной оценки влияния метрологической инфраструктуры на результативность инновационной деятельности и экономики страны и её отраслей позволяют получать информацию об экономическом эффекте метрологической деятельности, их влиянии на снижение инновационной инертности предприятий и на этой основе рост валового внутреннего продукта страны.

7. Создание базы данных соотношений показателей метрологической инфраструктуры, экономики страны и её отдельных отраслей и использование статистического метода позволили оценить влияние метрологии на экономику России, которое в 2017 году составило около 8 трлн. рублей.

8. Использование созданной базы данных соотношений показателей метрологической инфраструктуры, экономики страны и её отдельных отраслей позволяет оперативно получать информацию для обоснования инвестиций в совершенствование эталонной базы и повышение измерительных возможностей в России. Впервые на основе данных официальной статистики получено количественное значение доли добавленной от измерений стоимости в валовом внутреннем продукте России, которая составила около 10%.

9. Разработанные в ходе диссертационного исследования методы, методики и математические модели, могут быть применены в отношении других инфраструктурных видов деятельности (стандартизации, оценки соответствия и других).

Дальнейшие научные разработки по тематике диссертационного исследования связаны с созданием математических моделей взаимосвязи критических технологий, видов экономической деятельности и стандартизации, сертификации, испытаний, которые позволят обеспечить их инновационно-ориентированное развитие. Еще одним направлением разработок является формирование баз данных влияния этих видов инновационной инфраструктуры на экономику страны и её отраслей.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии

1. Чирков А. П. Инфраструктурное обеспечение внедрения наукоёмких технологий // Алисов А. А. [и др.] Социально-экономические аспекты технологической модернизации современного машиностроительного производства. М.: Издательский дом «Спектр», 2013. С.78-120 (20,0 п.л. / 0,88 п.л.)

2. Окрепилов В. В. Антохина Ю. А. Исаев Л.К. Чирков А. П. Экономика метрологии: монография. СПб.: ГУАП. 2017. 175с. (10,9 п.л. / 0,88 п.л.)

3. Чирков А. П. Управление инфраструктурой обеспечения качества с учетом требований технологических укладов//В. Я. Белобрагин [и др.] Качество управления: монография. Ярославль. Издат. дом ЯГТУ, 2017. С.28-42. (18,0 п.л. / 2,63 п.л.)

Статьи в журналах, входящих в перечень Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации

4. Исаев Л. К. Чирков А. П. О востребованности эталонной базы: новый подход // Измерительная техника, 2015. № 2. С.23-26 (0,25 п.л. / 0,13 п.л.)

5. Чирков А. П. К 10-летию международного форума по экономике метрологии // Законодательная и прикладная метрология, 2008. № 6. С.10-13 (0,25 п.л.)

6. Чирков А. П. О становлении и развитии экономики метрологии в России // Законодательная и прикладная метрология, 2010. № 1. С.18-21 (0,25 п.л.)

7. Чирков А. П. Региональный аспект внедрения критических технологий // Вестник РГАТУ, 2012. № 2 (23). С.165-169 (0,31 п.л.)

8. Чирков А. П. Влияние инфраструктурных факторов на научно-техническое развитие страны // Компетентность, 2013. № 3. С.20-24 (0,31 п.л.)

9. Чирков А. П. Количественная оценка влияния метрологии на экономику // Справочник. Инженерный журнал, 2013. № 8. С.45-51 (0,44 п.л.)

10. Чирков А. П. Критические технологии и их внедрение на региональном уровне // Компетентность, 2013. № 2. С.14-16 (0,19 п.л.)

11. Чирков А. П. Построение и применение модели взаимосвязи факторов обеспечения качества наукоёмкой продукции // Качество. Инновации. Образование, 2013. № 7. С.51-57 (0,44 п.л.)

12) Чирков А. П. Формирование благоприятной среды для внедрения наукоёмких технологий в регионе // Фундаментальные проблемы техники и технологий, 2013. № 4. С.101-105 (0,31 п.л.)

13. Чирков А. П. Метрология, инновации, экономика. Оценка влияния // Вестник РГАТУ, 2014. № 3 (30). С.74-80 (0,44 п.л.)

14. Чирков А. П. Влияние метрологической и технологической инфраструктуры на качество продукции // Вестник РГАТУ, 2014. № 2 (29). С.118-123 (0,38 п.л.)

15. Чирков А. П. Развитие эталонной базы для МО здравоохранения и критических технологий: стратегия РЦМ // Компетентность, 2015. № 7/28. С.47-50 (0,25 п.л.)

16. Чирков А. П. Основное содержание работ по выявлению и поддержке внедрения критических технологий - основного фактора кардинального улучшения качества продукции // Вестник РГАТУ, 2015. № 3 (34). С.183-187 (0,31 п.л.)

17. Чирков А. П. Технологические уклады и факторы обеспечения конкурентоспособного качества продукции // Вестник РГАТУ, 2015. № 3 (34). С.173-179 (0,44 п.л.)

18. Чирков А. П. Управление качеством в ярославской промышленности. Инициативы, традиции и направления развития // Вестник РГАТУ, 2015. № 3 (34). С.164-168 (0,31 п.л.)

19. Чирков А. П. Влияние метрологии на инновационную активность и экономику // Законодательная и прикладная метрология, 2017. № 4. С.36-38 (0,19 п.л.)

20) Чирков А. П. Прогнозирование направлений развития метрологии с использованием методов оценки взаимосвязи // Законодательная и прикладная метрология, 2017. № 1. С.15-18 (0,25 п.л.)

21. Чирков А. П. Об оценке доли объема инновационной продукции в валовом внутреннем продукте (ВВП) // Законодательная и прикладная метрология, 2017. № 6. С.22-24 (0,19 п.л.)

22. Чирков А. П. Роль ЦСМ в решении системных проблем обеспечения единства измерений // Законодательная и прикладная метрология, 2017. №5. С.45-47 (0,19 п.л.)

23. Чирков А. П. Об оценке доли измерений в Валовом внутреннем продукте России // Законодательная и прикладная метрология, 2018. №1. С.36-38 (0,19 п.л.)

Научные работы, опубликованные автором диссертационного исследования, не входящие в перечень Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации

24. Чирков А. П. Инновационно-ориентированное развитие инфраструктуры качества // Экономика качества. Электронный журнал www.eq-journal.ru, 2015. № 2(10). (0,19 п.л.)

25. Чирков А. П. Метрология и развитие экономики // Мир измерений, 2007.-№ 12. С.48-54. (0,44 п.л.)

26. Чирков А. П. Роль инфраструктуры качества в модернизации экономики региона (на примере Ярославской области) // Стандарт Информ, 2017г.-№1 (37).- С.13-15. (0,19 п.л.)

27. Чирков А. П. Роль метрологического обеспечения в инновационной деятельности // Главный метролог, 2013 . № 1. С.20-24. (0,19 п.л.)

28. Чирков А. П. Организация метрологического обслуживания адекватного основным направлениям инновационного развития экономики России // Материалы Научно-практической конференции молодых ученых в области метрологии и технического регулирования. Москва. 2009. С.3-4. (0,19 п.л.)

29. Чирков А. П. Некоторые подходы формирования благоприятной среды для внедрения наукоёмких (критических) технологий в регионе // Материалы конференции «Наукоёмкие технологии в машиностроении и авиадвигателестроении» (ТМ - 2012), Рыбинск. 2012. С.443-447. (0,31 п.л.)

30. Чирков А. П. О некоторых подходах к выработке стратегии региональных центров метрологии по развитию эталонной базы для метрологического обеспечения здравоохранения и критических технологий // Семинар руководителей и специалистов Росстандарта «Приоритетные направления работ по обеспечению единства измерений в здравоохранении и биотехнологиях при реализации государственной программы по развитию промышленности и повышению её конкурентоспособности». Санкт-Петербург, 2014. С.47-50. (0,25 п.л.)